



GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL

Secretaria de Estado de Saúde

Fundação de Ensino e Pesquisa em Ciências da Saúde - FEPECS

Escola Superior em Ciências da Saúde - ESCS

Programa de Pós-Graduação em Ciências para a Saúde

Mestrado Profissional em Ciências para a Saúde

**MARCHA NA PONTA DOS PÉS IDIOPÁTICA:
DESENVOLVIMENTO DE VÍDEO EDUCATIVO E
PROTOCOLO DAS TROCAS GESSADAS NA PREVENÇÃO
DAS ALTERAÇÕES MUSCULOESQUELÉTICAS**

Gleiser José Piantino Lemos

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Carmelia Matos
Santiago Reis

Coorientador: Prof. Dr. Levy Aniceto
Santana

Brasília - DF
2023

MARCHA NA PONTA DOS PÉS IDIOPÁTICA:
DESENVOLVIMENTO DE VÍDEO EDUCATIVO E
PROTOCOLO DAS TROCAS GESSADAS NA PREVENÇÃO
DAS ALTERAÇÕES MUSCULOESQUELÉTICAS

Trabalho de conclusão apresentado ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências para a Saúde da Escola Superior em Ciências da Saúde, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências para Saúde.

Linha de pesquisa: Qualidade na Assistência à Saúde do Adulto.

Autor: Gleiser José Piantino Lemos
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Carmelia Matos Santiago Reis
Coorientador: Prof. Dr. Levy Aniceto Santana

Brasília - DF
2023

Ficha catalográfica elaborada automaticamente
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

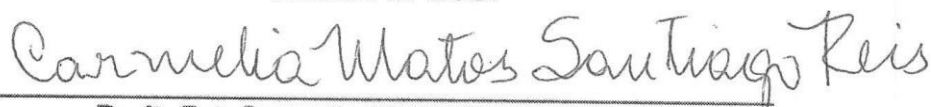
JG557m m	<p>José Piantino Lemos, Gleiser</p> <p>Marcha na ponta dos pés idiopática: desenvolvimento de vídeo educativo e protocolo das trocas gessadas na prevenção das alterações musculoesqueléticas / Gleiser José Piantino Lemos; orientador Carmelia Matos Santiago Reis; coorientador Levy Aniceto Santana. -- Brasília, 2023. 108 p.</p> <p>Dissertação (Mestrado - Mestrado Profissional em Ciências para a Saúde) -- Coordenação de Pós-Graduação e Extensão, Escola Superior de Ciências da Saúde, 2023.</p> <p>1. marcha. 2. equino. 3. história natural. 4. análise da marcha. I. Matos Santiago Reis, Carmelia, orient. II. Aniceto Santana, Levy, coorient. III. Título.</p>
-------------	---

TERMO DE APROVAÇÃO

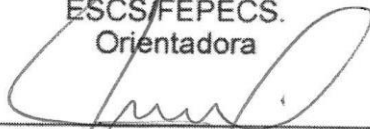
GLEISER JOSÉ PIANTINO LEMOS

"MARCHA NA PONTA DOS PÉS IDIOPÁTICA: DESENVOLVIMENTO DE VÍDEO EDUCATIVO E PROTOCOLO DAS TROCAS GESSADAS NA PREVENÇÃO DAS ALTERAÇÕES MÚSCULO-ESQUELÉTICAS".

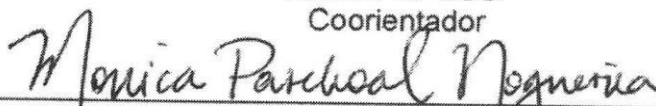
Trabalho de conclusão aprovado como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências para a Saúde pelo Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Ciências para a Saúde da Escola Superior em Ciências da Saúde/FEPECS.



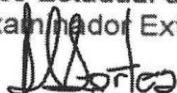
Profª. Drª. Carmelia Matos Santiago Reis
Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Ciências para a Saúde
ESCS/FEPECS.
Orientadora



Prof. Dr. Levy Aniceto Santana
Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Ciências para a Saúde
ESCS/FEPECS.
Coorientador



Profª. Drª. Monica Paschoal Nogueira
Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde do Instituto de Assistência Médica ao Servidor Público Estadual de São Paulo - IAMSPE - SP
Examinador Externo



Profª. Drª. Renata Costa Fortes
Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Ciências para a Saúde
ESCS/FEPECS.
Examinador interno

Profª. Drª. Ana Lucia Salomão
Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Ciências para a Saúde
ESCS/FEPECS.
Suplente

Brasília, 23/10/2023

Dedicatória

Dedico este trabalho em primeiro lugar a Deus, pela vida, saúde e pela sua presença me conduzindo sempre.

Aos meus pais, Eda Barbosa Piantino Lemos e Hudson Lemos “i.m.” pela amorosa educação e pelo amor incondicional, incentivo constante e apoio inabalável ao longo de toda a minha vida.

Ao meu irmão Glener que cuida comigo da minha mãe Eda e Sabrina, minha cunhada, sempre presente e interessada em saber sobre a pesquisa, com palavras de estímulo.

Ézio e Hortélia “i.m.” que , mesmo longe, são as marcas da minha vida.

Levy e Mariazinha “i.m.” que foram muito presentes e importantes na minha formação médica, estimulando e acreditando nos nossos estudos.

Dedico especialmente ao amor da minha vida, Mônica Oliveira Piantino Lemos, que fala que eu sou seu anjo da guarda, mas, na verdade, ela que é a chama que acende a minha razão de guardá-la; Amada esposa, amiga, companheira e incentivadora, sem a qual nada seria possível.

Agradecimento

Dra. Carmélia que me colocou nesse caminho e sempre esteve muito presente, surpreendendo em todas as reuniões com palavras e ensinamentos que transcendem a minha expectativa.

Professor Dr. Levy Aniceto Santana que foi um grande parceiro e colega, usando seu conhecimento de pesquisador, facilitou muito a interpretação dos dados, com sua postura tranquila e serena, aliada à sua disponibilidade, foi fundamental para tornar esta jornada mais leve.

Érika Arci que fez todo tratamento estatístico e muito mais; sempre tão atenciosa e disposta, permitindo que o trabalho ficasse bem explicativo, facilitando o entendimento dos leitores.

Carlos Wellington que através da interpretação da análise do movimento, fez este sonho tornar realidade, conseguindo analisar os grupos e mostrar os resultados da evolução e da intervenção, após uma conversa quando expus o problema e não conseguia analisar os achados que nós observávamos.

Dr. Cícero Ricardo Gomes com a sua amizade, sempre presente, exercendo a sua grande função de líder da ortopedia da Rede Sarah, com maestria.

Dr. Álvaro Massao Nomura, grande exemplo de médico, que com sua visão nos ensina todos os dias o que é a reabilitação.

Rede Sarah, ao Dr. Aloysio Campos da Paz Jr. "i.m.", Dra. Lúcia Willadino Braga, atual gestora do nosso hospital, que plantaram essa semente e aqui mostramos os frutos.

A equipe do laboratório de movimento em especial a Roberta e Sheila, que sempre nos mostraram como identificar essas alterações nos gráficos e foram os pilares desse trabalho.

Equipe PTC, André, Vinícius e Aline, que juntos ajudaram a intervir na marcha na ponta dos pés e analisar essa condição médica.

Equipe da sala de gesso, Willian, Filipe, Vinícius e Richarlle que sempre confeccionaram todos os aparelhos gessados com muita qualidade, evitando que complicações pudessem surgir.

Brunno Lima que sempre esteve presente, discutindo e acrescentando sobre o tema, com sua visão positivista de esperança.

Dra. Eliana Valverde, que com sua disponibilidade ímpar ajudou a olhar por vários ângulos, complementando a investigação e assim selecionamos uma amostra “pura” para a análise.

Agradeço à nossa secretária de casa, Maria Vilani, que cuida de tudo para nós.

Família – todos primos e primas, que tiveram oportunidade de ouvir sobre a ansiedade deste momento de estudo e pesquisa.

Amigos Paulinho, Cris, Lu, Fla, Cicero, Wadad, Robinho, Meméia e comunidade ÁGAPE, que de perto viram e sentiram a minha ausência em muitos encontros e eventos, que foi necessária nesse momento de dedicação ao trabalho.

Sandro que ajudou no tratamento estatístico foi fundamental na regressão logística.

Aos colegas de turma que tornaram tudo mais leve, com as aulas virtuais no meio da pandemia COVID 19, em especial a Tannara, Thiago, Ana Paula Cronenberg e todos os outros que sempre me ajudaram nas aulas, na orientação do produto ou junto as referências bibliográficas.

“Pode-se viver no mundo uma vida magnífica quando se sabe trabalhar e amar, trabalhar pelo que se ama e amar aquilo em que se trabalha.”

Leon Tolstoi

RESUMO

LEMOS, G J P. Marcha na ponta dos pés idiopática: desenvolvimento de vídeo educativo e protocolo das trocas gessadas na prevenção das alterações musculoesqueléticas. Mestrado em Ciências da Saúde - Escola Superior de Ciências da Saúde. ESCS/FEPECS/SES. Brasília, DF, 2023.

Introdução: A marcha na ponta dos pés idiopática (MPPI) é um termo que inclui padrão anormal de marcha que a criança caminha descarregando o suporte de peso na parte anterior dos pés, pulando ou diminuindo a fase de apoio inicial do choque do calcanhar no solo. Quando associada à restrição da amplitude de movimento (ADM) do tornozelo, caracteriza-se como “contratura congênita do tendão calcâneo”. Andar na ponta dos pés faz parte do desenvolvimento normal, podendo ocorrer até dois a três anos de idade, e deve resolver espontaneamente. Quando persiste acima de cinco anos deve ser investigada. A maioria dos indivíduos são crianças saudáveis. Em alguns podem estar associadas condições patológicas estruturais, ou neuromusculares ou ser um identificador de alguma outra etiologia. É um diagnóstico de exclusão, sem outras causas neurológicas, ortopédicas ou psicológicas. A intervenção para essa situação deve ser realizada a fim de melhorar a restrição na amplitude de movimento do tornozelo. Na literatura mundial questionamos sobre a história natural e qual é o melhor momento de intervenção. Entender essa condição auxiliará na compreensão da história natural, permitindo a identificação de variáveis que possam associar a estruturação em equino do tornozelo ou remissão espontânea. Assim, poderemos elaborar vídeos educativos para instruir as famílias e quando será necessário procurar tratamento, prevenindo deformidades físicas e alterações psicossociais do indivíduo na infância, adolescência e vida adulta. Este projeto está alinhado à linha de pesquisa de Qualidade na Assistência à Saúde do Adulto do programa de mestrado. O problema de pesquisa foi originário da prática diária a partir de observações clínicas dos casos da marcha na ponta dos pés, sua evolução, diversidades de tratamentos sugeridos na literatura e incógnita na história natural, surgiu o interesse do autor neste estudo. **Objetivos:** Descrever a evolução natural da MPPI, protocolo das trocas gessadas e sua efetividade na prevenção das alterações

musculoesqueléticas no indivíduo. Desenvolver um vídeo educativo e artigos científicos com resultados e protocolos de tratamento encontrados no estudo.

Método: Análise prospectiva de prontuários de 10.119 indivíduos atendidos em 12 anos, no ambulatório de ortopedia pediátrica da Rede Sarah de Hospitais de Reabilitação, Brasília - DF, Brasil. Foram incluídos 367 indivíduos com uma análise de marcha no laboratório de movimento, idade entre 4 e 18 anos, padrão de MPPI, com exame clínico e laboratoriais dentro dos padrões de normalidade. Foram excluídos aqueles com alterações ao exame neurológico ou exames complementares: laboratoriais, neurofisiológico e de imagem, ou com outros diagnósticos. A técnica da análise de movimento da cinemática tridimensional da marcha foi realizada utilizando o sistema *VICON VANTAGE*. Foi estudada a evolução clínica de 367 indivíduos divididos em três grupos, pelas seguintes idades: 4 a 6 anos, 7 e 8 anos e 9 a 18 anos. Esses grupos foram comparados entre si, analisando suas características. 101 possuíam análises da marcha em dois momentos sendo classificados em dois grupos: Controle (mantidos em observação, sem intervenção) e Gesso (submetidos à intervenção com três trocas gessadas seriadas de 15/15 dias). É uma produção realizada em conjunto com os profissionais do ambulatório, bioengenharia e estatística do Hospital Sarah Brasília - DF. Tem potencial para influenciar áreas de inovação, impacto nas políticas e práticas de assistência e na formação acadêmica dos profissionais em treinamento da ortopedia pediátrica.

Resultados: De 10.119 indivíduos avaliados, 543 apresentavam MPPI, com uma prevalência de 5%. Eles foram admitidos com média de idade de 6,6 anos, 63% eram do sexo masculino, 494 (91%) procedentes do DF. Análise da evolução clínica foi realizada em 367 indivíduos com seguimento médio de 3,1 anos (DP = 2,8 anos). Na avaliação por faixa etária, os indivíduos de 9 a 18 anos apresentaram melhora evolutiva nas variáveis da marcha e do exame físico com redução da plantiflexão (máxima, média e mínima) e aumento do GDI, quando comparados com os indivíduos com idade entre 4 e 6 anos. 101 foram submetidos a avaliações após o seguimento ou após a intervenção com troca gessadas seriadas. Foi quantificado aumento do GDI em torno de 10 e redução aproximada na mediana de 10° na flexão plantar média, máxima e mínima, com seguimento médio de 1,5 anos (DP = 1,4) demonstrando o efeito das trocas gessadas na redução da estruturação da plantiflexão do tornozelo. A chance de melhora espontânea é de 0,21 e com as trocas gessadas ela aumenta em um fator de 3,67. O

trabalho apresenta originalidade e relevância para o desenvolvimento científico e clínico, com proposta de intervenção e inovação nas variáveis estudadas para a Área de Saúde sendo adequado e inovador na quantificação dos resultados da intervenção.

Produtos desenvolvidos: Vídeo animado e educativo com a finalidade de conscientizar a população sobre a MPPI. A produção do vídeo animado desenvolvido tem potencial para gerar impacto e fornecer informações mais precisas e atualizadas, ajudando a combater a desinformação e a promover um melhor entendimento e, quando necessário, intervenção. Esse vídeo será disponibilizado pelos canais de divulgação institucionais (*youtube*, sociedades médicas, instituições educacionais e serviços de saúde) e mídias sociais. Protocolo para tratamento com trocas gessadas seriadas se mostrou seguro e eficaz. Esse protocolo já foi implementado no Hospital da Rede Sarah Brasília - DF e será implementado nas demais unidades de atendimento de ortopedia pediátrica da Rede Sarah, demonstrando sua aplicabilidade não apenas local, como nas outras unidades da federação, inclusive nos serviços do SUS, devido fácil reprodutibilidade e baixo custo. Artigo científico demonstrando os resultados do tratamento com trocas gessadas seriadas com capacidade de devolução dos resultados para comunidade científica e/ou autoridades em saúde nacional e internacional, haja visto que será encaminhado para publicação no *The Journal of Bone and Joint Surgery*, QUALIS A1.

Conclusões: A importância de estudar a MPPI é fundamental para entender sua evolução natural e saber quando intervir para minimizar o impacto de problemas emocionais e possíveis alterações ortopédicas. A avaliação por faixa etária mostrou melhora evolutiva nas variáveis da marcha e do exame físico, com redução da plantiflexão nos indivíduos de 9 a 18 anos quando comparados com aqueles com idade entre 4 e 6 anos. Pela primeira vez, verificou-se que o tratamento MPPI levou à melhora da marcha em comparação com o grupo sem intervenção 3,67 vezes maior e sem relatos de complicações. As trocas gessadas podem ser indicadas como um acelerador da evolução espontânea, conseguindo corrigir a estruturação da plantiflexão ou postergando um procedimento cirúrgico, se necessário, nos casos que não evoluírem com resolução espontânea.

Palavras-chave: Marcha, equino, história natural, análise da marcha.

ABSTRACT

LEMOS, G J P. Idiopathic toe walking: natural evolution, educational video, cast change protocol and its effectiveness in preventing changes in adults. Master's in Health Sciences - Higher School of Health Sciences. ESCS / FEPECS / SES. Brasília, DF, 2023.

Introduction: Idiopathic toe walking (ITW) is a term that includes an abnormal gait pattern in which the child walks by unloading weight bearing on the front of the feet, skipping or decreasing the initial stance phase of heel strike on the ground. When associated with restricted ankle range of motion, it is characterized as “congenital contracture of the Achilles tendon”, walking on toes is part of normal development, and can occur up to two to three years of age and should resolve spontaneously. When it persists for more than five years, it must be investigated. Most individuals are healthy children; structural or neuromuscular pathological conditions may be associated and may be an early identifier of some other etiology. It is a diagnosis of exclusion, with no signs of a neurological, orthopedic, or psychological condition. Intervention for this situation should be performed to improve the restriction in ankle range of motion (ROM). There are few references in the world literature on natural history and the best time for intervention. Better understanding this condition will help in understanding the natural history, allowing the identification of variables that may associate the equinus structure of the ankle or spontaneous remission. This way, we can create educational videos to instruct families when it is necessary to seek treatment, preventing physical deformities and psychosocial changes in the individual in childhood, adolescence and adulthood. **Objective:** Describe the natural evolution of ITW, plaster replacement protocol and its effectiveness in preventing musculoskeletal changes in adults. Develop an educational video and scientific articles with results and treatment protocols found in the study. **Method:** Prospective analysis of medical records of 10.119 individuals treated over 12 years, at the pediatric orthopedics outpatient clinic from Sarah Rehabilitation Hospitals Network, Brasília - DF, Brazil. 367 individuals were included, with at least one gait analysis in the movement laboratory, aged between 4

and 18 years old with ITW pattern, with clinical and laboratory examinations within normal limits. Those with changes in the neurological examination or complementary tests were excluded: laboratory; neurophysiological; and imaging, or with other diagnoses. The three-dimensional gait kinematics movement analysis technique was performed in a standard way, using the VICON VANTAGE system. The clinical evolution of 367 individuals divided into three groups was studied, by the following ages, 4 to 6 years, 7 and 8 years and over 9 years and compared with each other, analyzing their characteristics in the different age groups, called the control group. 101 had gait analyzes at two moments and were classified into two groups: Control group - they were kept under observation, without intervention. Plaster group - underwent intervention with serial plaster changes (service protocol). **Results:** 543 had ITW, with a prevalence of 5%, admitted with an average age of 6.6 years, 63% were male, 494 (91%) from Distrito Federal. Analysis of clinical evolution was carried out in 367 individuals (mean follow-up of 3.1 years, SD = 2.8 years). Assessment by age group, individuals over 9 years of age showed evolutionary improvement in gait and physical examination variables with reduced plantar flexion (maximum, medium, and minimum) and increased GDI, when compared to individuals aged between 4 to 6 years. 101 underwent evaluations after follow-up or after intervention with serial plaster changes. An increase in GDI of around 10% and an approximate reduction of 10° in mean, maximum and minimum plantar flexion to the median were quantified, with an average follow-up of 1.5 years (SD = 1.4) demonstrating the effect of plaster casts on reduction of the structuring of ankle plantar flexion. The chance of spontaneous improvement is 0.21 and with plaster replacements it increases by a factor of 3.67. **Developed Products:** Three products were developed: animated and educational video, with the purpose of educating and raising awareness about ITW. Protocol for treatment with serial plaster changes proved to be safe and effective. Scientific article demonstrating the results of treatment with serial plaster changes. **Conclusion:** The importance of studying ITW, to better understand its evolution, is fundamental to understanding its natural evolution and knowing when to intervene to minimize the impact of emotional problems and possible orthopedic changes. The evaluation by age group in individuals over 9 years of age showed evolutionary improvement in gait and physical examination variables with reduction in plantar flexion, when compared to those aged between 4 and 6 years. For the first time, it was found that ITW treatment led to a 3.67 times

greater change or normalization of gait compared to the control group (without intervention) and with no complication reports. Plaster exchanges can be indicated as an accelerator of spontaneous evolution, managing to correct the plantar flexion structure, or postponing a surgical procedure, if necessary, in cases that do not evolve with spontaneous evolution.

Keywords: Idiopathic toe walking, plaster casts, natural history, gait analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ciclo da Marcha (Fase de apoio e fase de balanço) Brasília/DF-Brasil, 2023	27
Figura 2 - Marcha normal e MPPI, Brasília/DF-Brasil, 2023	28
Figura 3 - Demonstração do teste de Silfverskiöld Brasília/DF-Brasil, 2023	30
Figura 4 - Zonas de alongamento no tratamento cirúrgico da MPPI.	33
Figura 5 - Laboratório de análise do movimento do Hospital Sarah Brasília/DF-Brasil, 2023	38
Figura 6 - Variáveis estudadas, marcha normal, Brasília/DF-Brasil, 2023	40
Figura 7 - Plantiflexão do tornozelo, neutro e maior que 10 graus.	41
Figura 8 - Divisão anatômica do pé, mostrando a articulação de Chopart.	42
Figura 9 - Aparelho gessado suropodálico, Brasília/DF-Brasil, 2023	43
Figura 10 - Exercícios de alongamentos dos flexores do tornozelo	43
Figura 11 - Correlação das variáveis moderadas e fortes, Brasília/DF-Brasil, 2023....	48
Figura 12 - Distribuição das medidas da análise da marcha por faixa etária, Brasília/DF-Brasil, 2023.....	51
Figura 13 - Comparação das medidas da análise da marcha dos grupos controle e gesso, 1º exame (1) e 2º exame após observação/intervenção, Brasília/DF-Brasil, 2023	55
Figura 14 - Ciclo da marcha, referência, MPPI e pós trocas gessadas, Brasília/DF-Brasil, 2023	56
Figura 15 - Gráficos comparativos da análise cinemática da MPPI - Casos 1 e 2 - Resultado das trocas gessadas seriadas, exame 1 e 2	57

Figura 16 - Gráficos comparativos da análise cinemática da MPPI - Caso 3 - Evolução de um indivíduo do grupo controle, exame 1 e 2	57
Figura 17 - Distribuição entre o Grupo Controle e Grupo Gesso, Brasília/DF-Brasil, 2023	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise descritiva, Média (DP), das variáveis estudadas por sexo e idade, Brasília/DF-Brasil, 2023.....	46
Tabela 2 - Correlação entre as variáveis da análise da marcha e do exame físico, Brasília/DF-Brasil, 2023.....	47
Tabela 3 - Distribuição da faixa etária dos indivíduos no 1º exame, Brasília/DF-Brasil, 2023	49
Tabela 4 - Análise descritiva, Média (DP), das variáveis estudadas por Faixa Etária, Brasília/DF-Brasil, 2023.....	50
Tabela 5 - Testes de médias comparando as variáveis da análise da marcha e do exame físico por faixa etária, Brasília/DF-Brasil, 2023	52
Tabela 6 - Distribuição dos grupos por idade e sexo, Brasília/DF-Brasil, 2023	53
Tabela 7 - Comparações dos resultados por grupos no 1º e 2º exames, Brasília/DF-Brasil, 2023	58
Tabela 8 - Comparações dos grupos por resultados do 1º e 2º exames, Brasília/DF-Brasil, 2023	59
Tabela 9 - Variável resposta da regressão logística - distribuição entre grupos, Brasília/DF-Brasil, 2023.....	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADM - amplitude de movimento

CPK - creatina fosfoquinase

ESCS - Escola Superior em Ciências da Saúde

FEPECS - Fundação de Ensino e Pesquisa em Ciências da Saúde

GDI - Índice de desvio de marcha

MPPI - Marcha na ponta dos pés idiopática

SNC - Sistema nervoso central

TALE - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TDAH - Transtorno de déficit de atenção e hiperatividade

TEA - Transtorno do Espectro Autista

TGO - Transaminase oxalacética ou AST (aspartato aminotransferase)

TGP - Transaminase pirúvica ou ALT (alanina aminotransferase).

PF - Plantiflexão

SUMÁRIO

APROXIMAÇÃO COM TEMA.....	22
1 INTRODUÇÃO	23
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	26
3 OBJETIVOS.....	36
3.1 OBJETIVO GERAL.....	36
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	36
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	37
4.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO.....	37
4.2 LOCAL E PERÍODO.....	37
4.3 CASUÍSTICA.....	37
4.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO.....	37
4.5 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO.....	37
4.6 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS.....	38
4.6.1 Análise da marcha.....	38
4.6.2 Análise da evolução clínica.....	40
4.6.3 Análise do grupo controle com grupo com trocas gessadas.....	40
4.6.4 Procedimento - Descrição das trocas gessadas seriadas.....	41
4.7 FORMULÁRIO PADRÃO.....	44
4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	44

5 RESULTADOS	46
5.1 PERFIL EPIDEMIOLÓGICO E CARACTERÍSTICAS DA MPPI.	46
5.2 AVALIAÇÃO DAS VARIÁVEIS POR FAIXA ETÁRIA	49
5.3 AVALIAÇÃO DOS GRUPOS CONTROLE E GESSO.	53
6 DISCUSSÃO	62
7 REFERÊNCIAS	68
8 ARTIGO DESENVOLVIDO	71
9 PRODUTOS DESENVOLVIDOS	91
9.1 VÍDEO ANIMADO - MARCHA NA PONTA DOS PÉS IDIOPÁTICA	91
9.2 PROTOCOLO PARA CONDUÇÃO DE CRIANÇAS MARCHA NA PONTA DOS PÉS IDIOPÁTICA COM TROCAS GESSADAS SERIADAS	95
10 CONSIDERAÇÕES FINAIS	100
11 ANEXO	102
11.1 PARECER CONSUBSTANCIADO	102

APROXIMAÇÃO COM O TEMA

A partir de observações clínicas dos casos da marcha na ponta dos pés, sua evolução, diversidades de tratamento sugerido na literatura e incógnita na história natural, surgiu o interesse do autor neste estudo.

Em dezembro de 2009, em uma sessão clínica da ortopedia pediátrica no Hospital da Rede Sarah, Brasília-DF, o assunto foi submetido para discussão. Foram apresentados quatro casos, analisados de diferentes maneiras: observação, medidas conservadoras e até intervenções cirúrgicas. A revisão bibliográfica mostra uma diversidade de tratamentos para a marcha na ponta dos pés, além de questionamentos sobre sua causa e evolução. Ao fim da reunião, foi sugerida, pelo cirurgião-chefe, a criação de um protocolo com as equipes da ortopedia pediátrica, pediatria e genética para melhor estudar essa condição e seus desfechos.

Este tema sempre despertou grande interesse no autor, motivando o aprimoramento de sua formação e permitindo-lhe estudar mais profundamente a respeito da história natural, do tratamento e dos resultados. Por acreditar que há uma grande necessidade de aprimoramento da qualidade na assistência a quem possui esta condição, o autor desta pesquisa decidiu ingressar no mestrado profissional. Isto por entender que, assim, poderá contribuir com a promoção e a conscientização sobre a importância de intervir quando necessário, minimizando e prevenindo deformidades estruturadas e psicossociais no indivíduo adulto, com abordagens simples e eficazes para serem utilizadas no sistema público de saúde nacional.

