Universidade de São Paulo
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto

2020

Estudo da pressão plantar de crianças e adolescentes com doença de Charcot-Marie-Tooth durante a marcha

PPGRDF
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REABILITAÇÃO E DESEMPENHO FUNCIONAL
FMRP-USP

Juliana Cardoso

Dissertação

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO

JULIANA CARDOSO

Estudo da pressão plantar de crianças e adolescentes com doença de Charcot-Marie-Tooth durante a marcha

Ribeirão Preto

2020

JULIANA CARDOSO

Estudo da pressão plantar de crianças e adolescentes com doença de Charcot-Marie-Tooth durante a marcha

Versão corrigida

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção de aprovação no Mestrado.

Área de concentração: Fisioterapia

Orientador (a): Profa. Dra. Ana Claudia Mattiello Sverzut

Ribeirão Preto

2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Cardoso, Juliana
Estudo da pressão plantar de crianças e adolescentes com doença de Charcot-Marie-Tooth durante a marcha, 2020.
p. 90; 30 cm

Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP. Programa de Pós-graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional. Área de concentração: Fisioterapia.

Orientador: Mattiello-Sverzut, Ana Claudia.

1. Charcot-Marie-Tooth. 2. Pressão plantar. 3. Crianças.

FOLHA DE APROVAÇÃO

CARDOSO, Juliana. Estudo da pressão plantar de crianças e adolescentes com doença de Charcot-Marie-Tooth durante a marcha.

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção de aprovação no Mestrado.

Área de concentração: Fisioterapia

Aprovado (a) em: 17/02/2020

Banca examinadora

Prof. Dr. Hércules Ribeiro Leite

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais

Assinatura: _____

Prof. Dr. Pedro José Tomaselli

Instituição: Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP

Assinatura: _____

Prof. Dr. Renato de Moraes

Instituição: Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto - USP

Assinatura: _____

Dedicatória

A Deus pela realização desse sonho.

A minha família que sempre me inspira e impulsiona.

Agradecimentos

"Como é feliz o homem que acha a sabedoria, o homem que obtém entendimento (Pv. 3:13)"

Chego feliz ao fim de mais este ciclo, foram 3 anos adquirindo sabedoria e entendimento. No entanto seria impossível ter adquirido tal sabedoria e entendimento sem algumas pessoas especiais.

Incialmente gostaria de agradecer àqueles que sempre estiveram comigo, meus pais e minha família. Como é imprescindível ter pessoas que nos impulsionam e nos mostram que sempre existe luz depois de um dia chuvoso e triste. Que não nos deixam desistir no meio do caminho e abrir mão dos sonhos. Agradeço também ao meu amigo, que durante esses três anos, tornou-se noivo e esposo. Sempre me encoraja e anima. Me mostra diariamente que amor é bondoso, acolhedor e livre.

O início dessa trajetória na Pós-graduação não seria possível sem a minha orientadora Ana Claudia Mattielo Sverzut. Profa, obrigada por me aceitar mesmo não tendo o melhor histórico científico. Obrigada por lapidar, inspirar, direcionar, abrir caminhos e abraçar nos dias difíceis. Que a senhora sempre continue a transbordar alegria e amor da sua vida. Meu obrigada especial ao Estrutura e Função do Músculo Esquelético Laboratório de Pesquisa Científica. Que acolhimento, que amparo. Um laboratório que me ensinou o verdadeiro sentido de trabalhar em equipe. Obrigada à Cyntia, técnica de laboratório e hoje amiga pessoal, sempre sabe de tudo e divide tudo com todos. Obrigada à Beatriz, aluna de iniciação científica, deu significado ao termo "fiel escudeira", sempre está pronta para um: "Vamos!".

Obrigada a cada professor ou profissional que contribuiu para a minha formação e construção e desenvolvimento dessa pesquisa, em especial às Profas. Dras. Isabel Sacco e Cristina Dallemole Sartor e aos Profs. Drs. Fábio Serrão e Wilson Marques Junior. Obrigada à cada paciente e voluntário. Pacientes, vocês são nossa força, nossa motivação. Voluntários, vocês são nossa inspiração, de doação ao próximo. Agradeço à CAPES, pelo financiamento que me permitiu dedicação exclusiva a pesquisa durante esses anos.

Agradeço à Deus, que tem direcionado o meu caminho, que tem me amparado com todas essas pessoas citadas e tantas outras. Deus que me deu o propósito de cuidar e abençoar vidas. Deus que está presente em todos os dias, meu melhor amigo. Seria impossível ter chegado até aqui sem descobrir a Ele e ao seu Amor. Obrigada, à você que está lendo esses agradecimentos hoje, que Deus te inspire e te faça avançar cientificamente ou naturalmente sobre os seus sonhos.

Tudo aquilo que o homem ignora, não existe para ele. Por isso o universo de cada um, se resume no tamanho do seu saber.

Albert Einstein

Resumo

Cardoso, J. **Estudo da pressão plantar de crianças e adolescentes com doença de Charcot-Marie-Tooth durante a marcha**. 2020. 90 f. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2020.