1 INTRODUÇÃO

A primeira descrição científica de pessoa que andava na ponta dos pés, foi feita por Hall, em 1967. Essa condição foi chamada “encurtamento congênito do tendão calcâneo” (de Aquiles). Desde então, essa denominação mudou para “marcha na ponta dos pés habitual” e, depois, para “marcha na ponta dos pés idiopática” (MPPI)^{4,5}.

A MPPI é um termo que inclui padrão anormal de marcha que a criança caminha descarregando o suporte de peso na parte anterior dos pés, pulando ou diminuindo a fase de apoio inicial do choque do calcanhar no solo. Algumas dessas crianças conseguem um padrão de marcha normal quando solicitado, mas preferem andar na ponta dos pés, revelando que não apresentam limitação da dorsiflexão do tornozelo. Quando a MPPI está associada à restrição da amplitude de movimentos do tornozelo, caracteriza-se como “contratura congênita do tendão calcâneo”¹.

Andar na ponta dos pés faz parte do desenvolvimento normal, e pode ocorrer até dois a três anos de idade e deve resolver espontaneamente. Quando persiste acima de cinco anos, resulta, muitas vezes em preocupação dos pais, levando à procura por uma avaliação de profissional especialista². A maioria dos indivíduos são crianças saudáveis. Em alguns, podem estar associadas condições patológicas estruturais como: tendão curto congênito ou contraído, paralisia cerebral, neuropatia periférica, disrafismo espinhal, distrofias musculares ou outras condições neuromusculares e/ou neurológicas, podendo ser um identificador precoce de alguma outra etiologia³.

Nas crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA) e distúrbios do desenvolvimento da fala e da linguagem tem sido observado uma maior incidência de MPPI. Em transtornos do neurodesenvolvimento, como o transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), a frequência não é bem conhecida⁶. A predisposição familiar está presente em 30-42%, com uma prevalência estimada da MPPI variando de 5% a 12% das crianças saudáveis, afetando mais meninos do que meninas⁷.

A marcha na ponta dos pés idiopática é um diagnóstico de exclusão, feito quando as crianças persistem em andar na ponta dos pés, sem sinais de uma condição neurológica, ortopédica ou psicológica².

Existem diversas teorias sobre porque crianças saudáveis continuam a andar na ponta dos pés, entre as quais um distúrbio genético hereditário com um padrão autossômico dominante de herança com expressão variável, um aumento na proporção de fibras musculares do tipo I, dificuldades do processamento sensorial e até o uso de andadores infantis^{8,9}. Um único estudo mostra a resolução espontânea em 59% das crianças sem contraturas aos 5,5 anos de idade e aos 10 anos de idade uma melhora de 79%¹⁰. A etiologia e história natural da MPPI são desconhecidas, continuam a ser investigadas e seguem sendo controversas. Classificar a MPPI pode ser desafiador, e a falta de consenso na literatura sobre a terminologia, confunde ainda mais a questão.

De acordo com Pomarino *et al.*⁷, as crianças que andam na ponta dos pés apresentam uma série de diferentes características, que podem resultar de diferentes condições. Eles classificam os indivíduos de acordo com as características físicas, dividindo-os em 3 tipos:

Tipo I: músculo tríceps sural curto, a panturrilha em forma de coração, pregas profundas sobre a área do tendão de Aquiles e um acúmulo de gordura no antepé sob o segundo e terceiro metatarso. Outras características comuns são: calcanhar afilado e pé cavo.

Tipo II: Este grupo tem predisposição familiar positiva, apresenta sinal em “V” sobre a área do tendão calcâneo e o músculo gastrocnêmio é hipertrofiado.

Tipo III: Este grupo consegue apoiar o calcanhar no chão quando solicitado e, em geral, o problema se resolve espontaneamente entre 4 e 5 anos de idade.

Um esquema de classificação para padrões de marcha vistos em crianças com MPPI por Alvarez *et al.*¹¹, determina a gravidade da marcha na ponta dos pés de acordo com a presença de rolamentos de tornozelo com base em parâmetros cinemáticos, e permitiu a definição do tipo 1 como leve, tipo 2 moderado e o tipo 3 como grave. A utilidade, confiabilidade e sensibilidade à mudança após a intervenção dessa classificação ainda não foi estabelecida.

A análise cinemática tridimensional da marcha é uma ferramenta que possibilita a avaliação do equino por meio de um sistema computadorizado, permitindo a

quantificação das deformidades. Quando possível, deve ser utilizada para auxiliar no diagnóstico e documentar ou quantificar os resultados pré e pós-intervenção^{1,12}, atualmente com inovações para pé e tornozelo, porém ainda pouco explorado.

A intervenção para essa situação deve ser realizada a fim de melhorar a restrição na amplitude de movimento (ADM) do tornozelo pois, se nenhum tratamento for realizado, essas crianças têm maior chance de desenvolver limitação da dorsiflexão mais grave com o tempo. Existem poucas referências na literatura mundial sobre a história natural e qual o melhor momento de intervenção; alguns defendem intervenções conservadoras e outros procedimentos cirúrgicos. Contudo, ainda não apresenta consenso no tratamento devido ao desconhecimento de sua causa e evolução³.

Atualmente observa-se que essa forma de deambular impacta a qualidade de vida desses indivíduos, repercutindo na vida do adulto, dificultando sua aceitação social, meninos sofrendo “*bullying*” por andar como bailarinas (saltitante), dificuldades para prática de certas atividades esportivas, laborais e até dores crônicas do sistema musculoesquelético⁴.

Entender melhor essa condição auxiliará na compreensão da história natural, permitirá a identificação de variáveis que possam associar a estruturação em equino do tornozelo ou remissão espontânea dos indivíduos e se as trocas gessadas fazem diferença na marcha na ponta dos pés idiopática. Com uma compreensão mais aprofundada a respeito dessa condição, pode-se, por exemplo, elaborar vídeos educativos para instruir as pessoas sobre quando é necessário procurar tratamento especializado, além de permitir a descrição de um protocolo de atenção, para determinar quais crianças precisam de tratamento, prevenindo deformidades físicas e alterações psicossociais do indivíduo na infância, adolescência e vida adulta.

2 REVISÃO DA LITERATURA

O andar na ponta dos pés persistente após os dois ou três anos de idade pode ser um identificador precoce de uma etiologia neuromuscular subjacente, e uma avaliação para afastar a suspeita de paralisia cerebral ou distrofia muscular pode ser necessária³. Atualmente, a literatura usa o termo “marcha na ponta dos pés idiopática”, com perguntas contínuas sobre sua etiologia, história natural e tratamento adequado⁴.

A MPPI é diagnosticada quando nenhuma patologia subjacente pode ser identificada para um indivíduo que tem contato inicial com o solo no antepé, com pouco ou nenhum impacto do calcanhar, sem fraqueza muscular associada ou diminuição dos reflexos¹.

A história natural da MPPI não é abordada com detalhes pela literatura (identificou-se apenas um estudo prospectivo sobre ela). Suas consequências na idade adulta não foram relatadas e não estão bem descritas. Deste modo, identifica-se a necessidade de um número maior de estudos que auxiliem na definição e esclarecimentos acerca dessa condição, visto que esses questionamentos são as perguntas mais frequentes dos pais nas consultas¹³.

A marcha na ponta dos pés pode estar associada à contratura do tendão calcâneo, resultando em limitação da amplitude de movimento do tornozelo, condição conhecida como “contratura hereditária do tendão de Aquiles”. As crianças com MPPI não têm contratura, mas algumas, não tratados, podem evoluir com encurtamento¹⁰, com anatomia completamente normal.

Os músculos importantes a serem examinados quanto à contratura são o gastrocnêmio e o sóleo. A fusão distal destes dois músculos dá origem ao tendão calcâneo e, juntos formam o complexo músculo-tendinoso do tríceps sural, que é responsável, principalmente, pela flexão plantar do tornozelo². Perry¹⁴ descreve que a cinemática do tornozelo é dividida em três rolamentos do tornozelo e pé. O primeiro rolamento, ou balanço do calcanhar, é descrito como a flexão plantar do tornozelo imediatamente após o calcanhar tocar o solo, e o movimento é seguido de uma plantiflexão do tornozelo - a plantiflexão é controlada pela ação excêntrica do tibial

anterior. O segundo rolamento, descreve a dorsiflexão progressiva do tornozelo à medida que ocorre o avanço da tíbia sobre a posição fixa do pé durante o apoio médio. Esse movimento é controlado pela ação excêntrica dos gastrocnêmios. No terceiro rolamento ocorre a elevação do calcanhar com a flexão plantar contínua do tornozelo durante o apoio terminal através da ação concêntrica dos plantiflexores. (Figura 1)

A amplitude de movimento normal do tornozelo, para crianças com desenvolvimento típico durante o ciclo da marcha é relatada como sendo de 25° de dorsiflexão, e 15° a 20° de flexão plantar. Rigidez ou contraturas que limitam essa amplitude de movimento podem causar uma marcha anormal⁴.

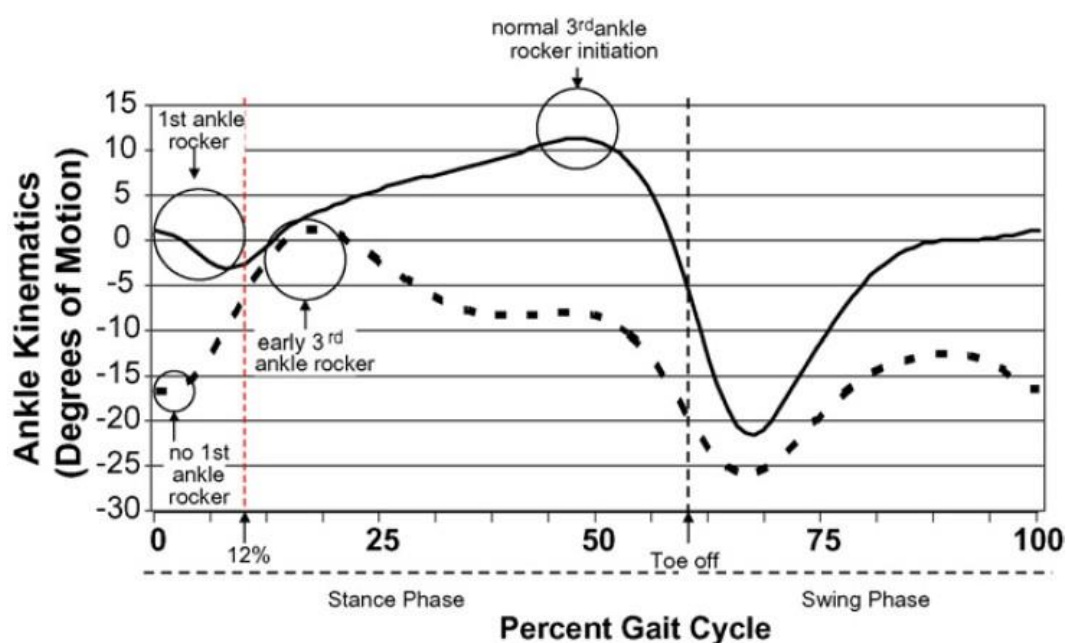


Figura 1 – Ciclo da Marcha Normal (Fase de apoio e fase de balanço). A cinemática do tornozelo para um ciclo de marcha **normal** representado pela curva sólida (—) é sobreposta à cinemática do tornozelo para MPPI representada pela curva tracejada (- - -).
Fonte: adaptado de Alvarez, 2006¹¹.

Na marcha na ponta dos pés, os rolamentos do tornozelo estão alterados; o contato inicial é realizado no antepé ao invés do calcanhar. Portanto, não se observa o primeiro rolamento; o segundo rolamento está invertido e no balanço ocorre aumento da plantiflexão². (Figura 2)

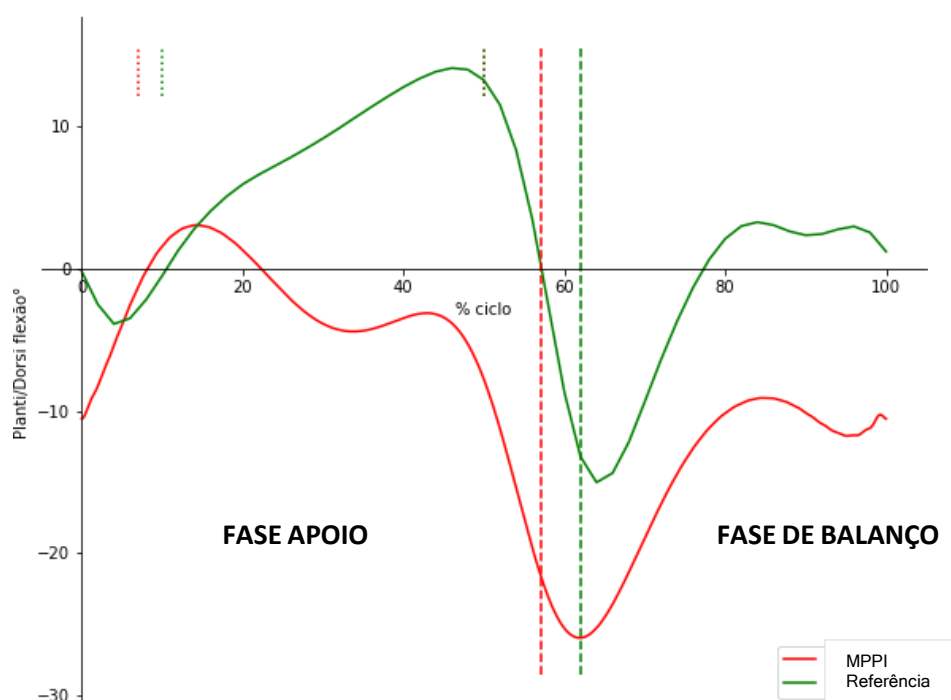


Figura 2 - Marcha normal¹⁴ e MPPI.
 Fonte: Elaboração própria, 2023.

A marcha normal é uma função coordenada pelo sistema nervoso central (SNC), com processos neurológicos inconscientes controlando múltiplas contrações e relaxamentos musculares em muitas articulações, além de monitorar as posições das articulações e do corpo para manter o equilíbrio e o impulso para frente. O motivo pelo qual o SNC instrui algumas crianças a andar na ponta dos pés é desconhecido; no entanto, andar persistentemente na ponta dos pés ao longo do tempo pode resultar em restrição da dorsiflexão do tornozelo⁴.

Há também um potencial componente genético para MPPI. Pomarino *et al.*⁷ relataram que 42% de 836 crianças com MPPI tinham história familiar de andar na ponta dos pés, predominantemente observado em meninos, e levantaram a hipótese de que pode haver um padrão de herança autossômica recessiva ligada ao cromossomo X^{1,7}.

A MPPI é um diagnóstico de exclusão; portanto, vários componentes da história e do exame físico do indivíduo são necessários para descartar uma causa subjacente. Em alguns casos, exames complementares, ressonância magnética nuclear do SNC,

testes de condução nervosa e análise computadorizada da marcha também podem ser necessários³.

Na história clínica, devem ser abordadas as principais preocupações da família, queixas de dor, dificuldade de uso de sapatos, limitação de corrida, presença de tropeços, críticas de colegas e/ou preocupações estéticas. Os pais, geralmente, preocupam-se com possíveis limitações futuras dos filhos, como dor ou impacto em outras articulações⁴.

Uma anamnese detalhada da gestação, nascimento e marcos de desenvolvimento são aspectos-chave da história. Andar na ponta dos pés pode ser um sinal de paralisia cerebral ou de distrofia muscular, quando o diagnóstico pode sugerir uma análise genética, aconselhamento familiar e tratamento².

Um aumento da prevalência de MPPI tem sido observado no Transtorno do Espectro Autista (TEA) e atrasos nos marcos motores e de fala podem ajudar a fazer esse diagnóstico³. A história familiar deve questionar se têm outros casos semelhantes e/ou anormalidades da marcha ou quaisquer outras condições neuromusculares^{3,10}.

A avaliação física do indivíduo deve incluir exames musculoesquelético e neurológico completos. A análise observacional da marcha deve focalizar a posição do pé durante a fase de balanço, o contato inicial no solo, a posição do pé durante a fase de apoio, além de avaliar o balanço simétrico do braço. As extremidades devem ser avaliadas quanto a quaisquer anormalidades, como amplitude de movimento limitada, déficits de força, discrepâncias no comprimento dos membros ou assimetria coxa/panturrilha. Deve-se observar os tornozelos para diferenciar a marcha dinâmica (habitual) de uma marcha com deformidade fixa causada pela contratura do tendão calcâneo⁴.

Se houver dorsiflexão limitada do tornozelo, o teste de Silfverskiöld pode distinguir entre contratura isolada do gastrocnêmio e contratura do tríceps sural, comparando a dorsiflexão do tornozelo medida com o joelho fletido a 90° e a medida em extensão do joelho². (Figura 3)

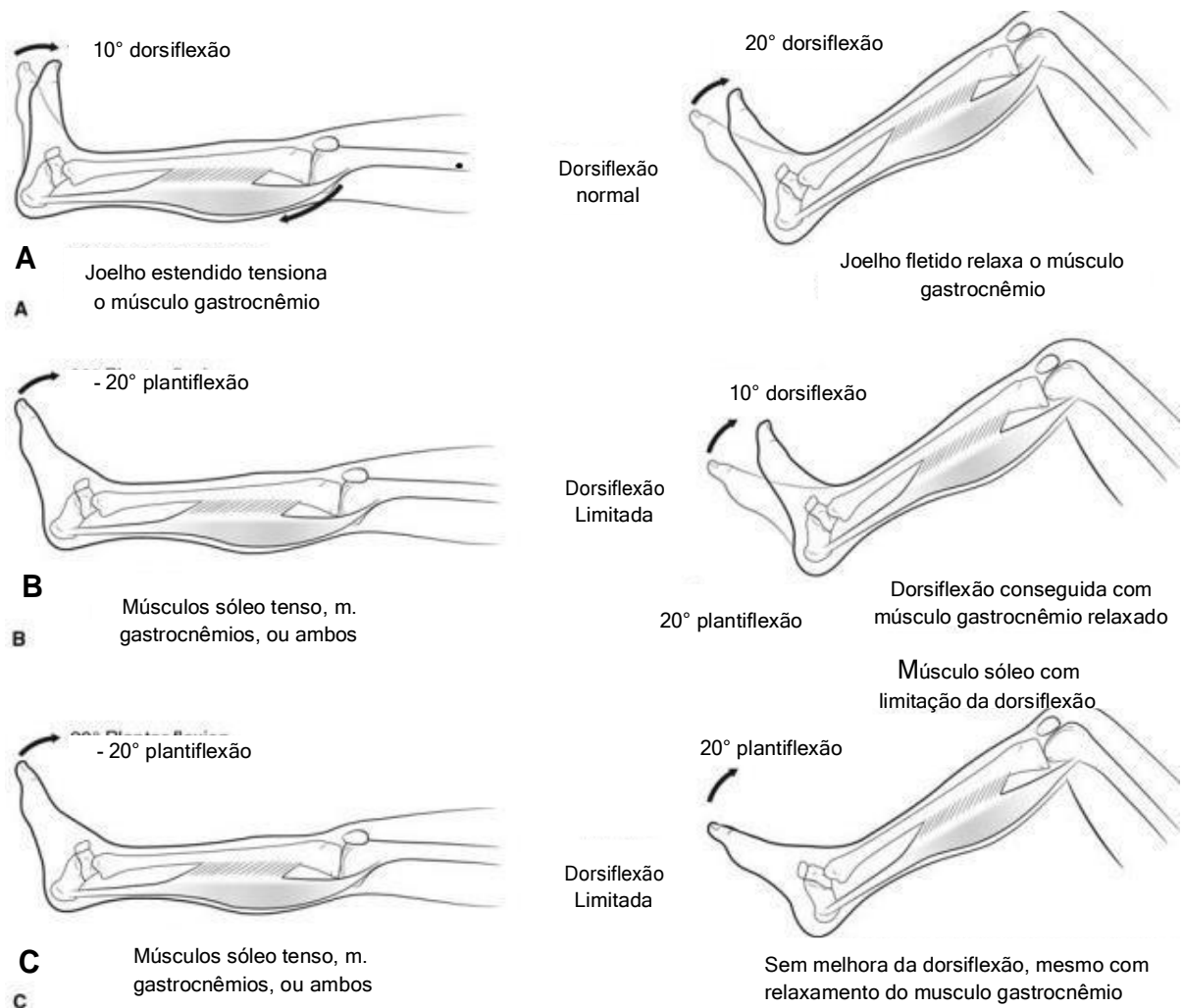


Figura 3 - Demonstração do teste de Silfverskiöld. Usado para determinar a localização da tensão muscular posterior que leva à limitação da dorsiflexão do tornozelo. A dorsiflexão do tornozelo é medida primeiro com o joelho estendido e depois com o joelho fletido. A diferença na dorsiflexão do tornozelo é então usada para determinar a localização de uma contração do tornozelo, se houver. **A:** O tornozelo faz uma dorsiflexão além de neutro com extensão e flexão do joelho, indicando a ausência de contração fixa da musculatura posterior. **B:** A dorsiflexão do tornozelo é limitada a -20° aquém do neutro com extensão do joelho, mas dorsiflexão além de neutro com flexão do joelho, indicando uma contração da musculatura posterior da panturrilha limitada ao músculo gastrocnêmio. **C:** A dorsiflexão do tornozelo é limitada a -20° abaixo do neutro com extensão e flexão do joelho, indicando uma contração dos músculos gastrocnêmio e sóleo.

Fonte: Adaptado de Oetgen, 2012².

A avaliação da presença de calosidade plantar dos pés fornece informações sobre se o calcanhar está, ou não, em contato frequente com o solo durante a caminhada - em uma criança que anda com um balanço normal, o calcanhar terá uma pele espessa e semelhante em cor, espessura e rugosidade. Em contraste, um indivíduo que caminha tocando apenas o solo com o antepé, ele ficará mais alargado em comparação com o calcanhar, com calosidade espessa sob as cabeças dos

metatarsos e uma pele macia e mais pálida sobre o calcanhar, que estará sempre mais afilado⁷.

O exame da marcha deve incluir um caminhar apenas com os calcanhares, quando possível, para avaliar a amplitude de movimento e a força da dorsiflexão do tornozelo ativo, assim como a capacidade em agachar pode fornecer informações sobre a amplitude funcional da dorsiflexão do tornozelo³.

Os exames laboratoriais e de imagem podem identificar as causas patológicas da MPPI. A avaliação da creatina fosfoquinase (CPK) é um teste de triagem simples para miopatias e testes genéticos ou biópsia muscular podem ser necessários se houver suspeita de distrofia muscular. No cenário de deformidade em equino rígido, as radiografias do pé e do tornozelo podem descartar malformações esqueléticas ou fusões congênitas⁴.

A análise computadorizada da marcha e os estudos de eletromiografia ajudam a diferenciar a MPPI de outras causas neuromusculares. Se houver suspeita de anormalidade do SNC, a ressonância magnética do cérebro e/ou medula espinhal podem ajudar a descartar malformações ou neoplasias cerebrais, malformação de Chiari, siringomielia e medula presa, como possíveis etiologias⁴.

A história natural da MPPI não foi extensivamente estudada. Hirsch e Wagner¹⁵ observaram indivíduos tratados sem cirurgia até pelo menos treze anos de idade. Todos os indivíduos receberam exercícios de alongamento passivo, e cinco foram tratados com gesso abaixo do joelho por 2 a 4 semanas. Três, dos cinco, receberam órteses noturnas após a retirada do gesso. Dos onze indivíduos mantidos em acompanhamento, três andavam na ponta dos pés, mas tinham a capacidade de andar normalmente, e oito andavam com um padrão normal. Nenhum melhorou a dorsiflexão do tornozelo.

Outro estudo relevante foi realizado por Engström e Tedroff¹⁰, em 2018, que relataram uma grande coorte de base populacional com crianças com MPPI. Entre 1.401 crianças sem alterações de desenvolvimento ou neurológicas conhecidas, 63 (4,5%) foram andadores ou andaram na ponta dos pés em algum momento até 5,5 anos de idade. Aos 10 anos de idade, oito dos 1.401 ainda andavam na ponta dos

pés, enquanto cinco haviam sido submetidos a alongamento cirúrgico do tendão de Aquiles entre 5,5 e 10 anos de idade. Assim, 79% das crianças que andavam na ponta dos pés em qualquer momento antes dos 5,5 anos de idade pararam espontaneamente de fazê-lo aos 10 anos de idade. Nenhum indivíduo desenvolveu contratura de Aquiles.

Para Dietz e Khunsree¹⁶, andar na ponta dos pés é uma deformidade estética que deve ser tratada apenas se o padrão da marcha incomodar a família.

Sobel *et al.*¹⁷ examinaram 60 indivíduos que andavam na ponta dos pés, com idade variando de 1 a 15 anos. Nesse estudo, observaram que 46% dos indivíduos com MPPI tinham dorsiflexão passiva do tornozelo menor que zero e encontraram diminuição da dorsiflexão com o aumento da idade. Concluíram que as contraturas em equino do tornozelo podem se desenvolver como consequência da caminhada prolongada na ponta dos pés. Essas alterações podem afetar o formato do pé com distribuição de pressão mais concentrada no antepé e desencadear metatarsalgia, conforme Di Giovanni *et al.*¹⁸ relataram dor no antepé em 56% dos adultos com contraturas do gastrocnêmio^{4,18}.

Katz & Mubarak¹⁹ examinaram sete indivíduos com média de idade de sete anos. Cinco foram tratados com gesso em série. Dois, dos sete continuaram a andar na ponta dos pés, e cinco melhoraram. Dois anos após foi observado um aumento de 6° na dorsiflexão máxima do tornozelo.

Stott *et al.*²⁰ em 2004 avaliaram treze indivíduos submetidos à análise da marcha e teste de força muscular da panturrilha após a intervenção: seis com trocas gessadas e sete foram operados. Os seis indivíduos tratados com gesso relataram melhora na marcha, visualmente normal, embora nenhuma criança teve a cinemática normalizada.

Eastwood *et al.*⁸ descreveram que, apesar da percepção dos pais de melhora ter sido relatada por 51% dos indivíduos tratados com uso de gesso, a observação médica mostrou que apenas 22% daqueles apresentaram uma marcha normal.

Fox *et al.*²¹ relataram que 29 de 44 indivíduos com tratamento com gesso resolveram completamente a MPPI, com seguimento médio de 14 meses e 15

persistiram após gesso. Em outra coorte de 13 indivíduos com tratamento de gesso em série, 40% continuaram a andar na ponta dos pés de acordo com o relato dos pais. Embora o gesso seriado tenha produzido melhora, uma porcentagem de indivíduos continua a andar na ponta dos pés e a taxa de recidiva aumenta ao longo do tempo.

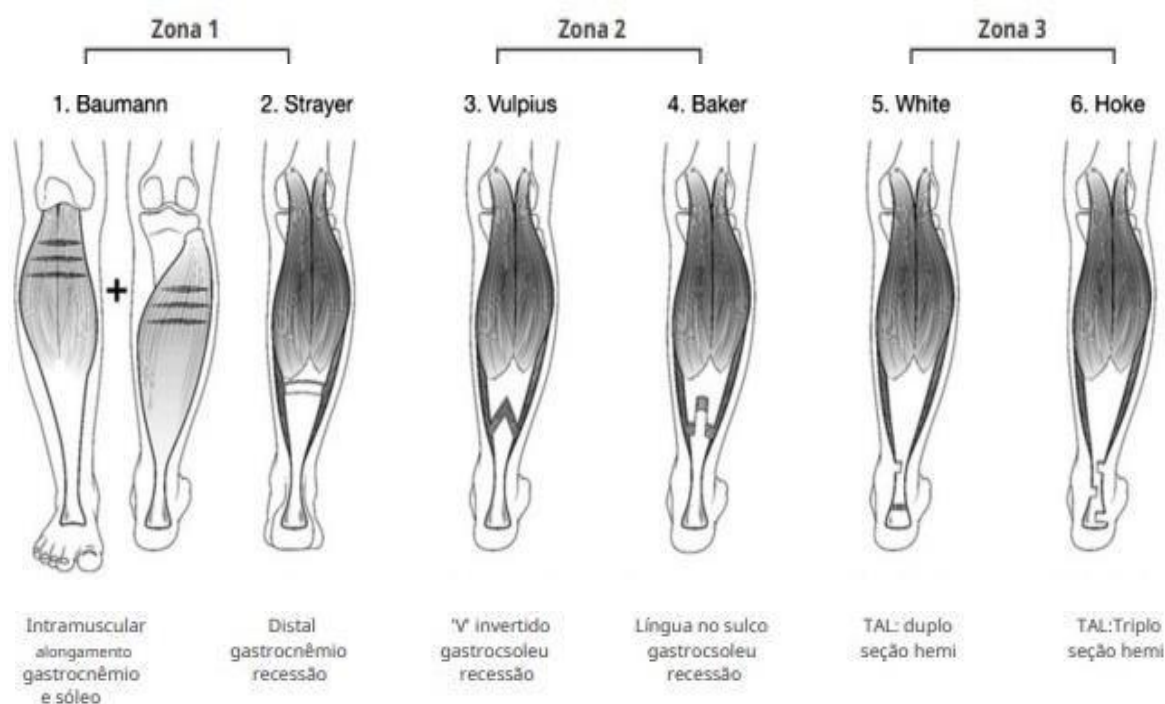


Figura 4 - Zonas de alongamento no tratamento cirúrgico da MPPI.
Fonte: Adaptado de Ruzbarsky, 2018³.

O tratamento cirúrgico da MPPI inclui alongamento do gastrocnêmio (Zona 1), alongamento do gastrocnêmio com a fáscia do sóleo também alongada (Zona 2) ou alongamento de Aquiles percutâneo ou aberto (Zona 3) conforme ilustrado na Figura 4. Nesses indivíduos, o complexo do tríceps sural está com seu comprimento encurtado ao longo do ciclo da marcha, e seu alongamento deve promover o contato do calcanhar durante a marcha. Além disso, o alongamento do tendão calcâneo pode enfraquecer a flexão plantar temporariamente, dificultando ou impossibilitando a marcha na ponta dos pés por alguns meses após a cirurgia.

Stricker e Ângulo²² compararam o tratamento entre três grupos que foram submetidos a observação, gesso/órtese e cirurgia. O grupo cirúrgico incluiu 15 indivíduos: 11 com alongamento bilateral de zetaplastia de Aquiles e quatro com recessão gastrocnêmio bilateral. Entre os três grupos, o grupo cirúrgico teve uma

melhora de 20° (de -10° a 10°) na dorsiflexão do tornozelo, e apenas um indivíduo continuou a andar na ponta dos pés.

Hemo *et al.*²³ analisaram retrospectivamente quinze indivíduos com MPPI, 12 deles com falha de medidas conservadoras (gesso seriado, órtese, fisioterapia). As medidas de resultados incluíram amplitude de movimento passiva, força de flexão plantar e análise da marcha no pré-operatório e 1 ano após a cirurgia. Doze submetidos a alongamento aberto de tendão de Aquiles e 3 com cirurgia percutânea. Doze de 15, tiveram resolução completa e 3 com marcha normal na maior parte do tempo.

McMulkin *et al.*²⁴ revisaram retrospectivamente 14 indivíduos submetidos a tratamento cirúrgico para MPPI, 7 alongamentos de tendão de Aquiles, 6 percutâneos, um aberto em Z, e 7 alongamentos de gastrocnêmio. O pico de flexão do joelho foi normalizado no grupo de alongamento de tendão de Aquiles e a dorsiflexão foi significativamente melhorada em ambos os grupos. Posteriormente, foram estudados 8 indivíduos que fizeram alongamento cirúrgico do gastrocnêmio/sóleo. Cinco anos após a cirurgia, a análise da marcha mostrou melhorias na inclinação pélvica e na dorsiflexão do tornozelo durante as fases de apoio e balanço.

Na análise de Kogan e Smith²⁵, 10 indivíduos com MPPI tratados cirurgicamente, identificou-se que o alongamento percutâneo é extremamente eficaz, com um resultado previsível, cicatrizes menores e menor tempo de imobilização em comparação com o alongamento aberto. Nenhum dos indivíduos teve qualquer recorrência de andar na ponta dos pés, independentemente da idade do tratamento.

Westberry *et al.*²⁶ concluíram que aqueles com MPPI grave, tratados com um alongamento da Zona III têm resultados melhores, sem aumento do risco de alongamento excessivo, sem necessidade de intervenções adicionais e com diminuição da taxa de recorrência. Os procedimentos foram uma mistura de alongamento aberto em Z, alongamento Hoke percutâneo e Hoke aberto. Após uma média de 3,6 anos, nenhum indivíduo precisou de tratamentos adicionais.

Thielemann *et al.*²⁷ mostraram que 10 crianças com diagnóstico de MPPI, submetidas a dois períodos de trocas gessadas seriadas por 14 dias; foi observado o

alongamento dos flexores plantares do tornozelo, levando a aumento da dorsiflexão ativa do tornozelo com melhora significativa a longo prazo.

As principais preocupações com o alongamento cirúrgico do tendão de Aquiles são o alongamento excessivo e o enfraquecimento permanente, com perda da flexão plantar do tornozelo, extensão do joelho e possível incapacidade do indivíduo de andar na ponta dos pés, mas isso não tem sido encontrado. É importante considerar os possíveis riscos associados a qualquer procedimento cirúrgico de extremidades inferiores, como tromboembolismo, cicatrização deficiente e danos a nervos e estruturas vasculares⁴.

A marcha na ponta dos pés idiopática pode ser uma condição que se resolve espontaneamente pois na maioria dos casos não há necessidade de tratamento. Muitos podem ser tratados de forma conservadora, com sucesso em grande parte dos casos, sendo o tratamento cirúrgico uma opção para casos graves e resistentes. A evolução da doença a longo prazo ainda requer mais pesquisas, embora ainda não exista consenso.

Atualmente, essa condição está sendo estudada e pesquisas contínuas ainda são necessárias para entender melhor suas causas, sintomas e tratamentos. Os pesquisadores e profissionais de saúde estão trabalhando para aprimorar o diagnóstico precoce e a compreensão da fisiopatologia subjacente.

Novas tecnologias, como a análise de marcha por meio de sistemas de captura de movimento e eletromiografia, estão fornecendo informações valiosas sobre os padrões de movimento e a atividade muscular durante a marcha. Além disso, é importante considerar a influência de fatores psicossociais na marcha na ponta dos pés idiopática e algumas intervenções terapêuticas podem ser direcionadas para melhorar a autoestima e a confiança dos indivíduos.

Pesquisas futuras são necessárias para elucidar aspectos como a história natural da condição, a identificação de fatores de risco e o desenvolvimento de abordagens terapêuticas mais eficazes e personalizadas.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Descrever a evolução natural, protocolo das trocas gessadas e sua efetividade, na marcha na ponta dos pés idiopática, como prevenção das alterações musculoesqueléticas.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Demonstrar a prevalência de indivíduos com marcha na ponta dos pés idiopática assistidos no serviço de referência;
- Descrever as características da análise computadorizada da marcha na ponta dos pés idiopática, comparando-as com a sua evolução, de acordo com a idade, sexo;
- Comparar a resposta evolutiva do grupo controle, participantes que foram mantidos em observação (sem intervenção) com o grupo composto pelos participantes que foram submetidos a trocas gessadas seriadas (com intervenção);
- Desenvolver artigos científicos, demonstrando os resultados encontrados no estudo.
- Desenvolver materiais educativos marcha na ponta dos pés idiopática e (vídeo) e de apoio.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Análise retrospectiva de prontuários de indivíduos atendidos em um serviço de referência.

4.2 LOCAL E PERÍODO

No período de janeiro a abril de 2023, foi realizada análise de prontuários de indivíduos atendidos entre janeiro de 2010 e dezembro de 2022, no ambulatório de ortopedia pediátrica da Rede Sarah de Hospitais de Reabilitação, Brasília - DF, Brasil. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Associação das Pioneiras Sociais-DF/Rede Sarah com Parecer N° 5.140.484 (Anexo I)

4.3 CASUÍSTICA

No período estudado, foram atendidos 10.119 indivíduos pela equipe da ortopedia pediátrica e, subsequentemente, acompanhados. O grupo de estudo foi composto por um total de 543 atendidos com MPPI, sendo selecionados 367 indivíduos, com pelo menos, uma análise de marcha no laboratório de movimento.

4.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Foram incluídos todos os indivíduos atendidos no período estudado, com idade entre 4 e 18 anos que apresentaram padrão de MPPI, avaliação da marcha em laboratório de movimento e exame clínico e laboratoriais dentro dos padrões de normalidade.

4.5 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Foram excluídos os indivíduos com marcha na ponta dos pés com alterações ao exame neurológico ou exames complementares: laboratoriais (TGO, TGP, aldolase, CPK e erros inatos do metabolismo); neurofisiológico (eletroneuromiografia, potencial evocado somato-sensitivo e motor); e de imagem (ressonância magnética

de encéfalo e coluna total). Esses exames foram indicados para complementar a investigação diagnóstica, entre eles: paralisia cerebral, neuropatia periférica, disrafismo espinhal, miopatias e doenças metabólicas.

4.6 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

4.6.1 Análise da marcha

A técnica da análise de movimento da cinemática tridimensional da marcha foi realizada de forma padrão, utilizando o sistema *VICON VANTAGE* com captura de 120 Hz, 12 câmeras digitais Canon XLH1, *software VICON MX Nexus 2.8.2*. Essa análise foi feita como descrito por Davis *et al.*²⁸, na qual são colocados 15 marcadores reflexivos em pontos específicos dos membros inferiores dos participantes que são orientados a andar em velocidade confortável, ao longo de um espaço de 11 metros, com áreas definidas para aceleração e desaceleração.

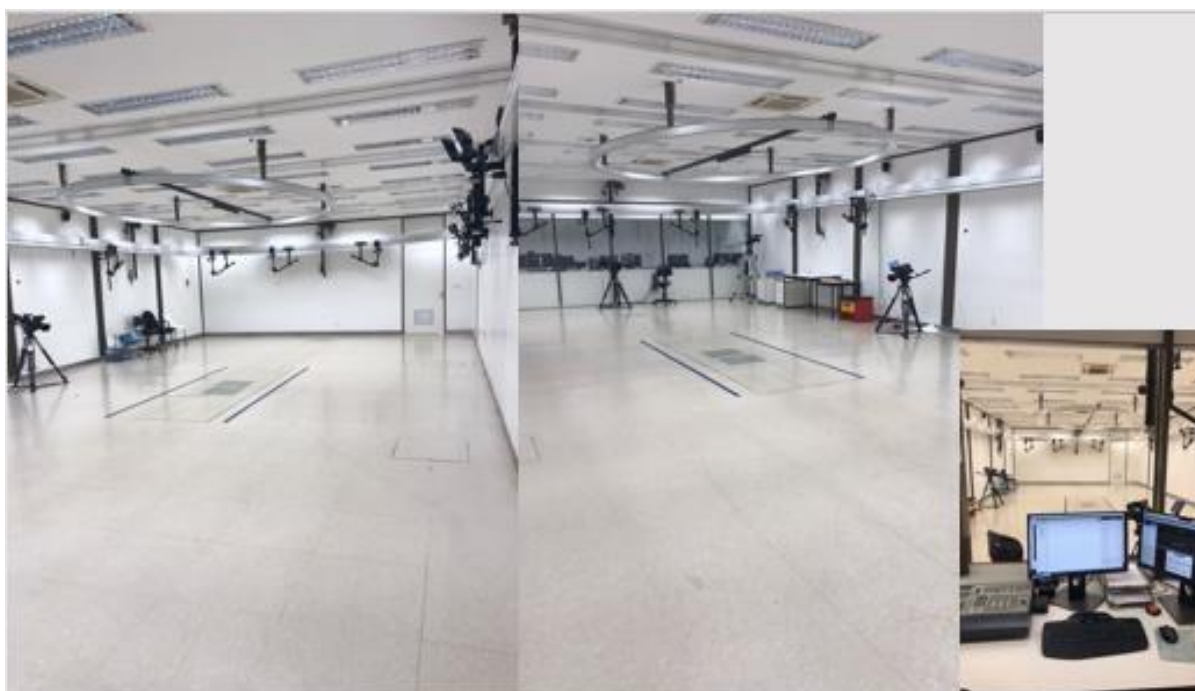


Figura 5 – Laboratório de análise do movimento do Hospital Sarah Brasília/DF - Brasil, 2022.

Fonte: Acervo do autor, 2022.

Dessa avaliação, foram analisadas seis variáveis extraídas quando os indivíduos estavam na fase do apoio simples da marcha. Essa fase foi escolhida pois

apenas um dos membros inferiores está em contato com o solo, sendo assim responsável por sustentar todo o corpo e responder à força de reação ao solo. Foi escolhido o membro inferior direito por ser o mais estudado por outros autores,^{11,12,28} pois além disso a análise estatística demonstrou que não havia diferença significativa entre os dados da perna direita e esquerda no mesmo indivíduo.

As variáveis analisadas foram:

a) Índice de desvio da marcha (*Gait Deviation Index* - GDI): esse índice desvio da marcha foi escolhido por ter referência de como a marcha varia globalmente pois ele leva em conta o movimento da pelve, quadril, joelho e tornozelo²⁹. A marcha típica tem *score* de 100 - a cada 10 pontos de variação há uma distância de um desvio-padrão em relação à média (*T-score*);

b) Flexão plantar mínima: extremo mínimo do ciclo da marcha (Figura 6 - A);

c) Flexão plantar média: é a média amostral de todos os pontos da curva;

d) Flexão plantar máxima: extremo máximo do ciclo. (Figura 6 - B);

e) Amplitude de movimento do tornozelo: flexão plantar máxima, menos a mínima;

f) Tendência da flexão plantar (Reta ~~A-B~~, Figura 6): registra a tendência da variação da curva, ou seja, a plantiflexão pode estar diminuída, para dorsiflexão (valor positivo) ou aumentada (valor negativo) que é o movimento de plantiflexão. A regressão linear de primeira ordem foi utilizada para encontrar a melhor linha de tendência a partir de dados da flexão plantar. Com esses valores é possível prever como será a marcha do participante sem ver a figura e desenvolver filtros para identificar comportamentos específicos na amostra;

g) Dorsiflexão com joelho estendido e dorsiflexão com joelho flexionado: duas medidas do exame físico.

A goniometria da flexão plantar e dorsiflexão do tornozelo foram mensuradas com joelho fletido e estendido, com metodologia padronizada³⁰.

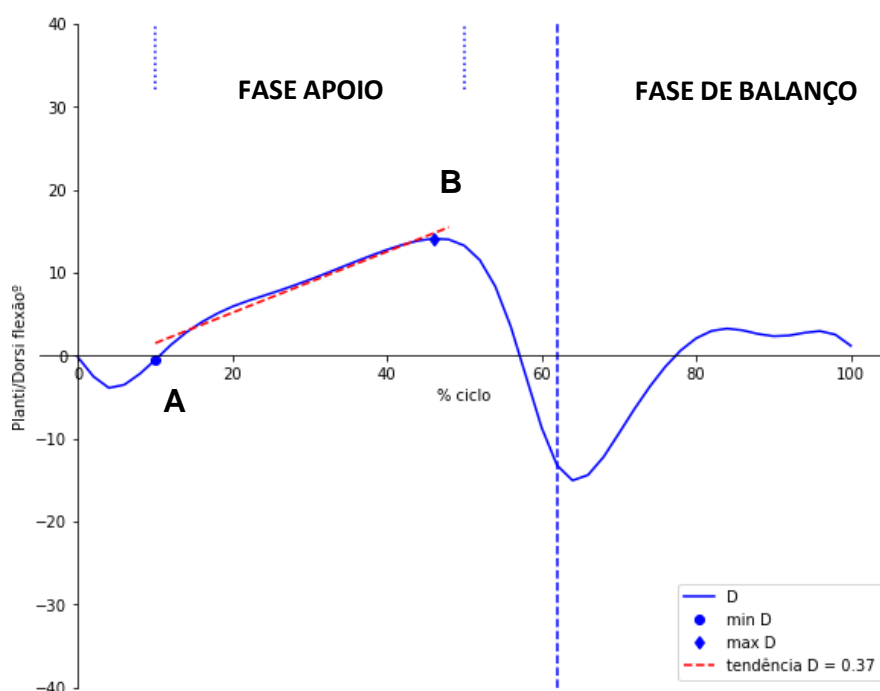


Figura 6 - Ilustração da marcha normal, **A**) flexão plantar mínima, **B**) flexão plantar máxima. A linha tracejada mostra a tendência da curva em vermelho.
Fonte: Elaboração própria, 2023.

4.6.2 Análise da evolução clínica

Foi estudada a evolução clínica de 367 indivíduos que apresentavam um exame de análise da marcha e foram dispostos em três grupos divididos pelas idades, 4 a 6 anos, 7 e 8 anos e 9 a 18 anos, baseado no estudo de Engström e Tedroff¹⁰ e comparados entre si, analisando as características dos grupos e sua evolução nas diferentes faixas etárias.

4.6.3 Análise do grupo controle e grupo com trocas gessadas

Dos 367 indivíduos com diagnóstico de MPPI, verificou-se que 101 possuíam análises da marcha em dois momentos, sendo uma na admissão e outra após tempo seguimento sendo classificados em dois grupos:

Grupo controle - foram mantidos em observação, sem intervenção, indivíduos com restrição leve da ADM tornozelo, plantiflexão menor ou igual a -5° , com joelho estendido, analisando-se sua evolução com a idade. (Figura 7 - A)

Grupo gesso - foram submetidos à intervenção com trocas gessadas seriadas, indivíduos que não conseguiam apoiar o calcanhar no solo quando solicitado, com plantiflexão maior ou igual -10° , estruturados, com joelho estendido, avaliando-se o resultado da intervenção. (Figura 7 - B)



Figura 7 - Plantiflexão do tornozelo neutro (A) joelho estendido e Plantiflexão maior que 10 graus (B) joelho estendido.

Fonte: Acervo do Autor, 2023.

4.6.4 Procedimento - Descrição das trocas gessadas seriadas

Foram confeccionados, três aparelhos gessados suropodálicos pelo médico assistente e auxiliar, trocados quinzenalmente, utilizando gesso comum e revestido com gesso sintético. Marcha com descarga total de peso imediata, usando sandália para gesso ou colagem de borracha antiderrapante, como utilizado no serviço de referência do estudo.

A confecção do primeiro aparelho gessado foi realizada com o indivíduo sentado sobre a maca com pernas pendentes, corrigindo a plantiflexão do tornozelo, com estabilização da articulação subtalar sem levar a pronação, evitando não forçar a articulação de Chopar. (Figura 8)

Para a confecção do aparelho gessado, utilizou-se para cada membro:

- Malha tubular de algodão cru MSO[®], 0,85 cm;
- Duas ataduras de algodão sintético Santrix[®], de 15cm;
- Duas ataduras de gesso mineral/comum Cremer[®], uma de 15 cm e outra de 10 cm;

- Duas ataduras de gesso sintético BSN/3M®, de 10 cm e uma de 07 cm;
- Látex antiderrapante e cola de contato universal.

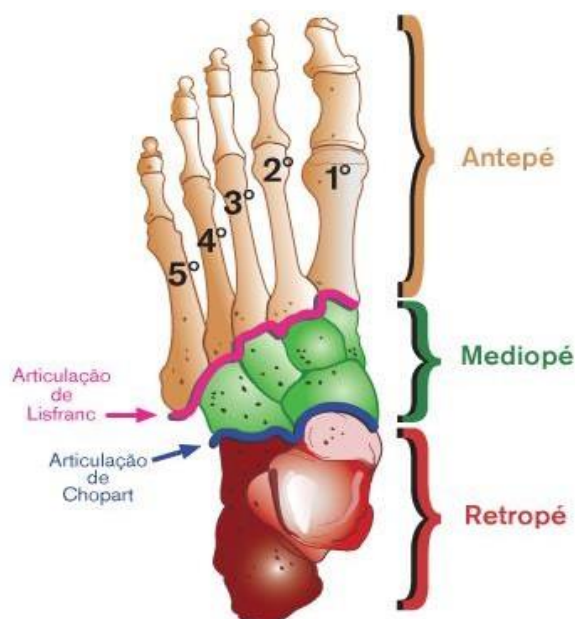


Figura 8 - Divisão anatômica do pé, mostrando a articulação de Chopart.
Fonte: Adaptado de Vasconcelos, 2020³¹.

O segundo aparelho gessado, confeccionado com o indivíduo sentado, levando à máxima correção da dorsiflexão do tornozelo, seguindo os mesmos cuidados do primeiro gesso. (Figura 9)

A confecção do último aparelho gessado se deu com o indivíduo em decúbito dorsal, com flexão do quadril e joelho em 90°, corrigindo a dorsiflexão do tornozelo para próximo a 10°, quando possível. Atentando-se sempre para o ganho de amplitude de movimento na articulação tíbiotársica (do tornozelo) e não na articulação de Chopart (do médio pé).



Figura 9 - Aparelho gessado suropodálico(segundo).
Fonte: Acervo do Autor, 2023.

Após a retirada do último aparelho gessado, todos os indivíduos, foram orientados quanto à realização de exercícios diários de manutenção da flexibilidade (10 - 15 repetições para cada lado) e mantidos em acompanhamento longitudinal ambulatorial. (Figura 10)



Figura 10 - Exercícios para ADM do tornozelo. **A)** Com faixa - Mantendo o calcanhar no chão, puxe a ponta do pé para cima em sua direção, fazendo um alongamento na panturrilha. **B)** Flexão plantar do tornozelo - Fique em pé sobre um degrau e com os calcanhares fora da borda, movimente-se para cima e para baixo. **C)** Alongamento do gastrocnêmio - Em pé de frente para uma parede, coloque uma perna para trás. Mantenha o calcanhar no chão e os dedos apontando para a frente. Flexione o joelho da frente, movendo o corpo para a frente, até sentir um alongamento da panturrilha.
Fonte: Adaptado de Molin & Skwortsow, 2012³².

4.7 FORMULÁRIO PADRÃO

Todos os participantes selecionados tiveram seus dados coletados registrados em planilha padrão no Microsoft® Excel® para Microsoft 365 MSO (Versão 2307 Build 16.0.16626.20170).

4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi realizada a análise descritiva das variáveis estudadas e correlação r de Pearson para correlacionar as variáveis do exame de marcha e do exame físico.

Análise de Variâncias (One-Way ANOVA) foi utilizada para testar diferenças nas variáveis relacionadas à marcha, comparando as faixas etárias dos indivíduos separados em três grupos pela idade (4 a 6 anos; 7 e 8 anos e 9 a 18 anos) na época do primeiro exame. Quando os dados foram não normais ou não homocedásticos, o teste de Kruskal-Wallis foi utilizado. De todas as variáveis, apenas a GDI apresentou pressupostos suficientes para teste paramétrico. A correção de Bonferroni foi utilizada em todos os testes pareados.

Testes paramétricos (ANOVA de medidas repetidas e testes-t pareados) foram realizados em variáveis que atenderam aos pressupostos de normalidade (teste Shapiro-Wilk) e esfericidade (teste de Mauchly) para verificar se existe diferença significativa entre as variáveis da marcha no 1º e 2º exame, tanto para o grupo Controle quanto para o grupo Gesso. Nas demais variáveis que não atenderam aos pressupostos de normalidade foram utilizados teste de Friedman e teste U Mann-Whitney para comparar o grupo controle e gesso no 1º e 2º exame.

Em todos os testes foi realizada uma regressão logística na tentativa de avaliar a mudança de propensão de melhora ao submeter o indivíduo a trocas gessadas em relação a um indivíduo sem intervenção. Para essa análise a variável resposta é a melhora da plantiflexão na presença da estruturação. Estando o indivíduo com pé equino no fim do apoio simples (uma estratégia utilizada para conter o avanço da tibia na presença de contraturas) este é considerado com “diagnóstico positivo”. Se o indivíduo passa de “diagnóstico positivo” no 1º exame para “diagnóstico negativo” no 2º exame, a variável “melhora” recebe valor 1. Caso contrário ela recebe valor 0. Para análise estatística foi utilizado um script em *Python* baseando-se nas bibliotecas

Pingouin, Pandas, Numpy disponíveis e compatíveis ao pacote de desenvolvimento *Anaconda Python 3.9.12*.

5 RESULTADOS

5.1 PERFIL EPIDEMIOLÓGICO E CARACTERÍSTICAS DA MPPI

No período de janeiro 2010 a dezembro de 2022 foram atendidos 10.119 indivíduos na Rede Sarah de Hospitais de Reabilitação, Brasília - DF, Brasil, pela equipe da ortopedia pediátrica. Desses, 543 apresentavam MPPI, com uma prevalência de 5%. Esses indivíduos foram admitidos com média de idade de 6,6 anos (DP-3,1), 362 (63%) eram do sexo masculino e 181 (37%) feminino. Quanto à procedência, 494 (91%) são procedentes do DF ou entorno e 49 (9%) de outros estados do Brasil.