As manifestações clínicas da doença de Charcot-Marie-Tooth (CMT) acompanham o desenvolvimento e crescimento da criança. O comprometimento progressivo da força muscular extrínseca e intrínseca do pé, associado às deformidades encontradas, alteram a biomecânica corporal e modificam de forma relevante a distribuição da pressão plantar. Compreender a história natural da doença no contexto da avaliação de padrões de pressão plantar, durante a marcha de crianças e adolescentes com CMT e sua relação com distúrbios osteomioarticulares, pode nortear estratégias de intervenção terapêuticas. Portanto, o objetivo principal deste estudo foi descrever e comparar os padrões de pressão plantar em crianças e adolescentes com CMT e seus pares típicos. Secundariamente, foram testadas a associação e a relação entre força muscular isométrica, amplitude de movimento passiva, postura do pé e padrão dinâmico de pressão plantar nos pacientes com CMT. Trata-se de um estudo transversal, composto por uma amostra de 80 crianças e adolescentes de ambos os gêneros, com idades entre 8 e 18 anos. Os participantes foram divididos em dois grupos: CMT (n=40) e Controle (n=40), divididos posteriormente, em subgrupos criança (8-12 anos) e adolescente (13-18 anos) (CMT-criança, CMT-adolescente, Controle-criança e Controle-adolescente). Cada participante foi submetido às seguintes avaliações: força muscular isométrica (FMI) de dorsiflexores, plantiflexores, eversores e inversores de tornozelo, extensores de joelho e extensores de quadril, usando o dinamômetro Lafayette; amplitude de movimento (ADM) passiva do ângulo poplíteo, articulação talo-crural e subtalar, usando goniômetro convencional; caracterização da postura do pé, por meio da escala do Índice Postural do Pé; sensibilidade vibratória na região do hálux, primeiro metatarso, maléolo medial e tuberosidade da tíbia, utilizando diapasão de 128 Hz (Rydel Seiffer); análise da distribuição da pressão plantar dinâmica, por meio do sistema de medição Pedar-X, com divisão do pé em quatro áreas (retropé, mediopé, antepé medial e antepé lateral). Foram analisados: área de contato (AC), pico de pressão (PP), tempo de contato (TC), integral de pressão-tempo (IPT) e Velocidade Média do Centro de Pressão (VM do COP). Para análise estatística foi utilizado o modelo linear com efeitos mistos, o coeficiente de correlação de Pearson e o modelo de regressão linear múltipla. Os resultados indicaram restrição significativa na amplitude de movimento de dorsiflexão para CMT-criança quando comparado ao Controle-criança;

diminuição significativa de FMI de dorsiflexores de tornozelo para o CMT, CMT-criança e CMT-adolescente quando comparados aos seus respectivos controle; em relação a postura dos pés, os participantes do grupo CMT apresentaram predomínio de pés supinados e os do grupo Controle, predomínio de pés normais; a sensibilidade vibratória apresentou valores reduzidos em todas as regiões testadas para o grupo CMT. A avaliação da distribuição da pressão plantar mostrou que o CMT-criança, quando comparado ao Controle-criança, apresentava maiores valores de PP e IPT em antepé medial e VM do COP reduzida no mediopé. O CMT-adolescente não apresentou diferenças significativas de PP, IPT, TC e VM do COP do Controle-adolescente. Para os participantes com CMT, as principais relações estabelecidas foram entre PP na região de mediopé com a ADM de flexão plantar (β=1,96, p=0.02), ADM de dorsiflexão (β=-3,22, p<0.01) e postura supinada do pé (β=-57,08, p=<0.01); IPT na região de mediopé com ADM de flexores plantares (β=0,76, p=0.04), ADM de dorsiflexores (β=-1,61, p=<0.01) e postura supinada do pé (β=22,75, p=<0.01) e na região de antepé lateral com FMI de dorsiflexores (β=27,01, p=<0.01), ADM de dorsiflexores (β=-1,52, p=<0.01) e postura supinada do pé (β=22,36, p=0,04). Os resultados obtidos na avaliação física são compatíveis com os achados da literatura. A avaliação dinâmica do padrão de pressão plantar permitiu a identificação de anormalidades na CMT, com destaque para o aumento de PP e IPT no antepé medial e diminuição da VM do COP em mediopé para as crianças e PP, TC, IPT e VM do COP inalterados para os adolescentes. Os resultados de associação e relação da avaliação dinâmica da pressão plantar e avaliação física, mostram que outros fatores como alteração postural do pé, força muscular isométrica e amplitude de movimento influenciam na distribuição dinâmica da pressão plantar. Tais achados ressaltam a relevância deste tipo de avaliação na pratica clínica, principalmente no momento da confecção de dispositivos de tecnologia assistivas, que devem ser desenvolvidos para atividades estáticas e dinâmicas. Aos profissionais de saúde, estes resultados indicam que a redistribuição da pressão plantar pode ocorrer também por meio da abordagem cinesioterapêutica.

Keywords: Charcot-Marie-Tooth. Pressão Plantar. Crianças. Índice Postural do Pé.

ABSTRACT

Cardoso, J. **Study of plantar pressure during gait of children and adolescents with Charcot-Marie-Tooth disease.** 2020. 90 f. Master Dissertation – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2020.