Desses 543, 367 indivíduos cumpriram os critérios de inclusão do estudo, 244 eram do sexo masculino (66%), tinham em média 8,3 anos de idade no primeiro exame e com seguimento médio de 3,1 anos (DP = 2,8). (Tabela 1)

Tabela 1 - Análise descritiva, Média (DP*), das variáveis estudadas por sexo e idade, Brasília/DF-Brasil, 2023 (n = 367)

Variáveis	Feminino	Masculino	Total
Idade no 1º exame (anos)	7,5 (2,2)	8,3 (2,7)	8,0 (2,6)
Tempo de seguimento (anos)	3,0 (2,7)	3,1 (2,9)	3,1 (2,8)
GDI (índice)	80,8 (9,9)	82,0 (10,3)	81,6 (10,2)
Flexão plantar média (graus)	-11,7 (11,0)	-9,7 (10,7)	-10,4 (10,8)
Flexão plantar máxima (graus)	-18,5 (11,4)	-15,9 (11,0)	-16,8 (11,2)
Flexão plantar mínima (graus)	-6,7 (10,2)	-5,0 (10,1)	-5,6 (10,2)
Amplitude de flexão plantar (graus)	11,8 (5,4)	10,9 (4,9)	11,2 (5,1)
Tendência de flexão plantar (graus)	-0,2 (0,2)	-0,2 (0,2)	-0,2 (0,2)
Dorsiflexão com joelho flexionado (graus)	7,3 (8,3)	5,2 (9,1)	5,9 (8,9)
Dorsiflexão com joelho estendido (graus)	1,1 (8,1)	-1,0 (9,5)	-0,3 (9,1)

Legenda: DP = desvio padrão.

Fonte: Pesquisa dos autores, 2023.

Ainda se observa na Tabela 1 grande variabilidade das medidas da análise da marcha, pelos altos valores do desvio padrão (DP), demonstrando uma grande heterogeneidade dos indivíduos.

Foi realizada a correlação entre as medidas da análise de marcha e as medidas do exame físico. Na Tabela 2 observam-se, em verde, as correlações moderadas ou fortes (acima de 0,5) nas variáveis da marcha. Houve correlação entre as medidas da plantiflexão com o joelho estendido e com o joelho flexionado. Não houve correlação moderada ou forte entre as medidas do exame físico e medidas da análise computadorizada da marcha.

Tabela 2 - Correlação entre as variáveis da análise da marcha e do exame físico, Brasília/DF-Brasil, 2023 (n = 367)

	GDI	Flexão plantar média	Flexão plantar máxima	Flexão plantar mínima	Amplitude de flexão plantar	Tendência de flexão plantar	Dorsiflexão com joelho flexionado	Dorsiflexão com joelho estendido
GDI	-	***	***	***	**	***	**	***
Flexão plantar média	0,791	-	***	***	**	***	**	**
Flexão plantar máxima	0,774	0,953	-	***	***	***		
Flexão plantar mínima	0,755	0,966	0,873	-			***	***
Amplitude de flexão plantar	-0,193	-0,187	-0,427	0,018	-	***	*	*
Tendência de flexão plantar	0,241	0,298	0,451	0,127	-0,723	-		
Dorsiflexão com joelho flexionado	0,207	0,19	0,156	0,24	0,165	-0,122	-	***
Dorsiflexão com joelho estendido	0,215	0,186	0,148	0,237	0,166	-0,137	0,873	-

Valores à esquerda da diagonal indicam o valor da correlação e à direita da diagonal da matriz indicam o valor-p: ***, <0,001; **, <0,01; * < 0,05 e em branco estão os valores-p maiores que 0,05. Fonte: Elaboração própria, 2023.

A Figura 11 demonstra graficamente as comparações que foram observadas correlações moderadas ou fortes da Tabela 2. Observa-se que a correlação forte está mais próxima da reta com menor dispersão, em todas as variáveis estudadas, quando comparadas entre si.

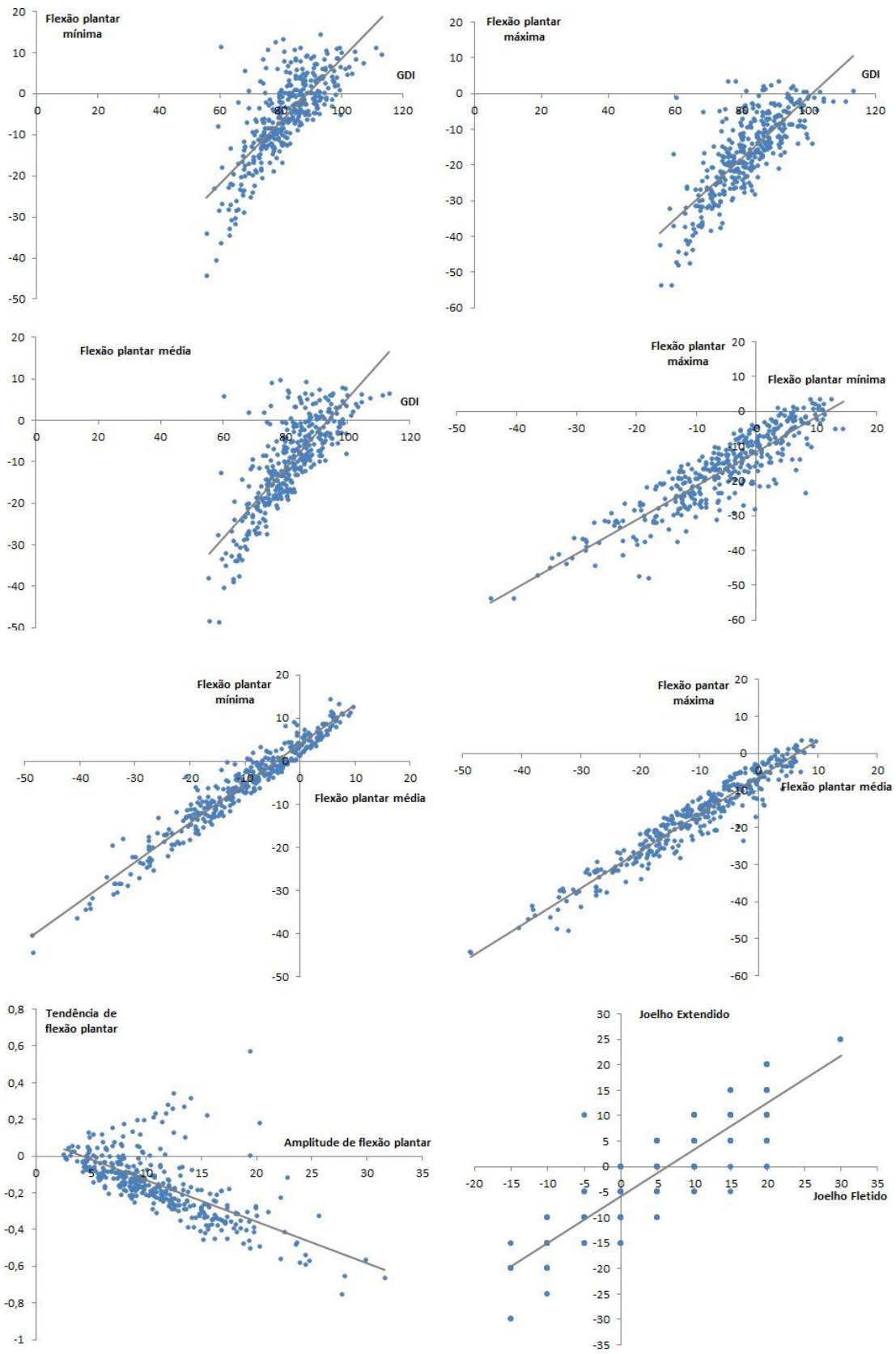


Figura 11 - Correlações moderadas e fortes das variáveis
 Fonte: Pesquisa dos autores, 2023.

5.2 AVALIAÇÃO DAS VARIÁVEIS POR FAIXA ETÁRIA

Os 367 indivíduos foram divididos em três grupos conforme a idade no 1º exame, 4 a 6 anos (149 indivíduos), 7 e 8 anos (99 indivíduos) e 9 a 18 anos (119 indivíduos), e comparados entre si, analisando as características dos grupos e sua evolução nas diferentes faixas etárias.

A Tabela 3 apresenta a distribuição por faixa etária e sexo no 1º exame, mostrando maior predomínio na faixa etária de 4 a 6 anos (40%) e predominância pelo sexo masculino dos 9 aos 18 anos (78%).

Tabela 3 - Distribuição da faixa etária dos indivíduos no 1º exame, Brasília/DF-Brasil, 2023 (n = 367)

Faixa etária	Sexo				Total	
	Feminino		Masculino			
4-6	54	(38%)	95	(62%)	149	(40%)
7-8	45	(46%)	54	(54%)	99	(27%)
9-18	24	(22%)	95	(78%)	119	(33%)

Fonte: Pesquisa dos autores, 2023.

A Tabela 4 mostra a média e desvio-padrão das variáveis estudadas por faixa etária; observa-se tempo médio de seguimento ligeiramente superior nas crianças de 4 a 6 anos, aumento do GDI com o aumento das faixas etárias e uma queda na média das variáveis de marcha nos indivíduos de 9 a 18 anos.

Tabela 4 - Análise descritiva, Média (DP*), das variáveis estudadas por Faixa Etária, Brasília/DF-Brasil, 2023 (n = 367)

Variáveis	4-6	7-8	9-18	Total
Idade no 1º exame (anos)	5,5 (0,8)	8,0 (0,6)	11,1 (1,6)	8,0 (2,6)
Tempo de seguimento (anos)	3,6 (3,1)	3,0 (2,6)	2,5 (2,4)	3,1 (2,8)
GDI	77,9 (9,7)	82,3 (10,0)	85,5 (9,3)	81,6 (10,2)
Flexão plantar média	-13,9 (12,1)	-9,4 (10,0)	-6,8 (8,2)	-10,4 (10,8)
Flexão plantar máxima	-20,9 (12,4)	-16,1 (10,2)	-12,1 (8,2)	-16,8 (11,2)
Flexão plantar mínima	-8,4 (11,6)	-4,3 (9,3)	-3,1 (7,9)	-5,6 (10,2)
Amplitude de flexão plantar	12,6 (5,8)	11,8 (4,3)	9,0 (3,9)	11,2 (5,1)
Tendência de flexão plantar	-0,2 (0,2)	-0,1 (0,2)	-0,1 (0,1)	-0,2 (0,2)
Dorsiflexão com joelho flexionado	7,9 (8,3)	6,8 (8,1)	2,6 (9,2)	5,9 (8,9)
Dorsiflexão com joelho estendido	1,6 (8,4)	0,9 (8,2)	-3,7 (9,6)	-0,3 (9,1)

Fonte: Pesquisa dos autores, 2023.

A Figura 12 apresenta a distribuição das medidas da análise da marcha no 1º exame por faixa etária. Pelo gráfico, observa-se um aumento do GDI nas faixas etárias de 7 e 8 anos e 9 a 18 anos. Por outro lado, com o aumento da idade, percebe-se uma diminuição da flexão plantar máxima, média e mínima e da tendência da flexão plantar.

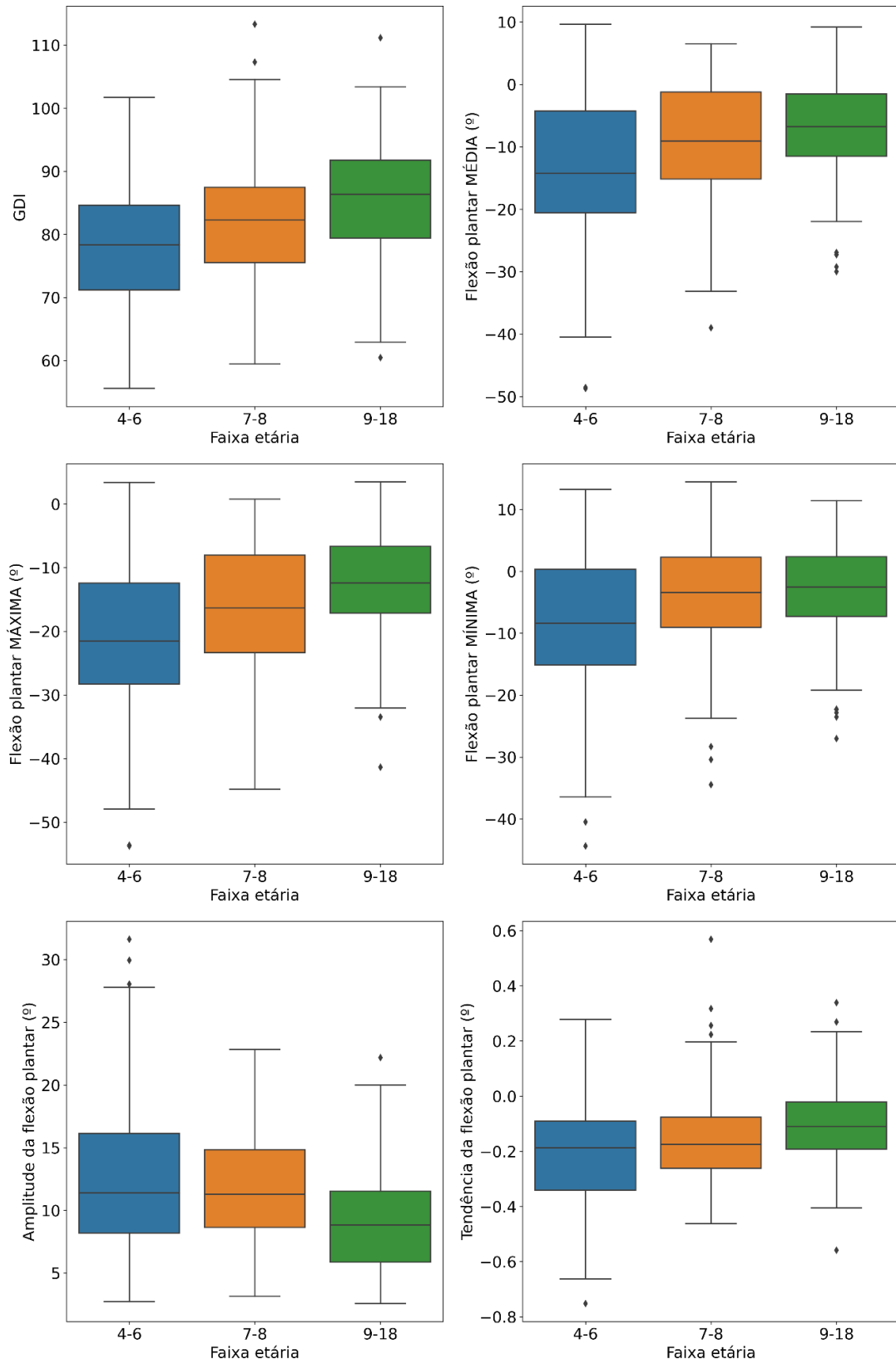


Figura 12 - Distribuição das medidas da análise da marcha por faixa etária.
 Fonte: Pesquisa dos autores, 2023.

A Tabela 5 apresenta os testes de médias comparando as variáveis da análise da marcha e do exame físico por faixa etária. Em todas as comparações sempre houve melhora nas variáveis da marcha entre o grupo 4 a 6 anos e o grupo de 9 a 18 anos.

Tabela 5 - Testes de médias comparando as variáveis da análise da marcha e do exame físico por faixa etária, Brasília/DF-Brasil, 2023 (n = 367).

Variáveis	A	B	Média (DP) A	Média (DP) B	p-valor*
GDI	4-6	7-8	77,9 (9,7)	82,3 (10,0)	0,002
	4-6	9-18	77,9 (9,7)	85,5 (9,3)	<0,001
	7-8	9-18	82,3 (10,0)	85,5 (9,3)	0,035
Flexão plantar média	4-6	7-8	-13,9 (12,1)	-9,4 (10,0)	0,009
	4-6	9-18	-13,9 (12,1)	-6,8 (8,2)	<0,001
	7-8	9-18	-9,4 (10,0)	-6,8 (8,2)	0,142
Flexão plantar máxima	4-6	7-8	-20,9 (12,4)	-16,1 (10,3)	0,005
	4-6	9-18	-20,9 (12,4)	-12,1 (8,2)	<0,001
	7-8	9-18	-16,1 (10,3)	-12,1 (8,2)	0,016
Flexão plantar mínima	4-6	7-8	-8,4 (11,6)	-4,3 (9,4)	0,015
	4-6	9-18	-8,4 (11,6)	-3,1 (7,9)	<0,001
	7-8	9-18	-4,3 (9,4)	-3,1 (7,9)	0,999
Amplitude de flexão plantar	4-6	7-8	12,6 (5,8)	11,8 (4,3)	0,999
	4-6	9-18	12,6 (5,8)	9,0 (3,9)	<0,001
	7-8	9-18	11,8 (4,3)	9,0 (3,9)	<0,001
Tendência de flexão plantar	4-6	7-8	-0,2 (0,2)	-0,2 (0,2)	0,307
	4-6	9-18	-0,2 (0,2)	-0,1 (0,1)	<0,001
	7-8	9-18	-0,2 (0,2)	-0,1 (0,1)	0,005
Dorsiflexão com joelho flexionado	4-6	7-8	7,9 (8,3)	6,8 (8,2)	0,571
	4-6	9-18	7,9 (8,3)	2,6 (9,2)	<0,001
	7-8	9-18	6,8 (8,2)	2,6 (9,2)	0,002
Dorsiflexão com joelho estendido	4-6	7-8	1,6 (8,5)	0,9 (8,2)	0,999
	4-6	9-18	1,6 (8,5)	-3,7 (9,7)	<0,001
	7-8	9-18	0,9 (8,2)	-3,7 (9,7)	0,001

* Em verde estão os valores estatisticamente significativos.

Fonte: Pesquisa dos autores, 2023.

As comparações nas quais não houve diferença estatisticamente significativa foram aquelas com as faixas de idade consecutivas: flexão plantar média e mínima, grupos 7 e 8 e de 9 a 18 anos, amplitude e tendência de flexão plantar, grupos 4 a 6 e de 7 e 8, dorsiflexão com joelho estendido e flexionado, grupo 4 a 6 e de 7 e 8 anos. Entretanto apesar de não ter diferença estatisticamente significativa observa-se tendência de melhora nas variáveis da marcha: flexão plantar média, flexão plantar mínima e amplitude de flexão plantar. (Tabela 5)

5.3 - AVALIAÇÃO DOS GRUPOS CONTROLE E GESSO

Entre os 367 indivíduos, 101 foram submetidos a pelo menos duas avaliações da marcha no laboratório de movimento, no 1º exame e outra após seguimento ou intervenção com trocas gessadas. Diante disso, eles foram divididos em dois grupos:

Grupo Controle: formado por 51 indivíduos, com média de idade de 6,7 (DP = 1,7) anos no 1º exame e 9,5 (DP = 1,9) anos no 2º exame. (Tabela 6)

Grupo Gesso: formado por 50 indivíduos, submetidos a trocas gessadas seriadas com plantiflexão estruturada e comparado o resultado após a intervenção com trocas gessadas seriadas. O 1º exame foi realizado com média de idade de 8,2 (DP = 2,7) anos e 2º exame com 10,3 (DP = 2,7) anos. (Tabela 6)

Tabela 6 - Distribuição dos grupos por idade e sexo, Brasília/DF-Brasil, 2023 (n = 101)

Grupo	Total	Idade 1º exame		Idade 2º exame		Sexo	
		Média	(DP)	Média	(DP)	Feminino	Masculino
Controle	51	6,7	(1,7)	9,5	(1,9)	16 (31%)	35 (69%)
Gesso	50	8,2	(2,7)	10,3	(2,7)	14 (28%)	36 (72%)

Fonte: Elaboração própria, 2023.

A Figura 13 mostra a efetividade do gesso para melhora das variáveis. Houve aumento na mediana do GDI em torno de 10% e redução aproximada de 10° na flexão plantar média, máxima e mínima, demonstrando o efeito das trocas gessadas na redução da estruturação da plantiflexão do tornozelo. Para a variável tendência de flexão plantar observa-se discreta redução dos valores da mediana.

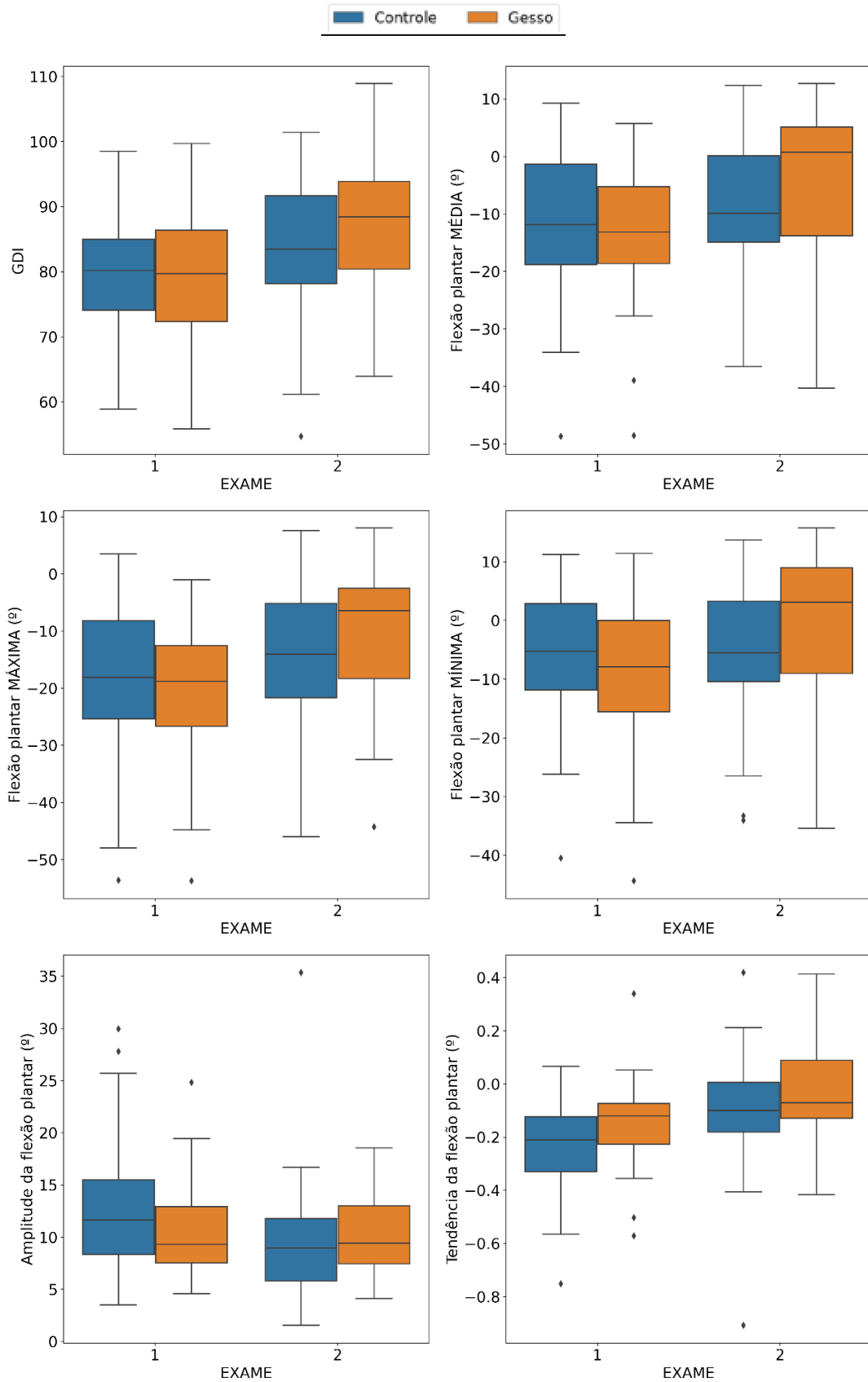


Figura 13 - Comparação das medidas da análise da marcha dos grupos controle e gesso, 1º exame (1) e 2º exame após intervenção/observação (2).
 Fonte: Elaboração própria, 2023.

A Figura 14 ilustra o ciclo da marcha, referência, MPPI e pós trocas gessadas.

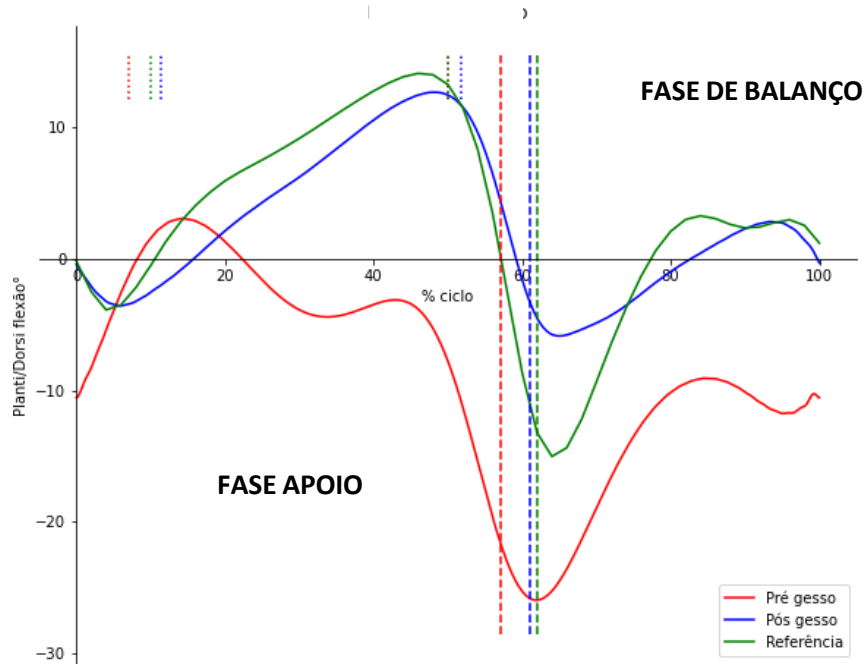
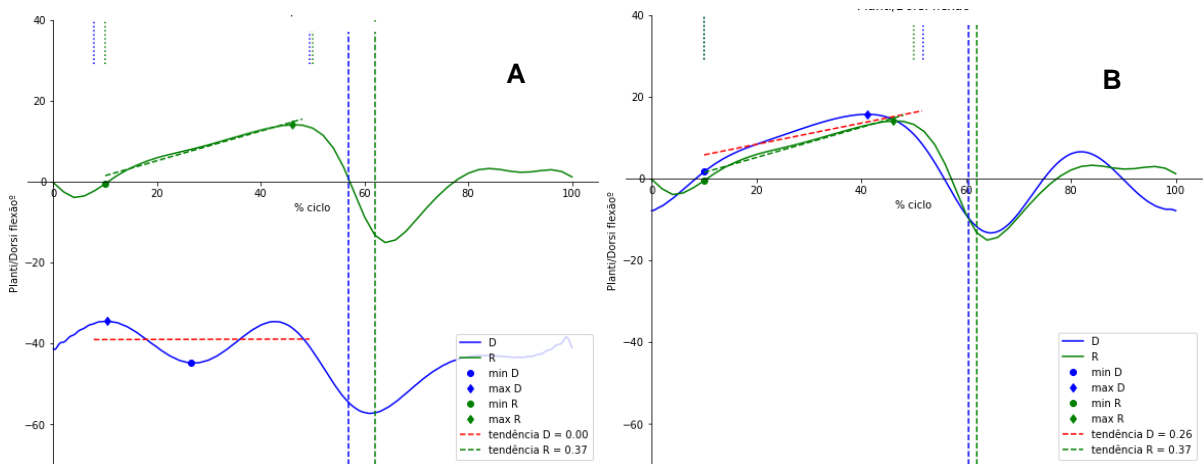


Figura 14 - Ciclo da marcha, referência¹⁴, MPPI e pós trocas gessadas
Fonte: Pesquisa dos autores, 2023.

A Figura 15 mostra graficamente a análise da marcha de 2 casos do grupo de trocas gessadas, no 1° exame e no 2° exame.

Caso 1 - mostra uma acentuada plantiflexão com 8 anos no 1° exame e seu resultado no 2° exame pós trocas gessadas, muito próximo ao normal com 10 anos.



Caso 2 - mostra a tendência negativa no exame 1º com 10 anos e a inversão para tendência positiva 2º exame (B), pós trocas gessadas (B), com 13 anos.

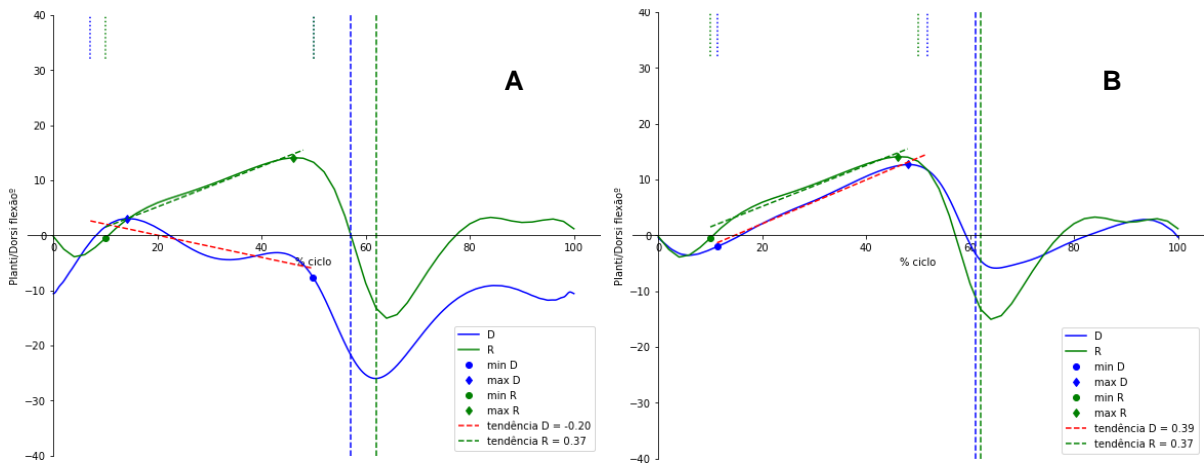


Figura 15 - Gráficos comparativos da análise cinemática da MPPI no 1º exame (A) e no 2º exame (B). Resultados de dois indivíduos com trocas gessadas seriadas.

Legenda: D - Direita; R - Referência; min - Flexão plantar mínima; máx - Flexão plantar máxima
Fonte: Elaboração própria, 2023.

A Figura 16 mostra graficamente a análise da MPPI de um caso 3, evolução de um indivíduo do grupo controle, no 1º exame e 2º exame.

Caso 3 - mostra evolução da análise cinemática de um indivíduo do grupo controle, 1º exame (A) com 5 anos e a inversão para tendência positiva no 2º exame(B) com 10 anos.

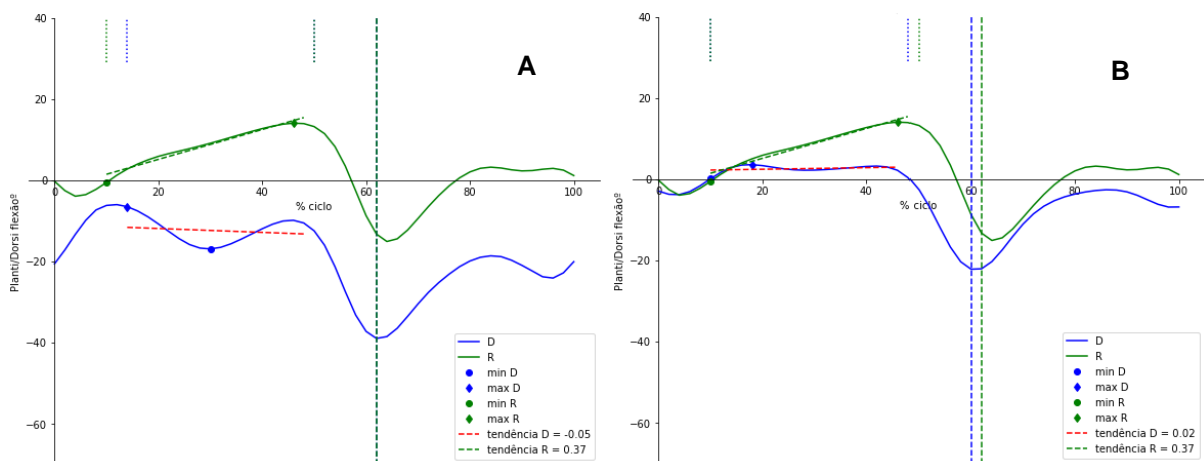


Figura 16 - Gráficos comparativos da análise cinemática da MPPI no 1º exame (A) e no 2º exame (B). Resultado de um indivíduo do grupo controle.

Legenda: D - Direita; R - Referência; min - Flexão plantar mínima; máx - Flexão plantar máxima
Fonte: Elaboração própria, 2023.

A Tabela 7 mostra os resultados do teste de medidas repetidas comparando os resultados da marcha avaliada no 1º e 2º exames. O grupo controle no 1º exame é semelhante ao 2º exame em média, máximo e mínimo de plantiflexão, mas mostra uma menor amplitude no 2º exame, assim como uma tendência da flexão plantar mais próxima a zero.

O grupo gesso no 1º exame é diferente do 2º exame em média, máximo e mínimo de plantiflexão, mostrando o efeito da intervenção na estruturação.

O grupo gesso no 2º exame, observa uma melhora aproximada de 10° na flexão plantar média, máxima e mínima, com diferenças significativas, quantificando o efeito das trocas gessadas na redução da estruturação da plantiflexão do tornozelo.

Os valores de GDI apresentaram diferenças significativas para ambos os grupos quando comparados os resultados do 1º e 2º exames. Logo não se pode descartar a melhora do movimento de outras articulações durante a marcha. (Tabela 7)

Tabela 7 - Comparação dos resultados por grupos no 1º e 2º exames, Brasília/DF-Brasil, 2023 (n = 101)

Variáveis	Grupo	1º exame	2º exame	valor-p
GDI	Controle	79,3 (8,9)	83,7 (10,7)	0,009
	Gesso	79,1 (10,3)	87,9 (11,0)	<0,001
Flexão plantar média	Controle	-11,5 (12,4)	-9,2 (11,5)	0,260
	Gesso	-13,5 (10,9)	-3,5 (12,0)	<0,001
Flexão plantar máxima	Controle	-18,1 (13,5)	-14,5 (11,9)	0,099
	Gesso			
Flexão plantar mínima	Controle	-5,5 (10,8)	-5,2 (10,7)	0,999
	Gesso	-8,9 (11,0)	0,1 (11,6)	<0,001
Amplitude de flexão plantar	Controle	12,7 (5,9)	9,3 (5,2)	0,001
	Gesso	10,5 (4,5)	10,2 (3,6)	0,999
Tendência de flexão plantar	Controle	-0,2 (0,2)	-0,1 (0,2)	<0,001
	Gesso	-0,2 (0,1)	0,0 (0,2)	<0,001

Fonte: Elaboração própria, 2023.

A Tabela 8 mostra os resultados das comparações das variáveis da análise marcha para os grupos controle e gesso, tanto no 1º exame quanto no 2º exame. Exceto para a tendência de flexão plantar, todas as demais variáveis não apresentam diferença estatisticamente significativa entre os grupos gesso e controle no 1º exame. Ou seja, antes da intervenção, o grupo gesso apresenta mesmo comportamento cinemático para tornozelo no apoio simples que o grupo controle.

Os grupos controle e gesso são diferentes na flexão plantar média e mínima no 2º exame, ou seja, o grupo gesso apresenta valores de desempenho em média melhores que o grupo controle. As comparações com a variável GDI apontam que globalmente não existe diferença estatística entre os grupos, tanto no 1º quanto no 2º exame. (Tabela 8)

Tabela 8 - Comparação dos grupos por resultados do 1º e 2º exames, Brasília/DF-Brasil, 2023 (n=101)

Variáveis	Exame	Controle	Gesso	valor-p
GDI	1º	79,3 (8,9)	79,1 (10,3)	0,999
	2º	83,7 (10,7)	87,9 (11,0)	0,105
Flexão plantar média	1º	-11,5 (12,4)	-13,5 (10,9)	0,999
	2º	-9,2 (11,5)	-3,5 (12,0)	0,017
Flexão plantar máxima	1º	-18,1 (13,5)	-19,4 (10,6)	0,999
	2º	-14,5 (11,9)	-10,2 (11,0)	0,089
Flexão plantar mínima	1º	-5,5 (10,8)	-8,9 (11,0)	0,251
	2º	-5,2 (10,7)	0,1 (11,6)	0,026
Amplitude de flexão plantar	1º	12,7 (5,9)	10,5 (4,5)	0,125
	2º	9,3 (5,2)	10,2 (3,6)	0,232
Tendência de flexão plantar	1º	-0,22 (0,17)	-0,15 (0,15)	0,038
	2º	-0,10 (0,19)	-0,02 (0,19)	0,143

Fonte: Elaboração própria, 2023.

Estão em acompanhamento 45 indivíduos do grupo controle, com um seguimento médio de 3,1 anos (DP = 2,3) após o 2º exame. Seis perderam o seguimento sendo sua última consulta há mais de oito anos. Os 50 indivíduos do grupo

gesso continuam em acompanhamento, com seguimento médio de 1,5 anos (DP = 1,4) após 2º exame.

Realizou-se uma regressão logística na tentativa de avaliar a mudança de propensão de melhora ao submeter o indivíduo a trocas gessadas. Dessa maneira foi utilizada uma rotina automática para determinar se houve melhora do quadro de MPPI. Estando o indivíduo com pé em plantiflexão no fim do apoio simples (uma estratégia utilizada para conter o avanço da tibia na presença de contraturas) este é considerado com “diagnóstico positivo”. Se o indivíduo passa de “diagnóstico positivo” no momento 1 para “diagnóstico negativo” no momento 2, a variável “melhora” recebe valor 1. Senão ela recebe valor 0. Assim foram avaliados 43 casos do grupo controle e 49 do grupo gesso.

Para empregar essa técnica e comparar esses grupos controle obteve-se a distribuição da variável desfecho “melhora” do quadro de MPPI, descrita na Tabela 9.

Tabela 9 - Variável resposta da regressão logística - distribuição entre grupos, Brasília/DF-Brasil, 2023

Grupos	Controle	Gesso
Número de Diagnósticos positivos no 1º exame	43	49
Número de “melhoras”	9	22

Fonte: Elaboração própria, 2023.

O melhor modelo de regressão logística obtido apresenta um valor de função de correção de 0,575, um coeficiente para o intercepto de -1,54 (valor-p < 0,001) e um coeficiente para a variável categórica do grupo gesso de 1,3 (valor-p = 0,005). Ao calcular a razão de chances (*odds ratio*) espera-se que a probabilidade de melhora espontânea seja de 0,21 [IC95%: 0,1 – 0,44], e, na presença do tratamento com trocas gessadas, aumente em um fator de 3,67 [IC95%: 1,47 – 9,11].

Isso pode ser notado na Figura 16 que apresenta a distribuição da plantiflexão no início do apoio simples nas abcissas e nas ordenadas a plantiflexão no fim do apoio simples para o grupo controle e o grupo gesso. No 1º exame nota-se que a grande maioria dos indivíduos apresentava plantiflexão no fim do apoio simples abaixo de zero, ou seja, mostrando a presença da estruturação de equino.

No 2º exame observa-se que houve um deslocamento dos indivíduos do grupo controle e uma maior migração dos indivíduos do grupo gesso para uma plantiflexão

em torno do zero ou acima deste, demonstrando uma melhora da estruturação do equino com aceleração do resultado comparado à evolução natural do grupo controle.

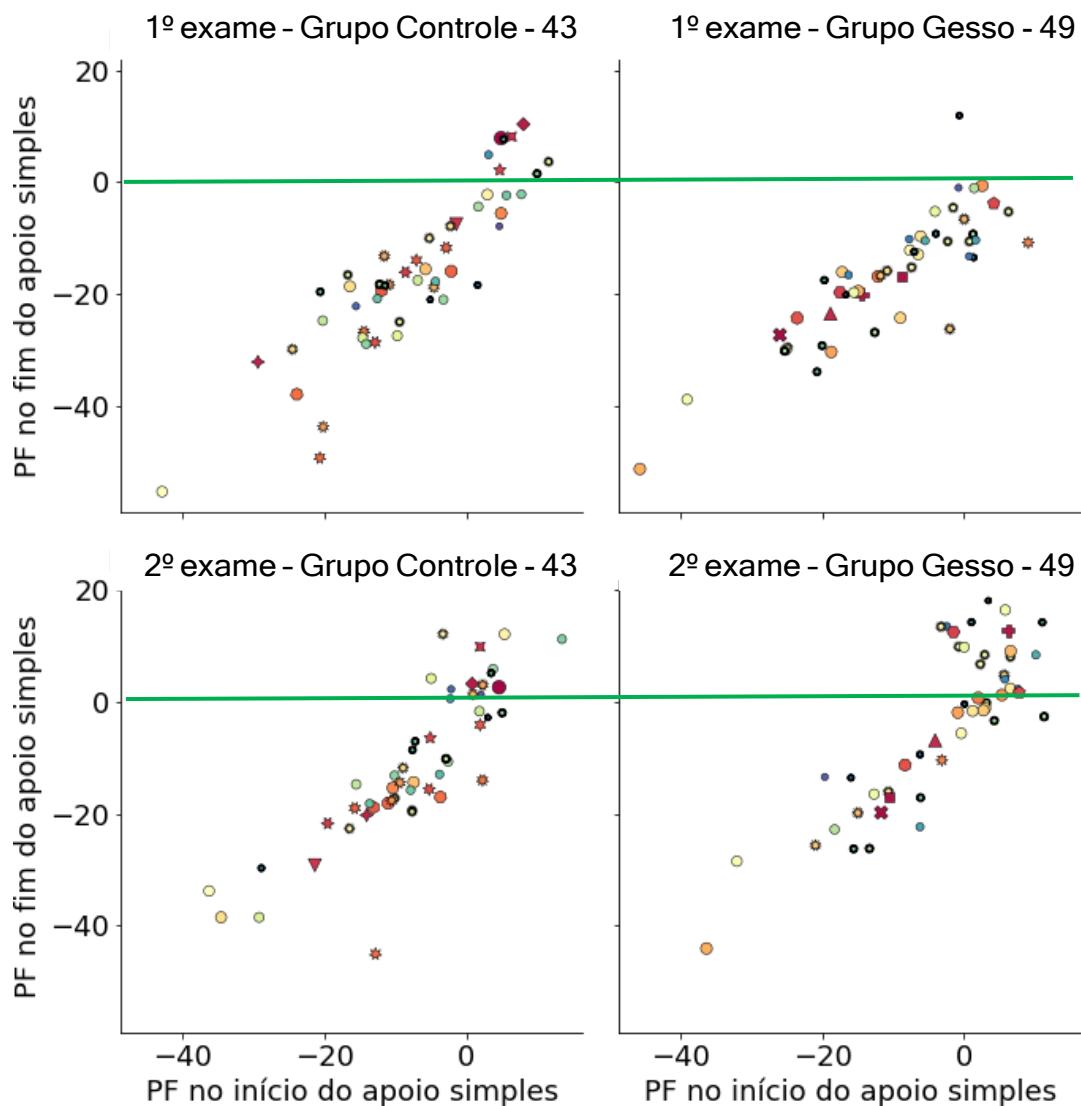


Figura 17 - Distribuição entre o grupo controle e grupo gesso, no 1º e 2º exame, no início do apoio simples nas abcissas e nas ordenadas a plantiflexão no fim do apoio simples.

Legenda: PF - Plantiflexão

Fonte: Elaboração própria, 2023.

6 DISCUSSÃO

Andar na ponta dos pés é uma condição comum na ortopedia pediátrica, caracterizada como padrão anormal de marcha no qual a criança caminha descarregando o suporte de peso na parte anterior dos pés, pulando ou diminuindo a fase de apoio inicial do choque do calcanhar no solo. Faz parte do desenvolvimento normal, ocorrendo até dois ou três anos de idade e pode resolver espontaneamente. Quando persiste acima de cinco anos deve ser avaliada para afastar causas ortopédicas ou neurológicas, sendo um diagnóstico de exclusão e assim chamada de MPPI^{1,2}.

A MPPI, geralmente, não tem limitação da ADM, mas podem apresentar. Nesses casos, sabe-se que 79% poderão ter resolução espontânea aos 10 anos, como mostrado por Engström e Tedroff¹⁰.

Este estudo avaliou a prevalência, os resultados da evolução natural e a efetividade das trocas gessadas seriadas, utilizando análise da marcha computadorizada²⁷, comparando com os indivíduos sem intervenção, mantidos em acompanhamento, com o grupo que realizou trocas gessadas.

No hospital de referência em reabilitação deste estudo, foram admitidos em 13 anos, 10.119 indivíduos no serviço de ortopedia pediátrica, dos quais 543 indivíduos com diagnóstico de MPPI, com uma prevalência de 5%, refletindo a incidência da população. Esta prevalência está de acordo com o estudo de Bauer *et al.*¹ Engström & Tedroff⁵, relatam uma prevalência estimada de 5 -12% das crianças saudáveis. Ainda diferente de Ruzbarsky *et al.*³, que relatam 2% em crianças com desenvolvimento normal aos 5,5 anos e 41% em crianças com diagnóstico neuropsiquiátrico ou atraso no desenvolvimento.

Neste estudo, quando analisados 543 indivíduos, a maioria era do sexo masculino (63%), concordando com os resultados por Ruzbarsky *et al.*³ e Engelbert³³ que relatam leve predominância do sexo masculino⁵.

Quando analisados por faixa etária, foi observado 78% nos indivíduos entre 9 a 18 anos, seguido de 62% nos indivíduos de 4 a 6 anos. (Tabela 3) Essa maior incidência observada no sexo masculino, já observada por Pomarino *et al.*⁷ de 42%,

com a hipótese de haver padrão de herança autossômica recessiva ligada ao cromossomo X, mas não podemos desconsiderar que essa maior procura, no período da inserção escolar, pode estar associado a uma maior comparação com colegas da mesma faixa etária ou a um sofrimento psicológico desencadeado²⁷. Sobre a procedência, não tem relatos na literatura, para comparação.

As medidas das variáveis da marcha (flexão plantar média, máxima e mínima) apresentaram grande variabilidade, demonstrada pelos altos valores do desvio padrão (Tabela 1). Não foi possível comparar com outros trabalhos devido ao ineditismo das variáveis analisadas neste estudo. Os autores deste estudo também acreditam que a variação desses valores são resultantes da diversidade no perfil dos indivíduos. Ademais, pode ocorrer a tentativa de correção da capacidade do padrão de marcha, quando estão sendo observados²⁷. Westberry *et al*¹² mostraram que, quando solicitado a andar com os pés apoiados no chão, 17 % normalizaram completamente as variáveis na sua marcha, 70% das crianças foram capazes de normalizar algumas variáveis de postura e balanço.

A Tabela 2 registrou correlação moderada ou forte quando comparadas as variáveis da análise de marcha entre si, e quando comparadas as medidas do exame físico entre si. Entretanto, não foi observada correlação quando comparadas as medidas do exame físico com as variáveis da análise da marcha. A aferição da ADM passiva fornece informações sobre a mobilidade máxima em uma articulação, mas a padronização da força externa usada para posicionamento do segmento para aferição passiva é discutível. Concordando com Stott *et al.*²⁰ que mostraram que há uma correlação fraca entre as medidas do tornozelo medido sem carga e na marcha. Os autores explicam que as medidas da ADM, passivas e ativas, em adultos jovens e crianças normais, podem apresentar erros de 5° a 10°.

A evolução natural da MPPI foi descrita por um número limitado de estudos na literatura, baseados na observação e exercícios^{8,15,22}. No estudo atual foi observado que os indivíduos maiores de 9 anos apresentavam padrões mais próximos da referência de normalidade. Em todas as variáveis, quando esse grupo foi comparado com as crianças de 4 a 6 anos (Figura 12), mostrou diferenças estatisticamente significativas (valor-p <0,001), confirmando a tendência para resolução espontânea

nos indivíduos maiores de 9 anos, concordando com os achados de Engström e Tedroff¹⁰. (Tabela 5)

Foi observado o aumento do GDI nas faixas etárias de 7 e 8 anos e 9 a 18 anos com diminuição da flexão plantar máxima, média e mínima e da tendência da flexão plantar. Isto pode ter ocorrido devido melhora da marcha com mecanismos compensatórios. Alvarez *et al* .¹¹ observaram que as crianças mais velhas apresentavam um quadro mais leve, Tipo I. Isso talvez possa ser explicado por ficarem mais pesados, o que faria com que eles caminhassem mais suavemente. Mas o peso por si só não pode explicar esses resultados. Outra possibilidade seriam mudanças comportamentais.

O grupo controle e o grupo gesso foram submetidos a avaliação após seguimento longitudinal ou após a intervenção com trocas gessadas seriadas bilaterais com protocolo utilizado no serviço de referência, conforme descrito no item 4.6.4, deste estudo. Diversos autores^{8,19,35} descreveram o uso das trocas gessadas, entretanto Freiman *et al*.⁴, 2022 citam que não existe um protocolo de gesso padronizado publicado.

Os resultados deste trabalho mostraram que os indivíduos do grupo gesso, apresentaram-se com média de idade de 8,2 anos (DP = 2,7) no 1º exame, e o grupo controle com 6,7 anos (DP = 1,7), provavelmente por terem sido mantidos em observação e por apresentarem uma estruturação persistente, ou por procurar atendimento médico especializado. A intervenção com trocas gessadas no 2º exame resultou em uma diminuição na flexão plantar média, máxima e mínima, demonstrando o efeito da melhora na estruturação, aproximadamente de 10º, com diferenças estatisticamente significativas (valor-p < 0,001). Assim, as trocas gessadas seriadas podem ser consideradas como uma intervenção efetiva, concordando com Thielemann *et al*.²⁷, em situações em que existem rigidez muscular ou contraturas podendo ajudar a alongar os músculos e tendões afetados, permitindo uma posição mais neutra do pé e melhorando o padrão da marcha.

O presente estudo mostrou que as trocas gessadas seriadas levam a uma redução da plantiflexão, sugerindo uma melhora do encurtamento e redução da rigidez, confirmadas por Thielemann *et al*.²⁷, que descreveram a inibição da

hiperatividade dos músculos flexores plantares do tornozelo após o alongamento dos componentes da unidade músculo-tendínea²⁷. Os resultados deste estudo foram alcançados colocando o pé e o tornozelo em posição neutra, imobilizados com aparelho gessado, por três períodos de duas semanas. A cada troca de gesso, o tornozelo foi posicionado com uma menor plantiflexão possível, alongando progressivamente a musculatura do tríceps sural até que a ADM do tornozelo fosse diminuída, mesmo sem conseguir dorsiflexão, conforme observado por Hirsch e Wagner¹⁵.

Outros estudos, demonstraram a efetividade das trocas gessadas, com diferença nos resultados. Van Bommel *et al.*³⁶ descreveram um aumento médio na dorsiflexão passiva do tornozelo de 3,1° após o tratamento com gesso, diferente dos achados do presente trabalho que observou melhora aproximada de 10° na plantiflexão. Katz & Mubarak¹⁹ examinaram 7 indivíduos com média de idade de 7 anos: 5 foram tratados com gesso em série, 2 continuaram a andar na ponta dos pés, 5 dos 7 melhoraram. Dois anos após foi observado um aumento de 6° na dorsiflexão máxima do tornozelo em indivíduos com contratatura congênita de tendão.

Hemo *et al.*²³ analisaram 15 indivíduos com MPPI, 12 sem melhora nas medidas conservadoras (gesso seriado, órtese, fisioterapia), diferente dos resultados do trabalho atual. Porém os 12 indivíduos sem melhora no tratamento conservador foram submetidos a cirurgias abertas e os 3 outros à cirurgia percutânea. Doze dos 15 tiveram resolução completa e 3 com melhora no padrão de marcha. As medidas de resultados incluíram amplitude de movimento passiva, força de flexão plantar e análise da marcha no pré-operatório e 1 ano após a cirurgia. Todos submetidos ao tratamento conservador não obtiveram resultados, sendo submetidos a outro procedimento, cirúrgico. As indicações de cirurgias não foram abordadas neste estudo por não ser o objetivo do trabalho, mas podem ser usadas em casos que não apresentarem resolução espontânea ou recidivarem após trocas gessadas seriadas.

O grupo controle mostrou uma menor amplitude da plantiflexão, assim como uma tendência da flexão plantar mais próxima a zero. Os valores de GDI apresentaram diferenças significativas para ambos os grupos quando comparados os resultados do 1º e 2º exames, assim não foram descartadas a melhora do movimento de outras articulações durante a marcha como já citado anteriormente por Engström

e Tedroff¹⁰. E, pela primeira vez, os autores do estudo atual quantificaram com análise da marcha a melhora da plantiflexão.

A Tabela 8 mostrou que em todas as variáveis, exceto a tendência de flexão plantar, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos gesso e controle no 1º exame. Antes da intervenção, o grupo gesso e o grupo controle apresentaram o mesmo comportamento cinemático para tornozelo no apoio simples, como a seleção foi por exame físico, mostra situações na tomada de decisão, pois houve uma aleatoriedade na seleção dos grupos.

Os grupos controle e gesso mostraram-se diferentes na flexão plantar média e mínima no 2º exame, ou seja, o grupo gesso apresentou valores de desempenho melhores que o grupo controle mostrando a eficiência das trocas gessadas.

Neste estudo, foi realizada uma regressão logística, para quantificar a melhora dos indivíduos quando submetidos às trocas gessadas. Com isso foi observado que a chance de melhora espontânea foi de 0,21, e quando foi realizado trocas gessadas seriadas aumentou em um fator de 3,67, até o momento não descrito na literatura.

Este estudo apresentou limitações na variabilidade, mostrada pelos altos valores de desvio-padrão, que poderia ser minimizada ou corrigida se fossem separados em grupos. Ademais, a tentativa de correção da marcha pelos indivíduos quando estão sendo observados e uma suposta variabilidade intrínseca do método de análise da marcha computadorizada, podem também gerar limitações.

As análises estatísticas podem não ter sido tão efetivas para mostrar a melhora clínica significativa, muitas vezes relatadas pelos familiares. Essa análise qualitativa de melhora observada pelos familiares não foi avaliada neste estudo. Na vivência clínica dos autores deste trabalho, esta melhora frequentemente é relatada pelos familiares, mas em ensaios futuros, será sugerida uma avaliação especializada para melhor descrever e quantificar estes resultados.