Charcot-Marie-Tooth disease (CMT) presents clinical manifestations that accompany the child's development and growth. The progressive impairment of the extrinsic and intrinsic muscle strength of the foot associated with the deformities can modify biomechanics of the body and feet distribution of plantar pressure. Understanding the natural history of the disease in the context of the assessment of plantar pressure patterns during gait of children and adolescents with CMT and its relationship with musculoskeletal disorders may guide therapeutic interventions. Therefore, the main of this study was to describe and compare plantar pressure patterns in children and adolescents with CMT and their typical pairs. Secondarily, associations and relationship between isometric muscle strength, passive range of motion, foot posture and dynamic plantar pressure pattern were tested in CMT patients. This is a cross-sectional study, consisting of a sample of 80 children and adolescents of both genders, aged 8 to 18 years. Participants were divided into two groups: CMT (n = 40) and Control (n = 40), further divided in subgroups child (8-12 years) and adolescent (13-18 years) (CMT-child, CMT-adolescent; Control-child, Control-adolescent). Each participant was submitted to the following assessments: isometric muscle strength (IMS) of dorsiflexors, plantiflexors, ankle eversors and inverters, knee extensors and hip extensors, using the Lafayette dynamometer; passive range of motion (ROM) of the popliteal angle, talocrural and, subtalar joint using conventional goniometer; characterization of foot posture using the foot postural index; vibratory sensitivity in the hallux region, first metatarsal, medial malleolus, and tibial tuberosity, using 128 Hz tuning fork (Rydel Seiffer); analysis of the dynamic plantar pressure distribution using the Pedar-X measurement system, with foot division into four areas (rearfoot, midfoot, medial forefoot and lateral forefoot). Contact area (CA), peak pressure (PP), contact time (CT), pressure-time integral (PTI), and mean velocity of the center of pressure (MVCOP) were analyzed. Statistical analysis was performed using the linear mixed-effects model, the Pearson's correlation coefficient and multiple models of linear regression. Results indicated significant restriction in dorsiflexion ROM for CMT-child when compared to the Control-child; a significant decrease in ankle dorsiflexor IMS for CMT, CMT-child, and CMT-adolescent when compared to their respective controls; regarding the posture of the foot, participants of the CMT group had a predominance of

supinated feet and the Control group a predominance of normal feet; the vibratory sensitivity presented reduced values in all regions tested for CMT group. Evaluation of plantar pressure distribution showed that CMT-child when compared to Control-child, presented higher PP and PTI values in the medial forefoot and reduced MVCOP in midfoot. CMT-adolescent showed no significant differences in PP, PTI, CT, and MVCOP of the Control-adolescent. For participants with CMT, the main relationships established were between PP in the midfoot region with plantar flexion ROM ($\beta = 1.96$, $p=<0.01$), dorsiflexion ROM ($\beta = -3.22$, $p=<0.01$) and supinated foot posture ($\beta = -57.08$, $p=<0.01$); PTI in the midfoot with plantar flexor ROM ($\beta = 0.76$, $p = 0.04$), dorsiflexor ROM ($\beta = -1.61$, $p=<0.01$) and supinated foot posture ($\beta = 22.75$, $p=<0.01$) and in the lateral forefoot with dorsiflexor IMS ($\beta = 27.01$, $p=<0.01$), dorsiflexor ROM ($\beta = -1.52$, $p=<0.01$) and supinated foot posture ($\beta = 22.36$, $p = 0.04$). The evaluation of physical components is compatible with the literature. Dynamic assessment of the plantar pressure pattern identified abnormalities in CMT as higher PP and IPT in the medial forefoot and decrease of MVCOP in the midfoot in children and unchanged PP, TC, IPT, and MVCOP in adolescents with CMT. Association and relationship results of the dynamic assessment of plantar pressure and physical assessment show that other factors such as postural alteration of the foot, isometric muscle strength, and range of motion influence the dynamic distribution of plantar pressure. Such findings highlight the relevance of this type of assessment in clinical practice, especially when making assistive technology devices, which should be developed for static and dynamic activities. For health professionals, these results indicate that the redistribution of plantar pressure can also occur through the kinesiotherapeutic approach.

Keywords: Charcot-Marie-Tooth. Plantar pressure. Children. Foot postural index.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC: área de contato

ADM: amplitude de movimento

AFO: órtese de joelho e tornozelo

ANGE: ambulatório médico de neurogenética

CER: centro de Reabilitação

CMT: Charcot-Marie-Tooth

CMT-cr: CMT criança

CMT-ad: CMT adolescente

CMTES: CMT Examination Score

CMTNS: CMT Neuropathy score

CMTPedS: escala de avaliação pediátrica de CMT

Controle-cr: Controle criança

Controle-ad: Controle adolescente

COP: centro de pressão

DI-CMT: subtipo intermediário de Charcot-Marie-Tooth

FIC 237: Ambulatório Infantil de Fisioterapia para pacientes com Charcot-Marie-Tooth

HCFMRP: Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo

IMC: índice de massa corporal

IPP: índice postural dos pés

IPT: integral de pressão tempo

MFM: motor function measure

MMII: membros inferiores

ONLS: overall neuropathy limitations scale

PP: pico de pressão

TC: tempo de contato

VM do COP: Velocidade Média do Centro de Pressão

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. - Deformidade de pé cavo em um participante com CMT de 11 anos de idade (Classificação do Índice Postural do Pé de -10 para os pés direito e esquerdo).....4

Figura 2. Classificação da postura do pé conforme pontuação obtida no IPP..... 14

Figura 3. Ilustração da palmilha com trajetória média do deslocamento do centro de pressão (linha vertical espessa).....23

Figura 4. Distribuição da amostra..... 30

Figura 5. Escala de graduação de sensibilidade vibratória do diapasão Rydel-Seiffer..... 32

Figura 6. Controle (17 anos) usando o equipamento de coleta de dados, composto por: (A) cinto do Pedar com bateria e box processador, (B) cabo de fibra óptica que sai do box processador e se conecta ao notbook, (C) palmilha inserida dentro de meia com solado antiderrapante..... 34

Figura 7. Máscaras aplicadas para análise dos dados de pressão plantar..... 34

Figura 8. Distribuição dos participantes do estudo segundo dados brutos do Índice Postural do Pé, lado direito, em diferentes idades.....38

Figura 9. Correlação entre Amplitude de Movimento (ADM) e força muscular isométrica (FMI) e variáveis de pressão plantar no grupo CMT.....42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Escalas utilizadas para avaliação física dos pacientes com CMT e estudos que utilizaram as escalas como medidas de desfecho.....8