Acredita-se que seja necessária uma avaliação prospectiva bem controlada, para avaliar quais indivíduos evoluiriam com estruturação. Sobel *et al.*¹⁷ mostraram que as contraturas em equino do tornozelo, podem desenvolver como consequência da caminhada prolongada na ponta dos pés.

Indivíduos que apresentam uma restrição da dorsiflexão e pioram com o crescimento, ou indivíduos que devido à hiperfunção da musculatura resultariam em uma hipertrofia exagerada, evoluem para um encurtamento e estruturação.

7 REFERÊNCIAS

1. Bauer JP, Sienko S, Davids JR. Idiopathic Toe Walking: An Update on Natural History, Diagnosis, and Treatment. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2022 Nov 15;30(22):e1419-30.
2. Oetgen ME, Peden S. Idiopathic toe walking. Vol. 20, *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2012. p. 292-300.
3. Ruzbarsky JJ, Scher D, Dodwell E. Toe walking: Causes, epidemiology, assessment, and treatment. Vol. 28, *Current Opinion in Pediatrics*. Lippincott Williams and Wilkins; 2016. p. 40-6.
4. Freiman HD, Mensah C, Codrington J, Frick SL. Idiopathic Toe-Walking in Children and Adolescents: Diagnosis, Natural History, and Treatment Options. *JBJS Rev*. 2022;10(2):1-8.
5. Engström P, Tedroff K. The prevalence and course of idiopathic toe-walking in 5-year-old children. *Pediatrics*. 2012;130(2):279-84.
6. Haynes KB, Wimberly RL, Vanpelt JM, Jo CH, Riccio AI, Delgado MR. Toe Walking: A Neurological Perspective after Referral from Pediatric Orthopaedic Surgeons. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2018;38(3):152-6.
7. Pomarino D, Ramírez Llamas J, Martin S, Pomarino A. Literature Review of Idiopathic Toe Walking: Etiology, Prevalence, Classification, and Treatment. *Foot Ankle Spec*. 2017 Aug 1;10(4):337-42.
8. Eastwood DM, Dennett X, Shield LK, Dickens DR. Muscle Abnormalities in Idiopathic Toe-Walkers Author Information. Vol. 6, *Journal of Pediatric Orthopaedics B*: July. 1997. p. 215-8.
9. Williams CM, Tinley P, Curtin M. Idiopathic toe walking and sensory processing dysfunction. *J Foot Ankle Res [Internet]*. 2010;3(1):30-2. Available from: <http://www.jfootankleres.com/content/3/1/16>
10. Engström P, Tedroff K. Idiopathic toe-walking: Prevalence and natural history from birth to ten years of age. *Journal of Bone and Joint Surgery - American Volume*. 2018;100(8):640-7.
11. Alvarez C, De Vera M, Beauchamp R, Ward V, Black A. Classification of idiopathic toe walking based on gait analysis: Development and application of the ITW severity classification. *Gait Posture*. 2007 Sep;26(3):428-35.
12. Westberry DE, Davids JR, Davis RB, De Morais Filho MC. Idiopathic toe walking: A kinematic and kinetic profile. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2008;28(3):352-8.
13. Reinker KA. Does Idiopathic Toe-Walking Spontaneously Correct? Commentary on an article by Pähr Engström, MD, PhD, and Kristina Tedroff, MD, PhD: "Idiopathic Toe-Walking: Prevalence and Natural History from Birth

- to Ten Years of Age.” Vol. 100, The Journal of bone and joint surgery. American volume. 2018. p. e53.
14. Perry J, Burnfield JM. Gait Analysis Normal and Pathological Function. *Journal of Sports Science Medicine*. 2010;9:353.
 15. Hirsch G, Wagner B. The natural history of idiopathic toe-walking: A long-term follow-up of fourteen conservatively treated children. *Acta Paediatrica, International Journal of Paediatrics*. 2004;93(2):196-9.
 16. Dietz F, Khunsree S. Idiopathic toe walking: to treat or not to treat, that is the question. *Iowa Orthop J*. 2012; 32:184-8.
 17. Sobel E, Caselli MA, Velez Z. Effect of persistent toe walking on ankle equinus: Analysis of 60 idiopathic toe walkers. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1997;87(1):17-23.
 18. Patel A, Di Giovanni B. Association between plantar fasciitis and isolated contracture of the gastrocnemius. *Foot Ankle Int*. 2011;32 (1) (Jan):5-8.
 19. Katz MM, Mubarak SJ. Hereditary Tendo Achillis Contractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1984;4(6):711-4.
 20. Stott S, Walt SE, Lobb GA, Reynolds N, Nicol RO, Stott NS, et al. Treatment for Idiopathic Toe-Walking: Results at Skeletal Maturity. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2004;24(1):63-9.
 21. Fox AE, Deakin S, Pettigrew G, Paton R. Serial casting in the treatment of idiopathic toe-walkers and review of the literature. Vol. 72, *Acta Orthopaedica Belgica*. 2006. p. 722-30.
 22. Stricker SJMD, Angulo JCBS. Idiopathic Toe Walking: A Comparison of Treatment Methods. *Journal of Pediatric Orthopaedics Issue*. 1998;18((3)):289-93.
 23. Hemo Y, Macdessi SJ, Pierce RA, Aiona MD, Sussman MD. Outcome of patients after achilles tendon lengthening for treatment of idiopathic toe walking. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2006;26(3):336-40.
 24. McMulkin ML, Gordon AB, Tompkins BJ, Caskey PM, Baird GO. Long term gait outcomes of surgically treated idiopathic toe walkers. *Gait Posture [Internet]*. 2016 Feb 1;44(2016):216-20. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.12.013>
 25. Kogan M, Smith J. Simplified approach to idiopathic toe-walking. *Journal of Pediatric Orthopaedics [Internet]*. 2001;21(6):790-1. Available from: <https://journals.lww.com/pedorthopaedics>
 26. Westberry DE, Carpenter AM, Brandt A, Barre A, Hilton SB, Saraswat P, et al. Surgical Outcomes for Severe Idiopathic Toe Walkers. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2021;41(2): E116-24.

27. Thielemann F, Rockstroh G, Mehrholz J, Druschel C. Serial ankle casts for patients with idiopathic toe walking: Effects on functional gait parameters. *J Child Orthop*. 2019 Apr 1;13(2):147-54.
28. Davis RB, Öunpuu D, Tyburski and JRG. *Human Movement Science*. *Hum Mov Sci*. 1991;10 (5):575-87.
29. Schwartz MH, Rozumalski A. The gait deviation index: A new comprehensive index of gait pathology. *Gait Posture*. 2008;28(3):351-7.
30. Hislop H, Montgomery J. *Provas de Função Muscular - Técnicas de Exame Manual*. In: Professional E, editor. 8 ° edição. 2008. p. 1-504.
31. Vasconcelos J, Neto J. *Livro da Sociedade Brasileira de Reumatologia*. 2 ed. Radominski S, editor. Rio de Janeiro: 2020;
32. Molin H, Skwortsow N. *Physitrack page (Internet)*. Reino Unido. 2012.
33. Engelbert R, Gorter JW, Uiterwaal C, Van De Putte E, Helders P. Idiopathic toe-walking in children, adolescents and young adults: A matter of local or generalised stiffness? *BMC Musculoskelet Disord*. 2011;12.
34. Alvarez C, De Vera M, Beauchamp R, Ward V, Black A. Classification of idiopathic toe walking based on gait analysis: Development and application of the ITW severity classification. *Gait Posture*. 2007 Sep;26(3):428-35.
35. Stott NS, Walt SE, Lobb GA, Reynolds N, Nicol RO. Treatment for Idiopathic Toe-Walking: Results at Skeletal Maturity. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2004;24(1):63-9.
36. Van Bommel AF, Van De Graaf VA, Van Den Bekerom MPJ, Vergroesen DA. Outcome after conservative and operative treatment of children with idiopathic toe walking: A systematic review of literature. Vol. 98, *Musculoskeletal Surgery*. Springer-Verlag Italia s.r.l.; 2014. p. 87-93.

8 ARTIGO DESENVOLVIDO

RESUMO

Lemos GJP, Reis CMS, Santana LA, Brito ATS, Paranaíba VF, Lemos MOP. Marcha na ponta dos pés idiopática: efeito das trocas de gesso seriadas com análise cinemática da marcha.

Introdução: A marcha na ponta dos pés idiopática (MPPI) é um termo que inclui padrão anormal de marcha que a criança caminha descarregando o suporte de peso na parte anterior dos pés, pulando ou diminuindo a fase de apoio inicial do choque do calcanhar no solo. Quando associada à restrição da amplitude de movimento (ADM) do tornozelo, caracteriza-se como “contratura congênita do tendão calcâneo”. Andar na ponta dos pés faz parte do desenvolvimento normal podendo ocorrer até dois a três anos de idade e deve resolver espontaneamente. Quando persiste acima de cinco anos, deve ser investigada. A intervenção para essa situação deve ser realizada a fim de melhorar a restrição na amplitude de movimento do tornozelo. Existem poucas referências na literatura mundial sobre a história natural e qual o melhor momento de intervenção. Entender melhor essa condição auxiliará na compreensão da história natural, permitindo a identificação de variáveis que possam associar a estruturação em equino do tornozelo ou remissão espontânea. **Objetivo:** Avaliar o padrão de marcha de indivíduos que foram mantidos em observação (sem intervenção) comparado com indivíduos que foram submetidos a trocas gessadas seriadas (com intervenção). **Método:** Análise prospectiva de prontuários de 10.119 indivíduos atendidos em 13 anos, no ambulatório de ortopedia pediátrica da Rede Sarah de Hospitais de Reabilitação, Brasília - DF, Brasil. Foram incluídos 101 indivíduos que possuíam análises da marcha em dois momentos sendo classificados em dois grupos: Controle (mantidos em observação, sem intervenção) e Gesso (submetidos à intervenção com trocas gessadas seriadas - Protocolo do serviço). Foram excluídos aqueles com alterações ao exame neurológico ou exames complementares: laboratoriais, neurofisiológico e de imagem, ou com outros diagnósticos. A técnica da análise de movimento da cinemática tridimensional da marcha foi realizada utilizando o sistema *VICON VANTAGE*. **Resultados:** De 10.119 indivíduos avaliados, 543 apresentavam MPPI, com uma prevalência de 5%. 101 foram submetidos a avaliações

antes e após o seguimento ou intervenção com trocas gessadas seriadas. Foi quantificado aumento do GDI em torno de 10 e redução aproximada na mediana de 10° na flexão plantar média, máxima e mínima, demonstrando o efeito das trocas gessadas na redução da estruturação da plantiflexão do tornozelo, o seguimento médio foi de 1,5 anos (DP = 1,4). A chance de melhora espontânea é de 0,21 e com as trocas gessadas ela aumenta em um fator de 3,67. **Conclusões:** A importância de estudar a MPPI é fundamental para entender sua evolução e saber quando intervir para minimizar o impacto de problemas emocionais e possíveis alterações ortopédicas. Pela primeira vez, verificou-se que o tratamento MPPI levou à uma melhora da marcha em comparação com o grupo sem intervenção 3,67 vezes maior e sem relatos de complicações. As trocas gessadas podem ser indicadas como um acelerador da evolução natural, conseguindo corrigir a estruturação da plantiflexão.

Palavras-chave: Marcha na ponta dos pés idiopática; trocas gessadas seriadas, história natural, análise da marcha.

ABSTRACT

Lemos GJP, Reis CMS, Santana LA, Brito ATS, Paranaíba VF, Lemos MOP. Idiopathic toe walking: effect of serial cast changes with kinematic gait analysis.

Introduction: Idiopathic toe walking (ITW) is a term that includes an abnormal gait pattern in which the child walks by unloading weight support on the front of the feet, skipping, or decreasing the initial support phase of heel strike on the ground. When associated with restricted ankle range of motion, it is characterized as “congenital contracture of the Achilles tendon”. Walking on toes is part of normal development and can occur up to two to three years of age and should resolve spontaneously. When it persists for more than five years, it must be investigated. Intervention for this situation should be performed to improve the restriction in ankle range of motion (ROM). There are few references in the world literature on natural history and the best time for intervention. Better understanding this condition will help in understanding the natural history, allowing the identification of variables that may associate the equinus structure of the ankle or spontaneous remission. **Objectives:** To evaluate the gait pattern of patients who were kept under observation (without intervention) compared to patients who underwent serial cast changes (with intervention). **Method:** Prospective analysis of medical records of 10,119 individuals treated over 12 years at the pediatric orthopedics outpatient clinic from Sarah Rehabilitation Hospitals Network, Brasília - DF, Brazil. 101 were included and had gait analyzes at two moments, being classified into two groups: Control (maintained under observation, without intervention) and Cast (subjected to intervention with serial plaster changes - Service protocol). Those with changes in the neurological examination or complementary tests: laboratory, neurophysiological and imaging, or with other diagnoses, were excluded. The three-dimensional gait kinematics movement analysis technique was performed using the VICON VANTAGE system. **Results:** Of 10,119 individuals evaluated, 543 had PIPM, with a prevalence of 5%. 101 underwent evaluations after follow-up or after intervention with serial plaster changes. An increase in GDI of around 10° and an approximate median reduction of 10° in mean, maximum and minimum plantar flexion was quantified, with a mean follow-up of 1.5 years (SD=1.4) years, demonstrating the effect of cast changes on reduction in ankle plantar flexion structure. The chance of

spontaneous improvement is 0.21 and with plaster changes it increases by a factor of 3.67. **Conclusions:** The importance of studying ITW is fundamental to understand its evolution and know when to intervene to minimize the impact of emotional problems and possible orthopedic changes. For the first time, it was found that ITW treatment led to 3.67 times greater gait improvement compared to the group without intervention and with no reports of complications. Plaster changes can be indicated as an accelerator of natural evolution, managing to correct the structure of plantar flexion and evolve with spontaneous resolution.

Keywords: Idiopathic toe walking; serial cast changes, natural history, gait analysis.

Lemos GJP, Reis CMS, Santana LA, Brito ATS, Paranaíba VF, Lemos MOP. **Marcha na ponta dos pés idiopática: efeito das trocas de gesso seriadas com análise cinemática da marcha.**

INTRODUÇÃO

Andar na ponta dos pés pode fazer parte do desenvolvimento neuropsicomotor normal até dois ou três anos, quando persiste acima de cinco anos causa preocupação aos pais e motiva uma avaliação médica especializada¹. Algumas dessas crianças conseguem uma marcha normal quando solicitado, o que indica a ausência de restrição anatômica para a dorsiflexão do tornozelo,² enquanto outras apresentam restrição efetiva da amplitude de movimentos do tornozelo, caracterizando-se como “contratura congênita do tendão calcâneo”^{3,4}.

Em sua maioria são indivíduos hígidos, mas a MPP é também observada em condições patológicas como paralisia cerebral, neuropatias periféricas, disrafismo espinhal, distrofias musculares ou Transtorno do Espectro Autista (TEA) e distúrbios do desenvolvimento da fala e da linguagem^{5,6}. Convencionou-se o termo Marcha na Ponta dos Pés Idiopática (MPPI) como um diagnóstico de exclusão⁷, feito quando as crianças persistem em andar na ponta dos pés, sem sinais de uma condição neurológica, ortopédica ou psicológica como fator causal¹. A predisposição familiar é positiva em 30-42%, com uma prevalência estimada de MPPI de 5% a 12% das crianças, afetando mais meninos que meninas^{8,9}.

A intervenção do ortopedista nessa situação tem a finalidade de melhorar a restrição na amplitude de movimento (ADM) do tornozelo e a biomecânica da marcha, pois sem tratamento existe o risco de restrição da dorsiflexão e surgimento de dores nos pés com o tempo^{6,10}. Existem poucas referências na literatura mundial sobre a história natural e qual o melhor momento de intervenção; alguns defendem intervenções conservadoras (trocas de gesso, uso de órtese e exercícios) aplicação de toxina botulínica e outros conduta cirúrgica^{3,7,11-14}.

O presente trabalho tem como finalidade avaliar os resultados de uma medida pouco invasiva, trocas gessadas seriadas, em indivíduos com MPPI através da análise

cinemática tridimensional da marcha, permitindo a quantificação das deformidades^{2,15-17}.

OBJETIVO

Avaliar o padrão de marcha de pacientes que foram mantidos em observação (sem intervenção) comparado com pacientes que foram submetidos a trocas gessadas seriadas (com intervenção).

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Associação das Pioneiras Sociais-DF/Rede Sarah com Parecer N° 5.140.484 (Anexo I) e cumpriu todos os requisitos para pesquisa em seres humanos.

Foi feita uma análise retrospectiva com coleta de dados prospectiva dos indivíduos atendidos no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2022, no ambulatório de ortopedia pediátrica da Rede Sarah de Hospitais de Reabilitação, Brasília - DF, Brasil. Nesse período, selecionou-se 101 indivíduos com MPPI, já investigados e excluídas patologias de base, que apresentavam análise da marcha em dois momentos: na admissão e com 12-24 meses de seguimento, sendo classificados em dois grupos:

Grupo sem gesso - indivíduos mantidos em observação, sem intervenção, indivíduos com restrição leve da ADM tornozelo, plantiflexão menor ou igual a -5° , com joelho estendido, analisando-se sua evolução com a idade.

Grupo com gesso - indivíduos submetidos à intervenção com trocas gessadas seriadas por não conseguirem apoiar o calcanhar no solo quando solicitado, normalmente com dorsiflexão menor ou igual -10° , com joelho estendido, com estruturação e sendo analisadas a evolução após a intervenção.

As medidas da flexão plantar e dorsiflexão tornozelo foram mensuradas com joelho fletido e estendido, com uso de goniômetro manual e com metodologia padronizada¹⁸.

Os participantes do grupo com gesso utilizaram gesso suropodálico bilateralmente, trocado quinzenalmente por um total de seis semanas (três trocas). Os gessos foram confeccionados pelo médico assistente auxiliado por técnico e foi liberada marcha com carga total imediata, com sandália para gesso ou colagem de borracha antiderrapante. Tomou-se cuidado de manter a articulação subtalar estável para evitar hipercorreção na articulação de Chopart e com ganho progressivo de dorsiflexão do tornozelo. Após a retirada do último aparelho gessado, os indivíduos foram orientados quanto à realização de exercícios diários de manutenção da flexibilidade¹⁹.

Todos os participantes incluídos no estudo foram avaliados pela técnica da análise de movimento da cinemática tridimensional da marcha realizada de forma padrão, utilizando o sistema VICON VANTAGE com captura de 120 Hz, 12 câmeras digitais Canon XLH1, software VICON MX Nexus 2.8.2, feita como descrito por Davis et al^{2,15,20}. Desta avaliação, foram extraídas seis variáveis captadas da fase do apoio simples da marcha, utilizando-se o membro inferior direito como padrão. A fase de apoio foi escolhida pois apenas um dos membros inferiores está em contato com o solo, sendo assim responsável por sustentar todo o corpo e responder à força de reação ao solo.

As variáveis do exame analisadas foram:

- 1) Índice de desvio da marcha (Gait Deviation Index - GDI)¹⁶.
- 2) Flexão plantar mínima - extremo mínimo do ciclo da marcha. (Ponto A, Figura 1)
- 3) Flexão plantar média - média amostral de todos os pontos da curva
- 4) Flexão plantar máxima - extremo máximo do ciclo. (Ponto B, Figura 1)
- 5) Amplitude de movimento do tornozelo (flexão plantar máxima menos a mínima).

6) Tendência da flexão plantar (Reta A — B, Figura 1) - registra a tendência da variação da curva, ou seja, a plantiflexão pode estar diminuída, para dorsiflexão (valor positivo) ou aumentada (valor negativo) que é o movimento de plantiflexão. A regressão linear de primeira ordem foi utilizada para encontrar a melhor linha de tendência a partir de dados da flexão plantar. Com esses valores é possível prever como será a marcha do participante sem ver a figura e desenvolver filtros para identificar comportamentos específicos na amostra.

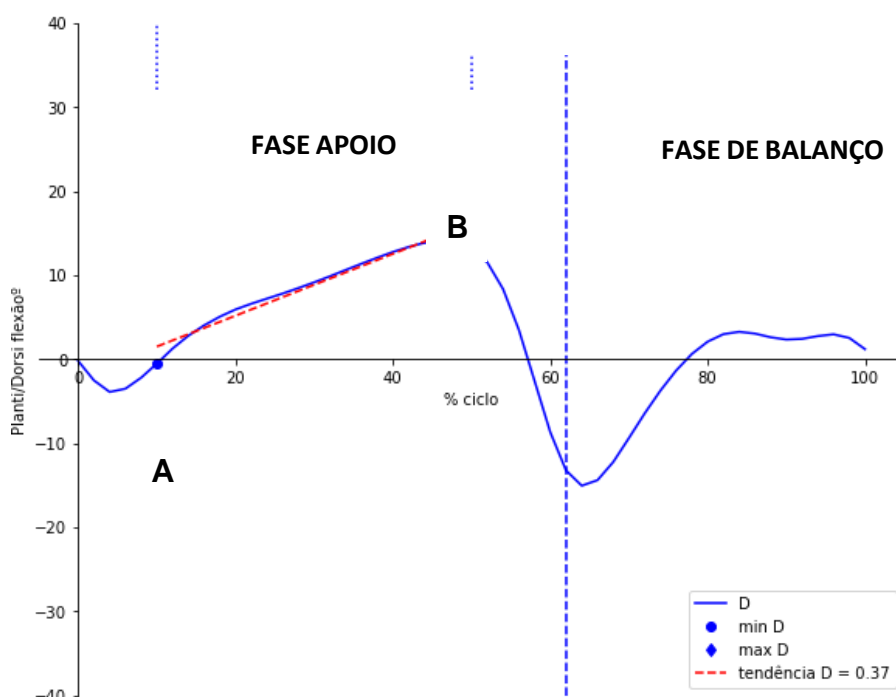


Figura 1 - Ilustração da marcha normal, A) flexão plantar mínima, B) flexão plantar máxima. A linha tracejada mostra a tendência da curva em vermelho.

Fonte: Elaboração própria, 2023

ANÁLISE ESTATÍSTICA

O teste de medidas repetidas misto analisou a diferença entre as variáveis da marcha no 1º exame e no 2º exame (após observação ou trocas gessadas).

Testes paramétricos (ANOVA de medidas repetidas e testes-t pareados) foram realizados em variáveis que atenderam aos pressupostos de normalidade (teste Shapiro-Wilk) e esfericidade (teste de Mauchly) para verificar se existe diferença significativa entre as variáveis da marcha no 1º e 2º exame, tanto para o grupo Controle quanto para o grupo Gesso. Nas demais variáveis que não atenderam aos

pressupostos de normalidade foram utilizados teste de Friedman e teste U Mann-Whitney para comparar o grupo controle e gesso no 1° e 2° exame.

Foi realizada uma regressão logística na tentativa de avaliar a mudança de propensão de melhora ao submeter o paciente a uma troca gessada em relação a um indivíduo sem intervenção. Foi utilizada uma rotina automática para determinar se houve melhora do quadro de pé equino idiopático. Para análise estatística foi utilizado o *Anaconda Python 3.9.12*.

RESULTADOS

No período de janeiro de 2010 a dezembro de 2022 foram atendidos 543 indivíduos com MPPI, com média de idade de 6,6 anos (DP=3,1), dos quais 362(63%) eram do sexo masculino e 181(37%) feminino. Desses, 101 indivíduos foram submetidos a pelo menos duas avaliações da marcha no laboratório de movimento e divididos nos dois grupos: grupo sem gesso, formado por 51 e grupo com gesso, formado por 50 indivíduos. (Tabela 1)

Tabela 1 - Distribuição dos grupos por idade e sexo, Brasília/DF- Brasil, 2023 (n=101)

Grupo	Total	Idade 1º exame	Idade 2º exame	Sexo	
		Média (DP)	Média (DP)	Feminino	Masculino
Controle	51	6,7 (1,7)	9,5 (1,9)	16 (31%)	35 (69%)
Gesso	50	8,2 (2,7)	10,3 (2,7)	14 (28%)	36 (72%)

Fonte: Pesquisa dos autores, 2023.

A Figura 13 mostra a efetividade do gesso para melhora das variáveis. Houve aumento na mediana do GDI em torno de 10% e redução aproximada de 10° na flexão plantar média, máxima e mínima, demonstrando o efeito das trocas gessadas na redução da estruturação da plantiflexão do tornozelo. Para a variável tendência de flexão plantar observa-se discreta redução dos valores da mediana.

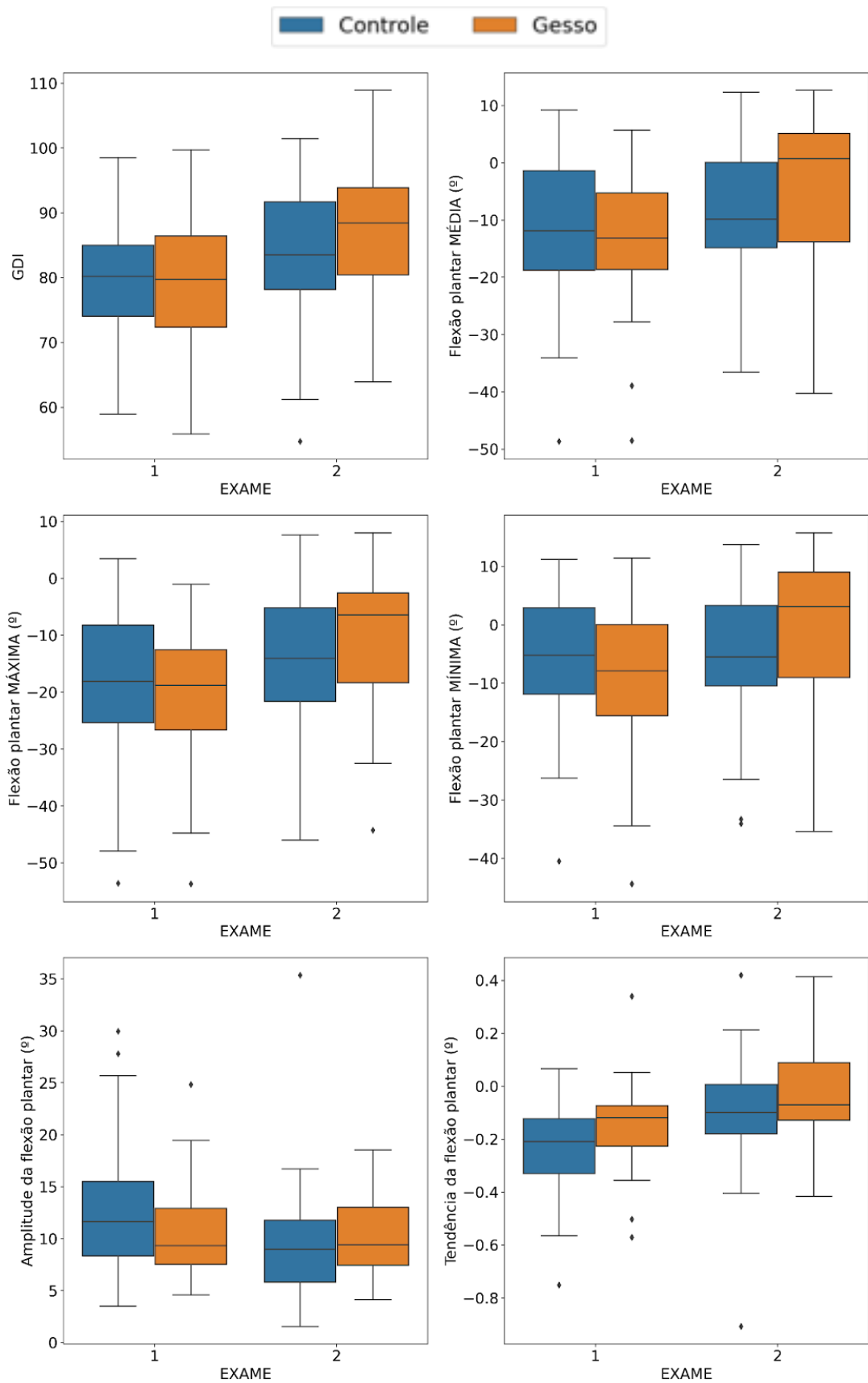
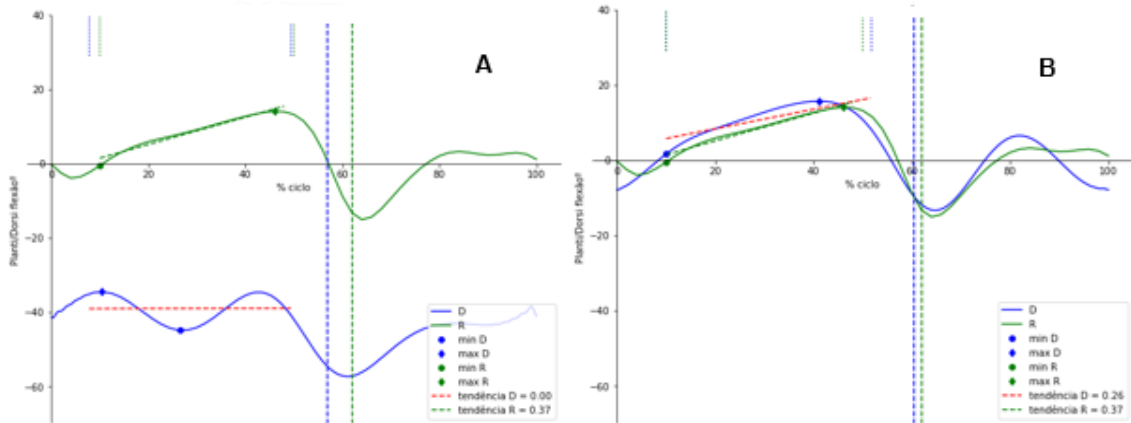


Figura 2 - Comparação das medidas da análise da marcha dos grupos controle e gesso, 1º exame (1) e 2º exame após intervenção/observação (2).
Fonte: Pesquisa dos autores, 2023.

A Figura 3, mostra graficamente a análise da marcha de 2 casos do grupo de trocas gessadas, no 1º exame e no 2º exame.

Caso 1 - mostra uma acentuada plantiflexão com 8 anos no 1º exame e seu resultado no 2º exame pós trocas gessadas, muito próximo ao normal com 10 anos.



Caso 2 - mostra a tendência negativa no exame 1º com 10 anos e a inversão para tendência positiva 2º exame (B), pós trocas gessadas (B), com 13 anos.

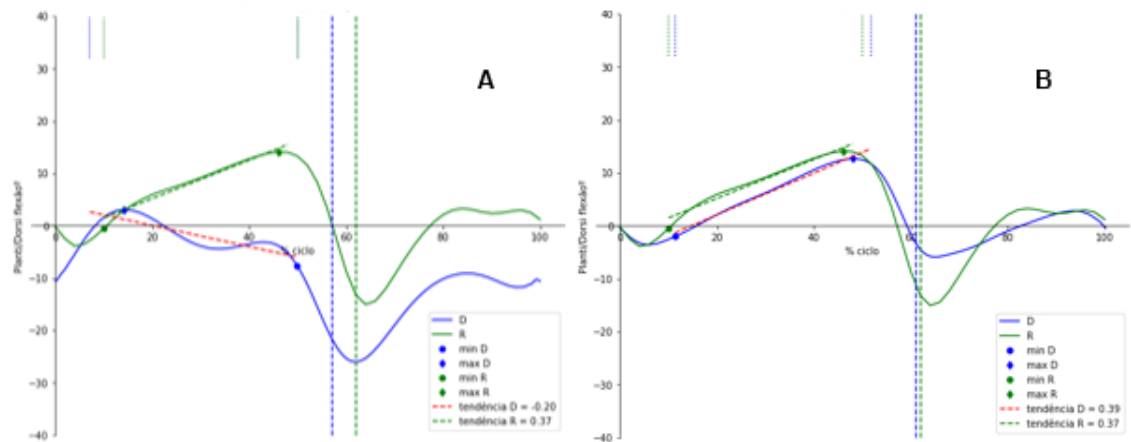


Figura 3 - Gráficos comparativos da análise cinemática da MPPI no 1º exame (A) e no 2º exame (B). Resultados de dois indivíduos com trocas gessadas seriadas.

Legenda: D - Direita; R - Referência; min - Flexão plantar mínima; máx - Flexão plantar máxima

Fonte: Elaboração própria, 2023

A Figura 4 mostra graficamente a análise da MPPI de um caso 3, evolução de um indivíduo do grupo controle, no 1º exame e 2º exame.

Caso 3 - mostra evolução da análise cinemática de um indivíduo do grupo controle, 1º exame (A) com 5 anos e a inversão para tendência positiva no 2º exame (B) com 10 anos.

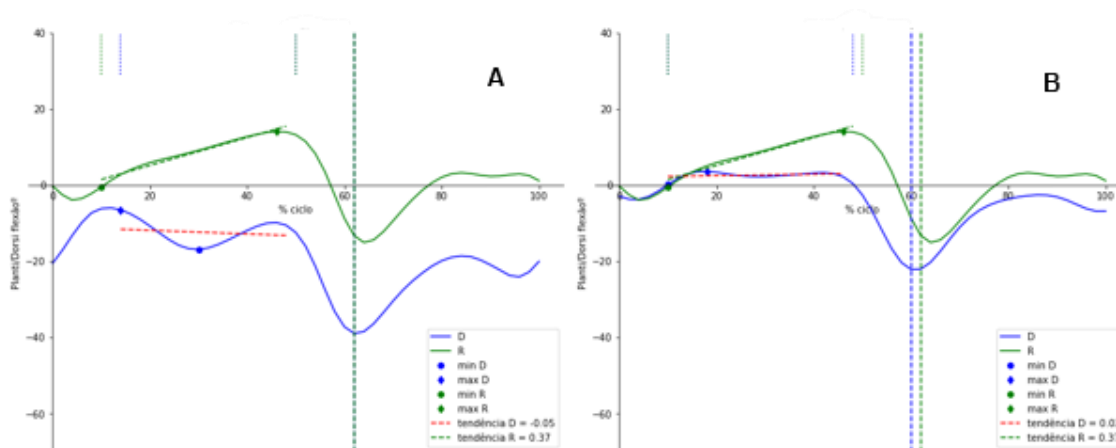


Figura 4 - Gráficos comparativos da análise cinemática da MPPI no 1º exame (A) e no 2º exame (B). Resultado de um indivíduo do grupo controle.

Legenda: D - Direita; R - Referência; min - Flexão plantar mínima; máx - Flexão plantar máxima

Fonte: Elaboração própria, 2023

A Tabela 2 mostra os resultados do teste de medidas repetidas comparando os resultados da marcha avaliada no 1º e 2º exames. O grupo controle no 1º exame é semelhante ao 2º exame em média, máximo e mínimo de plantiflexão, mas mostra uma menor amplitude assim como uma tendência da flexão plantar mais próxima a zero.

O grupo gesso no 1º exame é diferente do 2º exame em média, máximo e mínimo de plantiflexão, mostrando o efeito da intervenção na estruturação.

O grupo gesso no 2º exame, observa uma melhora aproximada de 10º na flexão plantar média, máxima e mínima, com diferenças significativas, quantificando o efeito das trocas gessadas na redução da estruturação da plantiflexão do tornozelo.

Os valores de GDI apresentaram diferenças significativas para ambos os grupos quando comparados os resultados do 1º e 2º exames. Logo não se pode descartar a melhora do movimento de outras articulações durante a marcha. (Tabela 2)

Tabela 2 - Comparação dos resultados por grupos no 1º e 2º exames, Brasília/DF-Brasil, 2023 (n=101)

Variáveis	Grupo	1º exame	2º exame	valor-p
GDI	Controle	79,3 (8,9)	83,7 (10,7)	0,009
	Gesso	79,1 (10,3)	87,9 (11,0)	<0,001
Flexão plantar média	Controle	-11,5 (12,4)	-9,2 (11,5)	0,260
	Gesso	-13,5 (10,9)	-3,5 (12,0)	<0,001
Flexão plantar máxima	Controle	-18,1 (13,5)	-14,5 (11,9)	0,099
	Gesso	-19,4 (10,6)	-10,2 (11,0)	<0,001
Flexão plantar mínima	Controle	-5,5 (10,8)	-5,2 (10,7)	0,999
	Gesso	-8,9 (11,0)	0,1 (11,6)	<0,001
Amplitude de flexão plantar	Controle	12,7 (5,9)	9,3 (5,2)	0,001
	Gesso	10,5 (4,5)	10,2 (3,6)	0,999
Tendência de flexão plantar	Controle	-0,2 (0,2)	-0,1 (0,2)	<0,001
	Gesso	-0,2 (0,1)	0,0 (0,2)	<0,001

Fonte: Elaboração própria, 2023.

Estão em acompanhamento 45 indivíduos do grupo controle, com um seguimento médio de 3,1 anos (DP=2,3) após o 2º exame. Seis perderam o seguimento. Os 50 indivíduos do grupo gesso mantêm acompanhamento, com seguimento médio de 1,5 anos (DP=1,4) após 2º exame.

Realizou-se uma regressão logística na tentativa de avaliar a mudança de propensão de melhora ao submeter o paciente a trocas gessadas. Para empregar essa técnica e comparar os grupos controle e gesso obteve-se a distribuição da variável desfecho “melhora” da MPPI, descrita na Tabela 3.

Tabela 3 - Variável resposta da regressão logística - distribuição entre grupos, Brasília/DF-Brasil, 2023

Grupos	Controle	Gesso
Número de Diagnósticos positivos no 1º exame	43	49
Número de “melhoras”	9	22

Fonte: Elaboração própria, 2023.

O melhor modelo de regressão logística obtido apresenta um valor de função de correção de 0,575, um coeficiente para o intercepto de -1,54 (valor-p<0,001) e um coeficiente para a variável categórica do grupo gesso de 1,3(valor-p=0,005). Ao calcular a razão de chances (*odds ratio*) espera-se que a chance de melhora espontânea é de 0,21 [IC95%=0,1-0,44] (intercepto) e na presença do tratamento com trocas gessadas ela aumente em um fator de 3,67 [IC95%=1,47-9,11].

Isso pode ser notado na Figura 4 que apresenta a distribuição da plantiflexão (PF) no início do apoio simples nas abcissas e nas ordenadas a plantiflexão no fim do apoio simples para o grupo controle e o grupo gesso. No 1º exame nota-se que a grande maioria dos indivíduos apresentava plantiflexão no fim do apoio simples abaixo de zero, ou seja, mostrando a presença da estruturação de equino.

No 2º exame observa-se que houve um deslocamento dos indivíduos do grupo controle e uma maior migração dos indivíduos do grupo gesso para uma plantiflexão em torno do zero ou acima deste, demonstrando uma melhora da estruturação do equino com aceleração do resultado comparado à evolução natural do grupo controle.

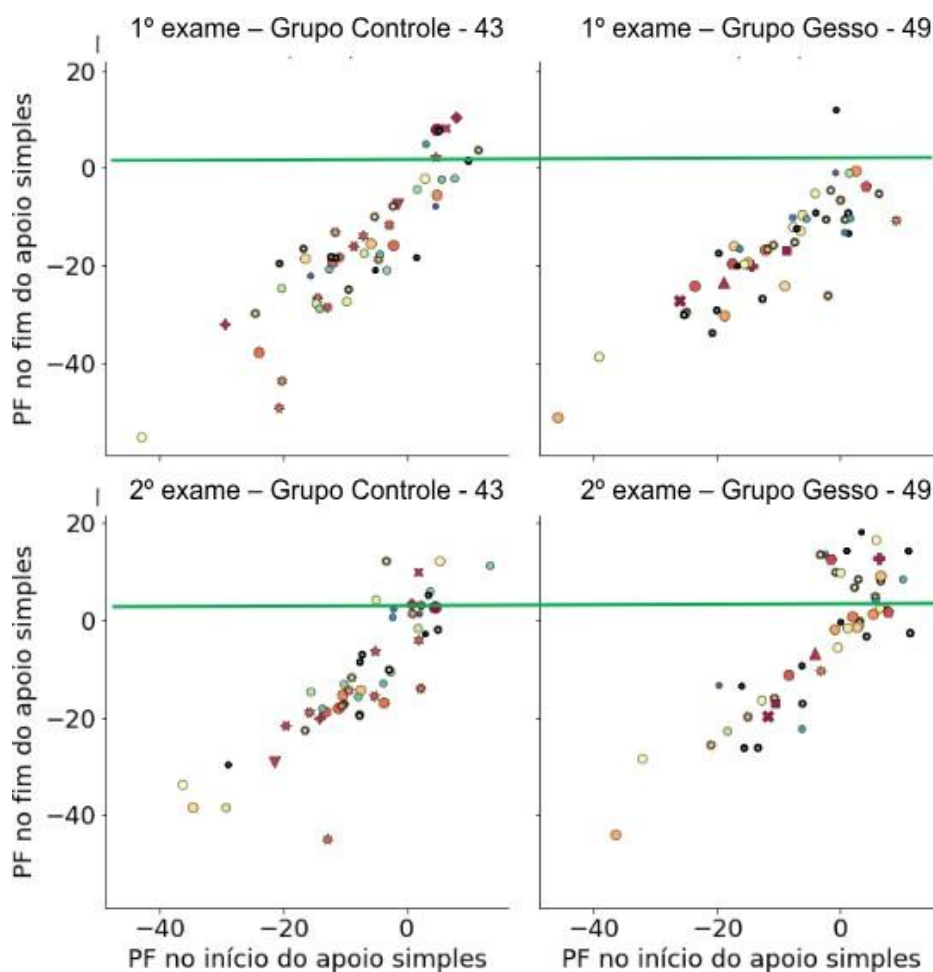


Figura 4 - Distribuição entre o grupo controle e grupo gesso, em dois momentos, 1º e 2º exame, no início do apoio simples nas abcissas e nas ordenadas a plantiflexão no fim do apoio simples. Fonte: Pesquisa dos autores, 2023.

DISCUSSÃO

Andar na ponta dos pés é uma condição comum na ortopedia pediátrica, caracterizada como padrão anormal de marcha no qual a criança caminha descarregando o suporte de peso na parte anterior dos pés, pulando ou diminuindo a fase de apoio inicial do choque do calcanhar no solo³. Quando persiste acima de cinco anos deve ser avaliada para afastar causas ortopédicas ou neurológicas, sendo um diagnóstico de exclusão e assim chamada de MPP^{1,7}. É sabido que na maioria, 79% aos 10 anos, poderão ter resolução espontânea, como mostrado por Engström e Tedroff⁹

Avaliamos a efetividade das trocas gessadas seriadas, com análise da marcha computadorizada^{2,13,17}, comparando com os indivíduos sem intervenção, mantidos em acompanhamento⁹.

As medidas das variáveis da marcha, flexão plantar média, máxima e mínima apresentaram grande variabilidade de valores, demonstrado pelos altos valores do desvio padrão (Tabela 2). Não foi possível comparar com outros trabalhos, devido ao ineditismo deste estudo, nas variáveis estudadas. Os autores deste estudo acreditam que essa variação dos valores com alto desvio padrão são resultantes da diversidade no perfil dos indivíduos. Ademais, pode ocorrer a tentativa de correção da capacidade do padrão de marcha, quando estão sendo observados¹³. Westberry *et al.*² mostraram que quando solicitado a andar com os pés apoiados no chão, 17 % normalizaram completamente as variáveis na sua marcha, 70% das crianças foram capazes de normalizar algumas variáveis de postura e balanço.

O grupo controle e grupo gesso foram submetidos a avaliação após seguimento longitudinal ou após a intervenção com trocas gessadas seriadas bilaterais com protocolo utilizado no serviço de referência. Diversos autores^{4,21,22}descreveram o uso das trocas gessadas, entretanto Freiman *et al.*⁷, 2022, citam que não existe um protocolo de gesso padronizado publicado.

Os resultados deste trabalho mostrou que os indivíduos do grupo gesso, apresentaram-se com média de idade de 8,2 anos (DP=2,7) no 1º exame, quando comparados ao grupo controle com 6,7 anos (DP=1,7); provavelmente por terem sido mantidos em observação e por apresentarem uma maior estruturação. Foi observado que as trocas gessadas no 2º exame, resultou em uma diminuição na flexão plantar média, máxima e mínima, demonstrando o seu efeito da melhora na estruturação, aproximadamente de 10°, com diferenças estatisticamente significativas, (valor- $p < 0,001$).

O presente estudo mostrou que as trocas gessadas seriadas levam a uma redução da plantiflexão, sugerindo uma melhora do encurtamento e redução da rigidez, confirmadas por Thielemann *et al.*¹³, que descreveram a inibição da hiperatividade dos músculos flexores plantares do tornozelo após o alongamento dos componentes da unidade músculo-tendínea²⁷. Os resultados deste estudo foram

alcançados colocando o pé e o tornozelo em posição neutra, imobilizados com aparelho gessado, por três períodos de duas semanas. A cada troca de gesso, o tornozelo foi posicionado com uma menor plantiflexão possível, alongando progressivamente a musculatura do tríceps sural até que a ADM do tornozelo fosse diminuída, mesmo sem conseguir dorsiflexão, conforme observado por Hirsch e Wagner¹¹.

Van Bommel *et al.*²³ descreveram um aumento médio na dorsiflexão passiva do tornozelo de 3,1° após o tratamento com gesso, diferente dos achados do presente trabalho que observou melhora aproximada de 10°. Katz & Mubarak⁴ examinaram 7 indivíduos, 5 foram tratados com gesso em série, 5 dos 7 melhoraram. Dois anos após foi observado um aumento de 6° na dorsiflexão máxima do tornozelo.

Os grupos controle e gesso mostraram-se diferentes na flexão plantar média e mínima no 2º exame, ou seja, o grupo gesso apresentou valores de desempenho melhores que o grupo controle mostrando a eficiência das trocas gessadas.

Neste estudo, foi realizada uma regressão logística (Figura 4), para quantificar a melhora dos indivíduos quando submetidos às trocas gessadas. Com isso foi observado que a chance de melhora espontânea é de 0,21, e quando foi realizado trocas gessadas seriadas aumentou em um fator de 3,67, até o momento não descrito na literatura.

Este estudo apresentou limitações na variabilidade, mostrada pelos altos valores de desvio-padrão, que poderia ser minimizada ou corrigida se fossem separados em grupos mais homogêneos. Ademais a tentativa de correção da marcha pelos indivíduos quando estão sendo observados e uma suposta variabilidade intrínseca do método de análise da marcha computadorizada, pode também gerar limitações.

As indicações de cirurgias não foram abordadas neste estudo por não ser o objetivo do trabalho, mas podem ser usadas em casos que não apresentarem resolução espontânea ou recidivarem após trocas gessadas seriadas.

As análises estatísticas podem não ter sido tão efetivas para mostrar a melhora clínica significativa, muitas vezes relatadas pelos familiares. Na vivência clínica dos

autores deste trabalho, esta melhora frequentemente é relatada pelos familiares, mas em ensaios futuros, sugerimos uma avaliação especializada.

Acredita-se que uma avaliação deve ser feita prospectiva, para avaliar quais indivíduos podem evoluir com estruturação. Sobel *et al.*¹³ mostraram que as contraturas em equino do tornozelo, podem desenvolver como consequência da caminhada prolongada na ponta dos pés.

CONCLUSÕES

O estudo da MPPI é fundamental para o entendimento de sua progressão, determinando os momentos apropriados para acompanhamento ou intervenção.

A análise dos resultados mostrou que em 13 anos, foram atendidos 10.119 indivíduos, selecionados 543 com características de MPPI, com predominância pelo sexo masculino, com média de idade 6,6 anos na sua admissão,

Os resultados mostraram uma grande variabilidade das medidas da análise computadorizada da marcha, com altos valores de desvio padrão demonstrando uma heterogeneidade dos indivíduos, independente do sexo e da idade dos participantes.

Este estudo demonstrou que o protocolo aplicado para tratamento com trocas gessadas seriadas em crianças com MPPI, mostrou-se seguro e eficaz. Pela primeira vez, verificou-se que o tratamento MPPI levou à mudança ou normalização da marcha em comparação com o grupo controle (sem intervenção) 3,67 vezes maior, sendo bem tolerado, sem relatos de complicações.

REFERÊNCIAS

1. Oetgen ME, Peden S. Idiopathic toe walking. Vol. 20, Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2012. p. 292-300.
2. Westberry DE, Davids JR, Davis RB, De Moraes Filho MC. Idiopathic toe walking: A kinematic and kinetic profile. Journal of Pediatric Orthopaedics. 2008;28(3):352-8.
3. Bauer JP, Sienko S, Davids JR. Idiopathic Toe Walking: An Update on Natural History, Diagnosis, and Treatment. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2022 Nov 15;30(22):e1419-30.

4. Katz MM, Mubarak SJ. Hereditary Tendo Achillis Contractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1984;4(6):711-4.
5. Haynes KB, Wimberly RL, Vanpelt JM, Jo CH, Riccio AI, Delgado MR. Toe Walking: A Neurological Perspective after Referral from Pediatric Orthopaedic Surgeons. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2018;38(3):152-6.
6. Ruzbarsky JJ, Scher D, Dodwell E. Toe walking: Causes, epidemiology, assessment, and treatment. *Curr Opin Pediatr*. 2016 Feb 1;28(1):40-6.
7. Freiman HD, Mensah C, Codrington J, Frick SL. Idiopathic Toe-Walking in Children and Adolescents: Diagnosis, Natural History, and Treatment Options. *JBJS Rev*. 2022;10(2):1-8.
8. Pomarino D, Ramírez Llamas J, Martin S, Pomarino A. Literature Review of Idiopathic Toe Walking: Etiology, Prevalence, Classification, and Treatment. *Foot Ankle Spec*. 2017 Aug 1;10(4):337-42.
9. Engström P, Tedroff K. Idiopathic toe-walking: Prevalence and natural history from birth to ten years of age. *Journal of Bone and Joint Surgery - American Volume*. 2018;100(8):640-7.
10. Hirsch G, Wagner B. The natural history of idiopathic toe-walking: A long-term follow-up of fourteen conservatively treated children. *Acta Paediatrica, International Journal of Paediatrics*. 2004;93(2):196-9.
11. Dietz F, Khunsree S. Idiopathic toe walking: to treat or not to treat, that is the question. Vol. 32, *The Iowa orthopaedic journal*. 2012. p. 184-8.
12. Thielemann F, Rockstroh G, Mehrholz J, Druschel C. Serial ankle casts for patients with idiopathic toe walking: Effects on functional gait parameters. *J Child Orthop*. 2019 Apr 1;13(2):147-54.
13. Sobel E, Caselli MA, Velez Z. Effect of persistent toe walking on ankle equinus: Analysis of 60 idiopathic toe walkers. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1997;87(1):17-23.
14. Alvarez C, De Vera M, Beauchamp R, Ward V, Black A. Classification of idiopathic toe walking based on gait analysis: Development and application of the ITW severity classification. *Gait Posture*. 2007 Sep;26(3):428-35.
15. Perry J, Burnfield JM. Gait Analysis Normal and Pathological Function. *Journal of Sports Science Medicine*. 2010;9:353.
16. Schwartz MH, Rozumalski A. The gait deviation index: A new comprehensive index of gait pathology. *Gait Posture*. 2008;28(3):351-7.
17. Hislop H, Montgomery J. Provas de Função Muscular - Técnicas de Exame Manual. In: Professional E, editor. 8 ° edição. 2008. p. 1-504.
18. Molin H, Skwortsow N. Physitrack page (Internet). Reino Unido. 2012.
19. Davis RB, Öunpuu D, Tyburski and JRG. Human Movement Science. *Hum Mov Sci*. 1991;10 (5):575-87.

20. Eastwood DM, Dennett X, Shield LK, Dickens DR. Muscle Abnormalities in Idiopathic Toe-Walkers Author Information. Vol. 6, Journal of Pediatric Orthopaedics B: July. 1997. p. 215-8.
21. Stott NS, Walt SE, Lobb GA, Reynolds N, Nicol RO. Treatment for Idiopathic Toe-Walking: Results at Skeletal Maturity. Journal of Pediatric Orthopaedics. 2004;24(1):63-9.
22. Van Bommel AF, Van De Graaf VA, Van Den Bekerom MPJ, Vergroesen DA. Outcome after conservative and operative treatment of children with idiopathic toe walking: A systematic review of literature. Vol. 98, Musculoskeletal Surgery. Springer-Verlag Italia s.r.l.; 2014. p. 87-93.

9 PRODUTOS DESENVOLVIDOS

9.1 VÍDEO ANIMADO - MARCHA NA PONTA DOS PÉS IDIOPÁTICA

O tratamento da marcha na ponta dos pés idiopática é um tópico complexo e controverso, com diferentes abordagens e terapias sendo utilizadas sem compreensão e desconhecimento da sua história e sua evolução. Existem muitas abordagens diferentes e não há consenso sobre qual é o melhor tratamento. A falta de informações precisas sobre a condição pode levar a um tratamento inadequado, ou tardio, resultando em um impacto negativo na qualidade de vida do indivíduo¹⁻³.

Um vídeo animado foi desenvolvido para ajudar a educar e conscientizar a população sobre essa condição. Com ele, é possível fornecer informações mais precisas e atualizadas, ajudando a combater a desinformação e a promover um melhor entendimento para, quando necessário procurar tratamento especializado, assim que possível, prevenindo a estruturação e deformidades físicas no indivíduo na infância, adolescência e vida adulta⁴⁻⁶.

Além da carência de material didático, divergência de tratamentos e a crescente demanda principalmente devido as causas de “*bullying*” escolar, informar as famílias sobre a MPPI pode ajudar a reduzir os equívocos em torno dessa condição. É importante ressaltar que o vídeo também será importante para os profissionais de saúde, visto que ainda há controvérsias sobre o diagnóstico e o momento de abordar a condição.