Tabela 2. Artigos que utilizaram o IPP para avaliação da postura dos pés em crianças e adolescentes.....15

Tabela 3. Definição das variáveis de pressão plantar 21

Tabela 4. Estudos que avaliaram o padrão de distribuição da pressão plantar como desfecho primário ou secundário em crianças, adolescentes e adultos com CMT..... 25

Tabela 5. Média e (DP) das características dos participantes e subtipos de CMT..... 36

Tabela 6. Média (DP) dos dados comparativos da amplitude de movimento e força muscular isométrica.....37

Tabela 7. Média (DP) dos dados da avaliação de sensibilidade vibratória em diferentes regiões do membro inferior dos grupos CMT total e Controle total.....39

Tabela 8. Média (DP) das comparações entre as variáveis de pressão plantar considerando as diferentes regiões dos pés.....40

Tabela 9. Relação das variáveis de pressão plantar com a Amplitude de Movimento, Força Muscular Isométrica e as posturas classificadas pelo Índice Postural do Pé.....43

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....1
1.1 Doença de Charcot-Marie-Tooth: uma visão geral.....2
1.2 CMT na infância.....5
1.3 Medidas de avaliação.....7
1.3.1 Índice postural dos pés.....14
1.4 Pressão Plantar.....21
2. OBJETIVO GERAL.....27
3. HIPÓTESE.....27
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....28
4.1 Aspectos Éticos.....28
4.2 Amostra.....28
4.2.1 Critérios de inclusão e exclusão para o grupo com CMT.....29
4.2.2 Critérios de inclusão e exclusão para o grupo controle.....29
4.3 Avaliações.....31
4.3.1 Procedimentos das avaliações.....31
5. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....35
6. RESULTADOS.....36
6.1 Amostra.....36
6.2 Avaliação física.....36
6.3 Pressão Plantar.....39
7. DISCUSSÃO.....46
8. CONCLUSÃO.....51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....52
APÊNDICE 1.....61
APÊNDICE 2.....62
APÊNDICE 3.....63
APÊNDICE 4.....64
ANEXO 1.....66
ANEXO 2.....73

1. INTRODUÇÃO

A doença de Charcot-Marie-Tooth (CMT) representa o grupo mais comum de neuropatias periféricas progressivas de caráter hereditário autossômico dominante ou recessivo (PAREYSON; SAVERI; PISCIOTTA, 2017; JUNEJA et al., 2018). Apresenta uma incidência mundial de 1 em 2500 pessoas (PAREYSON; SAVERI; PISCIOTTA, 2017; JUNEJA et al., 2018). No Brasil, a ocorrência de casos de CMT1A é semelhante ao relatado na Europa e na América do Norte (MARQUES et al., 2005). Atualmente mais de 120 genes foram identificados e o rápido avanço da genética molecular associado à tecnologia de sequenciamento, além de favorecer o diagnóstico na infância, possibilita intervenções terapêuticas cada vez mais precoces (STURTZ; CHAZOT; VANDENBERGHE, 1992; CORNETT et al., 2016; PAREYSON; SAVERI; PISCIOTTA, 2017; JUNEJA et al., 2018). A CMT possui progressão lenta e alguns sinais clínicos emergem ainda na infância, mesmo nos subgrupos mais leves, como CMT1A (CORNETT et al., 2017; BAPTISTA et al., 2019). Esta neuropatia está associada a fraqueza muscular progressiva e déficit somatossensorial distal (LENCIONI et al., 2015; CORNETT et al., 2017; MORI et al., 2018; ESTILOW et al., 2019). Cerca de 50 a 72% das pessoas com CMT desenvolvem deformidades nos pés do tipo cavo, porém é apropriado destacar que está não é uma manifestação invariável, especialmente na infância (WINES et al., 2005; BURNS et al., 2009; KARAKIS et al., 2013; MORI et al., 2018; BAPTISTA et al., 2019)

As alterações posturais nos pés, causadas pela formação das deformidades em cavo ou plano, modificam a biomecânica da marcha e podem ser clinicamente avaliadas de forma estática ou dinâmica (REDMOND; CROSBIE; OUVRIER, 2006; BULDT et al., 2018; LIN et al., 2019). Uma das medidas mais usadas para caracterizar a postura estática do pé é o Índice Postural do Pé (IPP), uma ferramenta de fácil acesso, rápida aplicação e altamente confiável e, embora não substitua a avaliação dinâmica, seu escore prediz em 40% das vezes o comportamento dinâmico do pé (REDMOND; CROSBIE; OUVRIER, 2006; REDMOND; CRANE; MENZ, 2008). O padrão dinâmico de pressão plantar reflete as alterações biomecânicas dos membros inferiores durante o apoio na marcha e pode ser usado para diferentes fins clínicos e diagnósticos, tais como reconhecimento de locais de risco para ulceração em pés diabéticos (GIACOMOZZI, et al., 2018) e avaliação da efetividade de intervenções cirúrgicas e uso de órteses (NAJAFI; WROBEL; BURNS, 2014; LIN et al., 2019), auxiliando nas tomadas de decisões no momento de se propor intervenções clínicas. A

avaliação do padrão dinâmico de pressão plantar também tem contribuído para melhor compreender aspectos biomecânicos cronológicos dos pés nos processos de aquisição de marcha na infância e perda da marcha na senescência (BOSCH; GERSS; ROSENBAUM, 2007; MCKAY et al., 2017a).

Na CMT, pessoas apresentando deformidade em pé cavo possuem um padrão dinâmico da pressão plantar anormal. Os poucos estudos realizados em crianças com CMT são compostos por amostras pequenas e usam a análise da pressão plantar como medida de avaliação da eficiência das intervenções cirúrgicas para correção do pé cavo (ERICKSON, et al., 2015; LIN, et al. 2019). Chan et al. (2007) observaram que crianças e adolescentes com CMT e pés cavos apresentam aumento significativo dos valores do integral de pressão tempo (IPT) em antepé medial e lateral e mediopé lateral quando comparados aos típicos. Os dados científicos existentes são insuficientes e restringem a compreensão dos padrões de pressão plantar na CMT e sua relação com a história natural da doença. A falta de um tratamento curativo, aumenta a expectativa sob o tratamento fisioterapêutico, que deve garantir aos pacientes funcionalidade e independência, minimizando o avanço da instalação de deformidades e os possíveis efeitos deletérios quanto ao desequilíbrio muscular e articular, na marcha e na prática de atividades físicas do dia-a-dia (CORNETT et al., 2017; KENNEDY et al., 2017, 2019; BAPTISTA et al., 2019). O melhor entendimento e descrição dos padrões dinâmicos de pressão plantar nos pés de crianças e adolescentes com CMT pode fornecer subsídios para melhorar as intervenções terapêuticas, auxiliando no entendimento do curso das deformidades distais e como tais alterações afetam a marcha.

1.1 Doença de Charcot-Marie-Tooth: Uma visão geral

O nome Charcot-Marie-Tooth foi atribuído em consideração aos três primeiros neurologistas que descreveram a doença, Jean-Martin Charcot, Pierre Marie e Howard Henry Tooth (JUNEJA et al., 2018). As mutações na CMT podem ser de herança genética autossômica ou recessiva (JUNEJA et al., 2018). Em cerca de 90% dos pacientes com diagnóstico confirmado as mutações ocorrem em pelo menos um desses cinco genes, PMP22, GJB1, MPZ, MFN2 e DDAP1, que estão relacionados por exemplo a estruturação da mielina periférica, manutenção do calibre axonal e a formação mitocondrial (PAREYSON; SAVERI; PISCIOTTA, 2017; FABRIZI et al., 2018; PISCIOTTA; SHY, 2018).

Basicamente, a CMT é dividida em 2 grupos principais, desmielinizante (CMT1) e axonal (CMT2). O subgrupo CMT1A, que pode ser identificado por mutações no gene PMP22, é responsável por 50 a 70% dos casos diagnosticados, afetando principalmente as células de Schwann, reduzindo a velocidade de condução nervosa (< 38 m/s) (REILLY et al., 2011; YAGERMAN et al., 2012; PAREYSON; SAVERI; PISCIOTTA, 2017; WEIS et al., 2017). O subgrupo CMT2A pode ser caracterizado por mutações no gene GDAP1, representando 20% dos casos diagnosticados. Nestes, ocorre degeneração axonal, mantendo a velocidade de condução nervosa dentro do limite normal ou pode apresentar-se levemente reduzida (> 40 m/s), (PAREYSON; SAVERI; PISCIOTTA, 2017; JUNEJA et al., 2018; BIRD et al., 2018; EGGERMANN et al., 2018). Outro subgrupo que tem sido altamente reconhecido nos últimos anos, é a CMT intermediária (DI-CMT). Neste, existe uma sobreposição de características eletrofisiológicas e neuropatológicas entre CMT1A e CMT2A, variando sua velocidade de condução de 25 a 45 m/s (JUNEJA et al., 2018; BIRD et al., 2018; EGGERMANN et al., 2018).

Apesar da classificação em 2 grupos genéticos principais, os pacientes podem apresentar grande diversidade fenotípica, expressa por sinais clínicos como atraso no desenvolvimento motor, desenvolvimento de escoliose, alterações respiratórias, nistagmo, surdez, entre outros, que são determinados em consonância com a função exercida pelo gene que sofreu a mutação (JUNEJA et al., 2018; BIRD et al., 2018; EGGERMANN et al., 2018). A neuropatia pode induzir ainda quadros de câimbras e dores em queimação principalmente nos pés (CROSBIE; BURNS; OUVRIER, 2008; JANI-ACSADI et al., 2015). Os sinais clínicos mais comuns são representados por fraqueza muscular e déficit somatossensorial distal, seguidos de deformidades e diminuição ou ausência dos reflexos tendinosos, que ocorrem de forma simétrica e bilateral, instaurando-se comumente nos membros inferiores (MMII) e estendendo-se para os membros superiores (WILMSHURST; OUVRIER, 2011; JUNEJA et al., 2018).

A diminuição de força muscular distal de MMII em pacientes com CMT, principalmente nos grupos musculares de dorsiflexores, flexores plantares, inversores e eversores dos pés, já está claramente indicada na literatura (BURNS et al., 2009; BAPTISTA et al., 2019). E apesar da alta incidência de deformidades em cavo, causada pela fraqueza de músculos intrínsecos e extrínsecos do pé e tornozelo, é comum que os pacientes com CMT também apresentem deformidade em plano (GUILLEBASTRE; CALMELS; ROUGIER, 2013; KARAKIS et al., 2013; JANI-ACSADI et al., 2015; KENNEDY et al., 2017;

CALLEWAERT et al., 2018; DE FRANÇA COSTA et al., 2018). No estudo de Burns, Ryan e Ouvrier (2009) a amostra formada por crianças e adolescentes com CMT 1A apresentou 34.5% de pés cavos, 26% de pés planos e 39.5 % de pés normais. O pé cavo é caracterizado por retropé varo, arco longitudinal medial alto, flexão plantar de mediopé e antepé aduzido (Figura 1) (SCHEFFERS et al., 2012; KRAHENBUHL; WEINBERG, 2019) e, segundo Aminian e Sangeorzan (2008), está deformidade é inicialmente flexível, tornando-se rígida com a progressão do desequilíbrio muscular. Em adultos com CMT, a deformidade em cavo relaciona-se à perda da capacidade de deambulação (PADUA et al., 2008) e em crianças e adolescentes está associada a instabilidade de tornozelo e perda de equilíbrio (ROSE et al., 2015; ESTILOW et al., 2019)

Figura 1- Deformidade de pé cavo em um participante com CMT de 11 anos de idade (Classificação do Índice Postural do Pé de -10 para os pés direito e esquerdo)

Fonte: Arquivo Próprio

O déficit somatossensorial é causado pela modificação de fibras sensoriais de calibre grosso, médio e fino (NARDONE, et al., 2000; VAN DER LINDEN et al., 2010; LENCIONI et al., 2015). As fibras sensoriais de calibre grosso e médio atuam principalmente na sensação de movimento e posição das articulações e sensação de vibração. As fibras sensoriais de calibre fino atuam na sensação de temperatura e dor (SAPORTA, MACIEL, 2018). Na CMT, em especial no subtipo 1A, há uma maior perda das fibras sensoriais de calibre grosso, e em pacientes mais acometidos, ocorre perda das fibras de calibre médio e fino (NARDONE et a., 2000, LENCIONI, et a., 2014). Tais déficits sensoriais, em particular o senso de vibração, está fortemente associado na CMT à instabilidade postural (NARDONE et al., 2000; VAN DER LINDEN et al., 2010). No estudo de Nardone et al. (2000), realizado em adultos com CMT1A, foi observada uma perda funcional completa das fibras de grosso calibre, no entanto, não foram encontradas diferenças significativa da oscilação postural do grupo CMT quando comparado ao grupo controle. A hipótese para este resultado foi que o acometimento das fibras de calibre grosso e a preservação das fibras de calibre fino na CMT1A são responsáveis

pela melhor estabilização postural estática desses pacientes. Lencione et al. (2014) mostraram, em um estudo realizado também em adultos com CMT1A, que a dificuldade da manutenção da postura estática está mais relacionada a redução da força muscular do que a perda das fibras de grosso calibre. Os autores apresentaram que o papel das fibras de calibre grosso se torna mais aparente na manutenção da postura em atividade dinâmica.

Todos esses déficits, motores e sensitivos, ocasionam o desenvolvimento de lesões articulares e ligamentares que aumentam a probabilidade de quedas em crianças e adolescentes com CMT (KENNEDY et al., 2019a). Essas quedas são causadas principalmente pelo déficit de equilíbrio, aumento da velocidade da marcha e perda de força muscular dos dorsiflexores (KENNEDY et al., 2019a). O medo de sofrer quedas colabora para que essas pessoas sejam menos ativas fisicamente desde a infância (KENNEDY et al., 2019b). E na vida adulta, os fatores que mais interferem na qualidade de vida estão relacionados a marcha e capacidade de deambular de forma independente (PADUA, et al., 2008). Apesar de seu caráter progressivo, menos de 5% dos indivíduos tornam-se dependentes de cadeiras de rodas (BIRD et al., 2018).

Ainda não existe um tratamento curativo para degeneração nervosa. O avançado conhecimento sobre genética molecular fornece diagnósticos definitivos que, em conjunto com as novas terapias físicas, baseadas em evidências científicas, oferecem melhor qualidade de vida (EGGERMANN et al., 2018). A atuação fisioterapêutica nesses pacientes é imprescindível para retardar ou minimizar as debilidades primárias e secundárias referentes à progressão da doença (CORNETT et al., 2017). Durante o atendimento clínico deve ser observada a especificidade de cada paciente. A intervenção com o uso de dispositivos de tecnologias assistivas, como palmilhas, órteses supramaleolares e de tornozelo e joelho (AFO), vinculadas com condutas voltadas para melhora da força muscular, manutenção da amplitude de movimento e treino de equilíbrio têm alcançado bons resultados e apresentado um impacto positivo na qualidade de vida dos pacientes com CMT (JANI-ACSADI; KRAJEWSKI; SHY, 2008; SCHEFFERS et al., 2012; JANI-ACSADI et al., 2015).

1.2 CMT na infância

O primeiro relato de CMT infantil ocorreu em 1893, por Dejerine e Sottas. Em 1995, cerca de 30% dos casos de doenças neuromusculares na infância pertenciam ao grupo de

neuropatias, sendo que 10% destas eram disfunções adquiridas e o restante correspondia a fatores genéticos hereditários (OUVRIER, R. A.; NICHOLSONS, G. A., 1995). Em 2011, Wilmshurst e Ouvrier realizaram uma análise retrospectiva de dados de 260 pacientes com CMT e apontaram que 1 em cada 5 casos possuía 1 ano de idade. Os primeiros sinais clínicos apresentados na infância são representados pelo atraso no desenvolvimento motor e quedas ao longo das atividades cotidianas, já nas crianças mais velhas estes sinais se apresentam como dificuldade de correr e falta de aptidão em atividade esportivas (KARAKIS et al., 2013; JANI-ACSADI et al., 2015). A diminuição de força muscular distal e o aparecimento de deformidade em pés cavos também se apresentam desde a infância, podendo contribuir para um diagnóstico precoce da CMT (VANDERHAVE; HENSINGER; KING, 2013).

O estudo conduzido por Cornett et al. (2016), com uma amostra de 520 indivíduos classificados em subtipos CMT1A, CMT2A, CMT1B, CMT4C E CMTX1 e abrangendo idades de 3-20 anos, identificou a existência de diferentes níveis de gravidade da doença por meio da análise da resposta à escala de CMT infantil (CMTPedS). Os aspectos físicos mais acometidos do estudo foram redução da força muscular de dorsiflexores de tornozelos e da destreza das mãos. No mesmo estudo ainda, os subtipos CMT1B, CMT2A e CMT4C apresentaram maiores níveis de gravidade do que os subtipos CMT1A e CMTX1. Num outro estudo longitudinal, publicado em 2017, Cornett et al. realizaram um acompanhamento de 2 anos com um grupo de 206 crianças e adolescentes e avaliaram a história natural da CMT. Os autores revelaram ainda que o subtipo CMT1A apresenta uma taxa de progressão estável na primeira infância e adolescência e que outros subtipos, como o CMT2A, possuem uma taxa de progressão mais rápida, o que corrobora com achados de Ferrarin (2013), que também identificou uma progressão lenta em CMT1A durante um período de 1 ano e meio, considerando ainda que alguns indivíduos obtiveram melhora na deambulação durante esse período. Em uma amostra da população brasileira com diferentes subtipos de CMT infantil, Baptista et al. (2019), também não encontraram alterações biomecânicas e funcionais em um seguimento de 6 meses.

Embora esteja incluída no grupo de neuropatias hereditárias com maior incidência, a CMT ainda é considerada rara. Nos últimos anos, com o desenvolvimento científico, a quantidade de relatos científicos relacionados ao diagnóstico e tratamento terapêutico tem crescido, contudo muitas questões permanecem por ser respondidas. Em 2015, o atraso médio para recebimento do diagnóstico clínico era de 10 anos (JANI-ACSADI et al., 2015). Atualmente esse quadro tem sido minimizado, um maior número de pacientes é diagnosticado

na infância. Desta forma, as estratégias terapêuticas devem ser atualizadas de forma a melhorar a funcionalidade e qualidade de vida desses indivíduos (WILMSHURST; OUVRIER, 2011).

1.3 Medidas de avaliação

Várias escalas têm sido utilizadas para mensurar a gravidade e a incapacidade ao longo do curso clínico da doença. Entre os meses de julho e agosto de 2019, foi realizado um levantamento científico de estudos publicados entre os anos de 2010 e 2019 na base de dados PubMed, as palavras chaves para busca foram “Charcot-Marie-Tooth” e “Scale”. Foram encontrados 132 artigos. Destes, foram selecionados 25 que abordaram o uso de escalas em pacientes com CMT (idade de 1 a 20 anos) (Tabela 1). Após a busca, pode-se constatar que incialmente as escalas mais utilizadas eram representas pela CMT Neuropathy score (CMTNS) e CMT Examination Score (CMTES), ambas possuem versão 1 e 2 na busca de uma melhor abrangência quanto a diversidade fenotípica característica da doença. Porém, infelizmente, ambas escalas ainda não foram validadas para o português do Brasil. Em 2012, Burns et al. criaram e validaram para uso clínico a CMTPedS, uma escala de avaliação especificamente para crianças e adolescentes com CMT, que avalia os diferentes níveis de comprometimento físico e gravidade da doença, em todos os subtipos. A CMTPedS desde então tem ganhado um amplo reconhecimento. Ela pode ser aplicada em crianças a partir de 3 anos e é constituída de 11 itens que avaliam a força, sensibilidade dolorosa e vibratória, marcha, equilíbrio, potência e resistência. Em 2019, numa dissertação de mestrado a CMTPedS foi traduzida e validada o para português do Brasil (CRUZ, 2019). O artigo, o qual nosso grupo de pesquisa teve a oportunidade de colaborar, foi submetido e está aguardando aprovação.

Tabela 1 - Escalas utilizadas para avaliação física dos pacientes com CMT e estudos que utilizaram as escalas como medidas de desfecho.

Escala	Desfecho	Amostra	Estudo desenvolvidos com CMT - Autor. Título. Ano
CMT Neuropathy score (CMTNS)	Classificar o nível de incapacidade física em crianças e adultos com CMT	Adulto e infantil	Mori, et al. Outcome measures in the clinical evaluation of ambulatory Charcot Marie Tooth 1A subjects. 2018 De França, et al. Evaluation of muscle strength, balance and functionality of individuals with type 2 Charcot-Marie-Tooth Disease. 2018 Wang, et al. A Rasch Analysis of the Charcot-Marie-Tooth Neuropathy Score (CMTNS) in a Cohort of Charcot-Marie-Tooth Type 1A Patients. 2017 Mannil, et al. Selected items from the Charcot-Marie-Tooth (CMT) Neuropathy Score and secondary clinical outcome measures serve as sensitive clinical markers of disease severity in CMT1A patients. 2014 Habervolá, J., Seeman, P. Utulity of Charcot-Marie-Tooth neuropathy score in children with type 1ª disease. 2010
CMT Neuropathy score 2 (CMTNSv2)	Classificar o nível de incapacidade física e	Adulto	Bas, et al. Motor unit number index correlates with disability in Charcot-Marie-Tooth disease. 2018

Escala	Desfecho	Amostra	Estudo desenvolvidos com CMT - Autor. Título. Ano
	severidade da doença em adultos com CMT		Sadjadi, et al. Psychometrics evaluation of Charcot-Marie-Tooth Neuropathy Score (CMTNSv2) second version, using Rasch analysis. 2014 Burns, et al. Transitioning outcome measures: relationship between the CMTPedS and CMTNSv2 in children, adolescents and young adults with Charcot-Marie-Tooth disease. 2013 Murphy, et al. Reliability of the CMT neuropathy score (second version) in Charcot-Marie-Tooth disease. 2011
CMT Neuropathy score 2 (CMTNSv2)	Classificar o nível de incapacidade física e severidade da doença em adultos com CMT	Adulto	Bas, et al. Motor unit number index correlates with disability in Charcot-Marie-Tooth disease. 2018 Sadjadi, et al. Psychometrics evaluation of Charcot-Marie-Tooth Neuropathy Score (CMTNSv2) second version, using Rasch analysis. 2014 Burns, et al. Transitioning outcome measures: relationship between the CMTPedS and CMTNSv2 in children, adolescents and young adults with Charcot-Marie-Tooth disease. 2013

Escala	Desfecho	Amostra	Estudo desenvolvidos com CMT - Autor. Título. Ano
			Murphy, et al. Reliability of the CMT neuropathy score (second version) in Charcot-Marie-Tooth disease. 2011
CMT Examination Score (CMTES) - version 1 e 2	Avalia apenas a severidade dos sinais clínicos sensoriais e motores dos pacientes com CMT	Adulto e infantil (versão 1) Adulto (versão 2)	Bas, et al. Motor unit number index correlates with disability in Charcot-Marie-Tooth disease. 2018 Lencioni, et al. Responsiveness of gait analysis parameters in a cohort of 71 CMT subjects. 2017 Ferrarin, et al. Changes of gait pattern in children with Charcot-Marie-Tooth disease type 1A: a 18 months follow-up study. 2013 Pagliano, et al. Outcome measures for Charcot-Marie-Tooth disease: clinical and neurofunctional assessment in children. 2011
Motor Function Measure (MFM)	Realizar a avaliação motora funcional de indivíduos com doença neuromuscular	Adulto e infantil	Allard, et al. The motor function measure to study limitation of activity in children and adults with Charcot-Marie-Tooth disease. 2014 De Lattre, et al. Motor Function Measure: validation of a short form for Young children with neuromuscular disease. 2013

Escala	Desfecho	Amostra	Estudo desenvolvidos com CMT - Autor. Título. Ano
Overall Neuropathy Limitations Scale (ONLS)	Medir as limitações nas atividades de vida diária dos membros superiores e inferiores	Adulto e infantil	Bas, et al. Motor unit number index correlates with disability in Charcot-Marie-Tooth disease. 2018 Ferrarin, et al. Changes of gait pattern in children with Charcot-Marie-Tooth disease type 1A: a 18 months follow-up study. 2013 Pagliano, et al. Outcome measures for Charcot-Marie-Tooth disease: clinical and neurofunctional assessment in children. 2011
Escala de equilíbrio de Berg	Avaliar o equilíbrio estático.	Adulto e infantil	Baptista, et al. Physical function and performance measures of children and adolescents with Charcot-Marie-Tooth disease. 2019 Costa, et al. Evaluation of muscle strength, balance and functionality of individuals with type 2 Charcot-Marie-Tooth Disease. 2018 Mori, et al. Outcome measures in the clinical evaluation of ambulatory Charcot Marie Tooth 1A subjects. 2018 Pazzaglia, et al. Efficacy of focal mechanic vibration treatment on balance in Charcot-Marie-Tooth 1A disease: a pilot study. 2016
Cumberland Ankle Instability Tool–Youth	Medir por meio de um questionário a instabilidade crônica	Infantil	Mandarakas, et al. Measuring Ankle Instability in Pediatric Charcot-Marie-Tooth Disease. 2013

Escala	Desfecho	Amostra	Estudo desenvolvidos com CMT - Autor. Título. Ano
	autorreferida do tornozelo de crianças e adolescentes com CMT		
CMT Pediatric Scale (CMTPedS)	Classificar o nível de incapacidade física e severidade da doença em crianças e adolescentes (3-20 anos de idade) com CMT	Infantil	Kennedy, et al. Physical activity of childrean and adolescentes with Charcot-Marie-Tooth neuropathies: A cross-sectional case-controlled study. 2019 Estilow, et al. Balance impairment in pediatric Charcot-Marie-Tooth disease. 2019 Lin, et al. Surgical outcomes of cavovarus foot deformity in children with Charcot-Marie-Tooth. 2019 Cornett, et al. Natural history of Charcot-Marie-Tooth disease during childhood. 2017 Cornett, et al. Phenotypic variability of childhood Charcot-Marie-Tooth disease. 2016 Burns, et al. Transitioning outcome measures: relationship between the CMTPedS and CMTNSv2 in children, adolescents and young adults with Charcot-Marie-Tooth disease. 2013

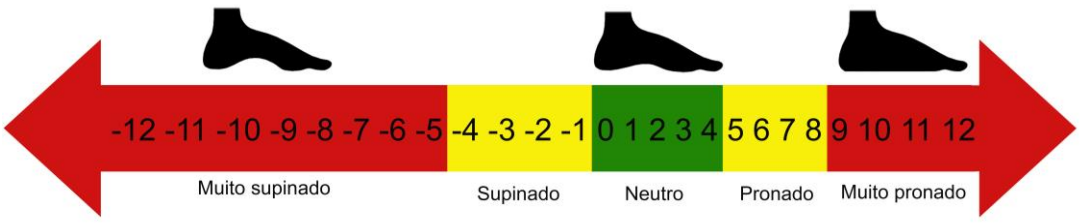
Escala	Desfecho	Amostra	Estudo desenvolvidos com CMT - Autor. Título. Ano
			Burns, et al. Validation of the Charcot–Marie–