Acredita-se que a disponibilidade de informações precisas e fáceis sobre a MPPI é fundamental para melhorar o tratamento minimizando deformidades na vida adulta e a qualidade de vida dos indivíduos acometidos.

O vídeo animado informativo foi desenvolvido com base na metodologia DADI (*Design, Agile, Development, Innovation*) que orientou todo o processo criativo e de produção.

D: O primeiro passo foi elaborar um roteiro baseado nas demandas das famílias de casos atendidos rotineiramente no ambulatório de ortopedia pediátrica do Hospital da Rede Sarah Centro - Brasília, DF - Brasil, sendo embasado na literatura.

A personagem principal foi criada para narrar sua história, preocupações e medidas que ela buscou para esclarecer as dúvidas sobre a forma de andar do seu filho. O design cuidadoso do roteiro permitiu abordar de forma clara e envolvente os aspectos essenciais da condição e esclarecimentos.

A: Foi adotada uma abordagem ágil ao longo de todo o processo de produção do vídeo. O processo de criação foi dividido em etapas menores, estabelecendo marcos e prazos para cada uma delas. O progresso foi acompanhado de perto, realizando todos os ajustes necessário.

D: Com base no roteiro, foram criados os personagens por meio de avatares e a trilha sonora escolhida. A locução profissional foi cuidadosamente selecionada para transmitir as informações de forma clara e concisa. Todo o desenvolvimento do vídeo foi realizado com o objetivo de torná-lo atraente e facilmente compreensível para o público-alvo. Profissionais de saúde e leigos com conhecimento em MPPI, analisaram o roteiro, diálogos e representações visuais fornecendo sugestões construtivas para aprimorar o vídeo.

I: O vídeo animado informativo sobre a MPPI traz, informações confiáveis e cientificamente embasadas, sobre a condição; tem 2 minutos e 23 segundos de duração e foi criado a partir de um roteiro cuidadosamente desenvolvido. Cada elemento do vídeo foi pensado e executado para criar uma experiência agradável para o espectador.

O vídeo foi enviado para registro na ANCINE (Agência Nacional do Cinema), o processo de registro está em andamento e todas as etapas para cumprir as diretrizes e requisitos estabelecidos pelo órgão regulador foram cumpridos.

Registro na ANCINE - Deferimento

É com satisfação que comunicamos o deferimento do pedido de registro (ou de alteração ou de revalidação, conforme o caso) na Ancine. Mediante seu login e senha, os serviços desta Agência ficam à sua disposição no sítio eletrônico www.ancine.gov.br.

Alertamos que é dever do agente econômico manter os dados cadastrais atualizados, comunicando à Ancine, no prazo de 30 (trinta) dias, qualquer alteração, com a apresentação dos documentos pertinentes, sob pena de irregularização do registro e suspensão do acesso aos serviços oferecidos pela Agência.



MPPI cls



Scan the QR code

Scan the QR code

Recebido em 12/07/2023.



Figura 1 - Cenas do vídeo animado MPPI.
Fonte: Arquivo do Autor, 2023.

REFERÊNCIAS

1. Freiman HD, Mensah C, Codrington J, Frick SL. Idiopathic toe-walking in children and adolescents: diagnosis, natural history, and treatment options. *JBJS Rev.* 2022;10(2):1-8.
2. Engström P, Tedroff K. Idiopathic toe-walking: prevalence and natural history from birth to ten years of age. *J Bone Joint Surg Am.* 2018 Apr 18;100(8):640-647.
3. Bauer JP, Sienko S, Davids JR. Idiopathic toe walking: an update on natural history, diagnosis, and treatment. *J Am Acad Orthop Surg.* 2022 Nov 15;30(22):e1419-e1430.
4. Oetgen ME, Peden S. Idiopathic toe walking. *J Am Acad Orthop Surg.* 2012 May;20(5):292-300.
5. Ruzbarsky JJ, Scher D, Dodwell E. Toe walking: Causes, epidemiology, assessment, and treatment. *Curr Opin Pediatr.* 2016 Feb;28(1):40-46.
6. Pomarino D, Ramírez Llamas J, Martin S, Pomarino A. Literature review of idiopathic toe walking: etiology, prevalence, classification, and treatment. *Foot Ankle Spec.* 2017 Aug;10(4):337-342.
7. Lemos GJP. Marcha na ponta dos pés idiopática: evolução natural, vídeo educativo, protocolo das trocas gessadas e sua efetividade na prevenção das alterações no adulto. [Dissertação de Mestrado], 2023. Brasília: Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências para a Saúde da Escola Superior em Ciências da Saúde/FEPECS.

9.2 PROTOCOLO PARA ACOMPANHAMENTO E TRATAMENTO DE CRIANÇAS COM MARCHA NA PONTA DOS PÉS IDIOPÁTICA.

A marcha na ponta dos pés idiopática (MPPI) é um termo que inclui padrão anormal de marcha que a criança caminha descarregando o suporte de peso na parte anterior dos pés, pulando ou diminuindo a fase de apoio inicial do choque do calcanhar no solo. Faz parte do desenvolvimento normal, ocorrendo até dois a três anos de idade e deve resolver espontaneamente. Quando persiste acima de cinco anos, deve ser avaliada por profissional especialista¹⁻⁴.

Sua evolução e diversidade de tratamentos sugeridos na literatura, nos conduziu a elaborar um protocolo de atenção utilizado no serviço às crianças com MPPI, auxiliando na condução desses casos⁵⁻⁷. (Figura1) Esse protocolo já foi implementado no Hospital da Rede Sarah Brasília - DF e será implementado nos demais unidades de atendimento de ortopedia pediátrica da Rede Sarah Hospitais de Reabilitação.

Após avaliação, exclusão de uma causa neurológica e diagnosticado MPPI em crianças em crescimento abaixo de 10 anos, sugerimos o protocolo abaixo:

- Indivíduos com um padrão de marcha em equino dinâmico e não apresentarem limitação ou com uma restrição da leve da ADM tornozelo, devem ser mantidas em acompanhamento.

- Indivíduos que não conseguem apoiar o calcanhar no solo quando solicitado durante a marcha, com estruturação e plantiflexão maior que 10°(aferida por goniometria com o indivíduo deitado e o joelho estendido), sugerimos intervenção com trocas gessadas seriadas, de acordo com o protocolo abaixo, visando minimizar o equino e acelerando a resolução do quadro, prevenindo deformidades no adulto.



Figura 1 - Fluxograma acompanhamento e tratamento de crianças com marcha na ponta dos pés idiopática com trocas gessadas.
Fonte: Elaboração própria, 2023.

Devem ser confeccionados três aparelhos gessados suropodálicos, trocados quinzenalmente, realizados pelo médico assistente, com gesso comum, revestido com uma camada final de gesso sintético, permitindo marcha imediata com uma sandália para gesso ou colagem de borracha antiderrapante.

O primeiro aparelho gessado deve ser confeccionado com o indivíduo sentado na maca com pernas pendentes corrigindo a plantiflexão conseguida do tornozelo, mantendo a articulação subtalar estável e controlando para não forçar a articulação de Chopart.

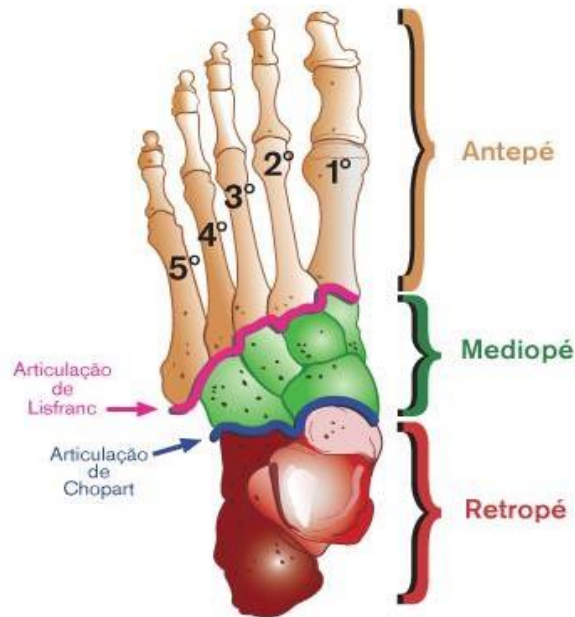


Figura 2 - Divisão anatômica do pé, mostrando a articulação de Chopart.
Fonte adaptado de Vasconcelos 2020⁸

O segundo aparelho gessado, confeccionado com o indivíduo sentado e em seguida faz-se uma correção levando a máxima dorsiflexão do tornozelo, seguindo os mesmos cuidados do primeiro gesso.

E o último, com o indivíduo em decúbito dorsal, com flexão do quadril e joelho em 90°, corrigindo a dorsiflexão do tornozelo para próximo a 10° quando possível. Sempre cuidando para ganhar amplitude de movimento na articulação tíbiotársica (do tornozelo) e não na articulação de Chopart (do médio pé).



Figura 3 - Ilustração do aparelho gessado suropodálico utilizado.
Fonte: Acervo do Autor, 2022.

Após a retirada do último aparelho gessado, todos indivíduos, deverão ser orientados quanto à realização de exercícios diários para manutenção da flexibilidade conseguida e mantidos em acompanhamento longitudinal ambulatorial.



Figura 4 - Exercícios para ADM do tornozelo. A) Com faixa - Mantendo o calcanhar no chão, puxe a ponta do pé para cima em sua direção, fazendo um alongamento na panturrilha. **B) Flexão plantar do tornozelo** - Fique em pé sobre um degrau e com os calcanhares fora da borda, movimente-se para cima e para baixo. **C) Alongamento do gastrocnêmio** - Em pé de frente para uma parede, coloque uma perna para trás. Mantenha o calcanhar no chão e os dedos apontando para a frente. Flexione o joelho da frente, movendo o corpo para a frente, até sentir um alongamento da panturrilha. Fonte: Adaptado de Molin & Skwortsow, 2012⁹.

A evolução natural da MPPI pode ocorrer acima de 10 anos. Em um estudo Lemos et al¹⁰, observou que, quando realizado as trocas gessadas seriadas conforme protocolo, ocorre uma aceleração de redução da plantiflexão em 3,67 vezes maior, permitindo uma marcha plantígrada, minimizando deformidades futuras. Caso ocorra recidiva tardia, podemos repetir as trocas ou avaliar quanto a correção cirúrgica⁷.

REFERÊNCIAS

1. Freiman HD, Mensah C, Codrington J, Frick SL. Idiopathic toe-walking in children and adolescents: diagnosis, natural history, and treatment options. *JBJS Rev.* 2022;10(2):1-8.
2. Engström P, Tedroff K. Idiopathic toe-walking: prevalence and natural history from birth to ten years of age. *J Bone Joint Surg Am.* 2018 Apr 18;100(8):640-647.
3. Bauer JP, Sienko S, Davids JR. Idiopathic toe walking: an update on natural history, diagnosis, and treatment. *J Am Acad Orthop Surg.* 2022 Nov 15;30(22):e1419-e1430.
4. Oetgen ME, Peden S. Idiopathic toe walking. *J Am Acad Orthop Surg.* 2012 May;20(5):292-300.
5. Ruzbarsky JJ, Scher D, Dodwell E. Toe walking: Causes, epidemiology, assessment, and treatment. *Curr Opin Pediatr.* 2016 Feb;28(1):40-46.
6. Pomarino D, Ramírez Llamas J, Martin S, Pomarino A. Literature review of idiopathic toe walking: etiology, prevalence, classification, and treatment. *Foot Ankle Spec.* 2017 Aug;10(4):337-342.
7. Alvarez C, De Vera M, Beauchamp R, Ward V, Black A. Classification of idiopathic toe walking based on gait analysis: development and application of the ITW severity classification. *Gait Posture.* 2007 Sept;26(3):428-35.
8. Vasconcelos J, Neto J. Livro da Sociedade Brasileira de Reumatologia. 2 ed. Radominski S, editor. Rio de Janeiro: 2020;
9. Molin H, Skwortsow N. Physitrack page (Internet). Reino Unido. 2012.
10. Lemos GJP. Marcha na ponta dos pés idiopática: evolução natural, vídeo educativo, protocolo das trocas gessadas e sua efetividade na prevenção das alterações no adulto. [Dissertação de Mestrado], 2023. Brasília: Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências para a Saúde da Escola Superior em Ciências da Saúde/FEPECS.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da MPPI é fundamental para o entendimento de sua progressão, determinando os momentos apropriados para acompanhamento ou intervenção, pois foi observado uma prevalência de 5% da população no serviço de referência analisado.

A análise dos resultados sugere que no período e região estudada, realizada em 13 anos, foram atendidos 10.119 indivíduos entre os quais selecionados 543 com características de acordo com o perfil epidemiológico de MPPI.

Houve predomínio absoluto de indivíduos procedentes de Distrito Federal, representando 91% da população estudada de MPPI, com predominância pelo sexo masculino, com média de idade 6,6 anos na sua admissão,

Os resultados mostraram uma grande variabilidade das medidas da análise computadorizada da marcha, com altos valores de desvio padrão demonstrando uma heterogeneidade dos indivíduos, independente do sexo e da idade dos participantes.

Observou-se na avaliação das variáveis por faixa etária, os indivíduos de 9 a 18 anos, apresentaram melhora evolutiva nas variáveis da marcha e do exame físico com redução da plantiflexão, quando comparados com aqueles com idade entre 4 a 6 anos.

Este estudo demonstrou que o protocolo aplicado para tratamento com trocas gessadas seriadas em crianças com MPPI, mostrou-se seguro e eficaz. Esse protocolo já foi implementado no Hospital da Rede Sarah Brasília - DF e será implementado nos demais unidades de atendimento de ortopedia pediátrica da Rede Sarah Hospitais de Reabilitação.

Pela primeira vez, verificou-se que o tratamento MPPI levou à mudança ou normalização da marcha em comparação com o grupo controle (sem intervenção) 3,67 vezes maior, sendo bem tolerado, sem relatos de complicações.

É importante identificar indivíduos com potencial de evolução na estruturação, pois nesses casos, demandam intervenções para minimizar o impacto de problemas emocionais e possíveis alterações ortopédicas.

A partir do conhecimento na prática diária adquirida pelos autores, foi criado um vídeo animado e educativo, com a finalidade de educar e conscientizar a população sobre a MPPI. Isto permitiu fornecer informações mais precisas e atualizadas, ajudando a combater a desinformação e promover um melhor entendimento para a busca do tratamento e prevenção especializados.

Um artigo científico foi desenvolvido demonstrando os resultados encontrados no estudo. As trocas gessadas podem ser indicadas como um acelerador da evolução espontânea, conseguindo corrigir a estruturação da plantiflexão em crianças com potencial de crescimento e com maior chance de piora da estruturação ou recidiva, postergando um procedimento cirúrgico se necessário, nos casos que não evoluírem para uma marcha plantígrada.

O estado atual da arte do estudo da MPPI mostra um campo em constante desenvolvimento, com pesquisadores e profissionais de saúde trabalhando em conjunto para melhorar o diagnóstico, tratamento e qualidade de vida de indivíduos afetados por essa condição.

11 ANEXO

11. 1 PARECER CONSUBSTANCIADO

Parecer N° 5.140.484 (Anexo I). CAAE- 52160221.9.0000.0022

ASSOCIAÇÃO DAS PIONEIRAS
SOCIAIS-DF/ REDE SARAH



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: A IMPORTÂNCIA DO DIAGNÓSTICO PRECOCE DA MARCHA NA PONTA DOS PÉS, IDIOPÁTICA, COMO PREVENÇÃO DAS ALTERAÇÕES MUSCULOESQUELÉTICAS

Pesquisador: GLEISER JOSE PIANTINO LEMOS

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 52160221.9.0000.0022

Instituição Proponente: ASSOCIACAO DAS PIONEIRAS SOCIAIS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.140.484

Apresentação do Projeto:

Metodologia Proposta:

Coorde retrospectivo através de levantamento no prontuário eletrônico, de indivíduos subsequentemente, selecionados para a inclusão no estudo, avaliados no ambulatório de um hospital da Rede Sarah de Hospitais de Reabilitação - Brasília - DF - Brasil. 3.2 Casuística - O estudo será conduzido em indivíduos a partir do início do padrão de marcha independente, (coorte de inserção), atendidos nos ambulatórios de ortopedia em um hospital da Rede Sarah de Hospitais de Reabilitação - Brasília - DF - Brasil, no período de janeiro de 2009 a dezembro de 2021, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão.

Crerérios de Inclusão:

Serão incluídos todos os indivíduos no período selecionado, com idade entre 05 anos e 18 anos que apresentaram padrão de marcha na ponta dos pés idiopática, com exame físico normal e com exames complementares: laboratoriais (TGO, TGP, aldolase, CPK e erros inatos do metabolismo); exame neurofisiológico, exames de imagem (ressonância magnética de encéfalo e coluna total); e avaliação no laboratório de movimento, com cinemática/cinética.

Crerérios de Exclusão:

Indivíduos com marcha na ponta dos pés com alterações neurológicas (paralisia cerebral,

Endereço: SMHS Quadra 301 Bloco B nº 45 Entrada A Edifício Pioneiras Sociais - Terceiro Andar

Bairro: SMHS

CEP: 70.334-900

UF: DF

Município: BRASÍLIA

Telefone: (61)3319-1494

E-mail: comitecep@sarh.br

ASSOCIAÇÃO DAS PIONEIRAS
SOCIAIS-DF/ REDE SARAH



Continuação do Parecer: 5.140.484

neuropatia periférica, disrafismo espinhal e miopatias), ou que apresentarem alteração nos exames complementares.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo primário

Estudar a importância do diagnóstico precoce da marcha na ponta dos pés idiopática como prevenção das alterações musculoesqueléticas dos

indivíduos, avaliados no período de janeiro 2009 a dezembro de 2021 no hospital de reabilitação da Rede Sarah de Hospitais de Reabilitação -

Brasília - DF - Brasil.

Objetivo Secundário:

- Analisar a prevalência de indivíduos assistidos com marcha na ponta dos pés idiopática; (MPPI / número de admissões ortopedia pediátrica no período)
- Documentar a história natural da marcha na ponta dos pés dos participantes da pesquisa
- Identificar a correlação da marcha na ponta dos pés idiopática com uma marcha estruturada em equino, com o crescimento do indivíduo.
- elaborar um protocolo de atenção para a intervenção precoce da marcha na ponta dos pés, prevenindo a estruturação e deformidades físicas no indivíduo na infância, adolescência e vida adulta.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Por se tratar de um levantamento bibliográfico e os intervencionismos fazerem parte dos tratamentos já estabelecidos, apresenta baixos riscos. A confidencialidade e privacidade dos participantes serão preservadas de modo a reduzir a possibilidade de danos à dimensão física moral, intelectual, social, cultural e espiritual do ser humano. Do ponto de vista dos participantes a sua identificação será mantida em total sigilo, respeitando as normas da Resolução CNS 466/12 Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde / Comissão Nacional de Ética em Pesquisa.

Benefícios:

Espera-se, principalmente, o benefício indireto, gerado pelo melhor entendimento da patologia

Endereço: SMHS Quadra 301. Bloco B n° 45 Estrada A Edifício Pioneiras Sociais - Terceiro Andar
Bairro: SMHS CEP: 70.334-900
UF: DF Município: BRASÍLIA
Telefone: (61)3319-1494

E-mail: comiteeticapesquisa@sarah.br

ASSOCIAÇÃO DAS PIONEIRAS
SOCIAIS-DF/ REDE SARAH



Continuação do Parecer: 5.140.484

evolução.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A justificativa para emenda é devido à retirada da instituição coparticipante, da FEPECS haja vista que a coleta de dados será realizada apenas na Rede de Sarah de Hospitais de Reabilitação.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

OBSERVAÇÃO:

FOLHA DE ROSTO: a assinatura no campo "instituição Proponente" será coletada ao final da análise ética, em virtude do fluxo institucional interno para análise de projetos de pesquisa. O CEP – APS orientará ao pesquisador responsável a postagem do documento assinado como notificação administrativa. Vide declaração em documento anexo ("decl1").

Recomendações:

Sem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Parecer favorável à emenda do projeto de pesquisa.

ORIENTAÇÕES DO CEP – APS PARA CONDUÇÃO E ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o CEP-APS recomenda aos Pesquisadores:

1. NOTIFICAR INÍCIO DA PESQUISA por meio de notificação administrativa na Plataforma Brasil;
2. NOTIFICAR INTERRUÇÃO DO ESTUDO na Plataforma Brasil;

Endereço: SMHS Quadra 301 Bloco B nº 45 Entrada A Edifício Pioneiras Sociais - Terceiro Andar

Bairro: SMHS

CEP: 70.334-900

UF: DF

Município: BRASÍLIA

Telefone: (61)3319-1494

E-mail: comiteeticapesquisa@sarah.br

ASSOCIAÇÃO DAS PIONEIRAS
SOCIAIS-DF/ REDE SARAH



Continuação do Parecer: 5.140.484

3. NOTIFICAR IMEDIATAMENTE EFEITO ADVERSO relacionados à pesquisa, via notificação na Plataforma Brasil e via documental ao CEP - APS.
4. Comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil;
3. Apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do projeto a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final), via Plataforma Brasil;
4. Realizar a guarda do material de pesquisa (dados, TCLE, formulário, questionário, entrevistas) por 05 anos após o término da mesma;
5. NOTIFICAR O TÉRMINO DA PESQUISA via notificação administrativa na Plataforma Brasil.

MODELO DE RELATORIO FINAL

A) DADOS DO PROJETO

1. CAAE:
2. Pesquisador Responsável:
3. Pesquisadores Assistentes (orientador (a): se houver
4. Título do projeto:

B) DADOS DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

Endereço: SMHS Quadra 301 Bloco B nº 45 Entrada A Edifício Pioneiras Sociais - Terceiro Andar
 Bairro: SMHS CEP: 70.334-900
 UF: DF Município: BRASÍLIA
 Telefone: (61)3319-1494 E-mail: comitecapesquisa@sarah.br

ASSOCIAÇÃO DAS PIONEIRAS
SOCIAIS-DF/ REDE SARAH



Continuação do Parecer: 5.140.484

1. Total de sujeitos recrutados em cada local e no total:
2. Total de sujeitos incluídos no estudo em cada local e no total:
3. Total de sujeitos retirados/descontinuados em cada local e no total:
4. Principais razões de retirada/descontinuação:
5. Total de sujeitos que concluíram o estudo em cada local e no total:
6. Total de eventos sérios ocorridos em cada local e no total:
7. Condutas adotadas em relação aos eventos adversos graves:
8. Houve pedido de indenização por danos causados por este estudo por algum dos participantes? (Se sim, favor descrever a ocorrência, ressaltando o motivo que a impulsionou e a conduta tomada.)

C) RESULTADOS OBTIDOS

(Descreva resumidamente os resultados e os benefícios resultantes da pesquisa. Se necessário, anexartabelas, quadros, figuras ou gráficos, para melhor entendimento dos resultados obtidos.)

D) DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS

Endereço: SMHS Quadra 301 Bloco B n° 45 Entrada A Edifício Pioneiras Sociais - Terceiro Andar;
Bairro: SMHS CEP: 70.334-900
UF: DF Município: BRASÍLIA
Telefone: (61)33319-1494 E-mail: comiteeticapesquisa@samh.br

ASSOCIAÇÃO DAS PIONEIRAS
SOCIAIS-DF/ REDE SARAH



Continuação do Parecer: 5.140.484

Ocorreu a divulgação dos resultados para a Instituição na qual os dados foram coletados? () Sim.

Qual a forma?

() Não. Especificar o motivo:

A pesquisa gerou apresentação de trabalhos? Publicações? () Sim.

Qual a forma?

() Não. Especificar o motivo:

E) Ocorreu a divulgação dos resultados para a Instituição no qual os dados foram coletados?

E) DIFICULDADES ENCONTRADAS

(Relatar as dificuldades encontradas na condução da pesquisa.)

F) SUGESTÕES

Apontar sugestões de medidas que poderiam ser adotadas no âmbito da Instituição, com vistas a dinamizar as atividades de pesquisa e as atividades do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Associação das Pioneiras Sociais.

Cidade (Estado) _____ de _____ de 20 ____.

Endereço: SMHS Quadra 301 Bloco B nº 45 Entrada A Edifício Pioneiras Sociais - Terceiro Andar

Bairro: SMHS

CEP: 70.334-900

UF: DF

Município: BRASÍLIA

Telefone: (61)3319-1494

E-mail: comiteeticapesquisa@sarah.br

**ASSOCIAÇÃO DAS PIONEIRAS
SOCIAIS-DF/ REDE SARAH**



Continuação do Parecer: 5.140.484

Assinatura do Pesquisador Responsável

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Outros	emenda.docx	26/11/2021 11:22:17	Maria do Carmo Feitosa dos Santos	Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_186223 0_Ê1.pdf	26/11/2021 11:01:22		Aceito
Outros	emenda.png	24/11/2021 12:44:49	GLEISER JOSE PIANTINO LEMOS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Gleiser241121.docx	24/11/2021 12:44:23	GLEISER JOSE PIANTINO LEMOS	Aceito
Outros	TCLE_modificado.pdf	22/10/2021 11:05:10	GLEISER JOSE PIANTINO LEMOS	Aceito
Outros	TALE_modificado.pdf	22/10/2021 11:04:06	GLEISER JOSE PIANTINO LEMOS	Aceito
Outros	cartarespostapendencias.jpeg	20/10/2021 22:16:42	GLEISER JOSE PIANTINO LEMOS	Aceito
Outros	Tale.GIF	29/09/2021 08:47:29	GLEISER JOSE PIANTINO LEMOS	Aceito
Outros	TCLE.GIF	29/09/2021 08:47:08	GLEISER JOSE PIANTINO LEMOS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	IsencaoTCLE.pdf	29/09/2021 08:37:56	GLEISER JOSE PIANTINO LEMOS	Aceito
Folha de Rosto	PAGINA_ROSTO.pdf	28/09/2021 18:47:16	GLEISER JOSE PIANTINO LEMOS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: SMHS Quadra 301 Bloco B nº 45 Entrada A Edifício Pioneiras Sociais - Terceiro Andar

Bairro: SMHS

CEP: 70.334-900

UF: DF

Município: BRASÍLIA

Telefone: (61)3319-1494

E-mail: comiteeticoapesquisa@sarah.br

ASSOCIAÇÃO DAS PIONEIRAS
SOCIAIS-DF/ REDE SARAH



Continuação do Protocolo: 5.140.484

BRASILIA, 02 de Dezembro de 2021

Assinado por:
Valéria Baldassin
(Coordenador(a))

Endereço: SMHS Quadra 301 Bloco B nº 45 Entrada A Edifício Pioneiras Sociais - Terceiro Andar
Bairro: SMHS **CEP:** 70.334-900
UF: DF **Município:** BRASÍLIA
Telefone: (61)3319-1494 **E-mail:** comiteeticapesquisa@sarah.br

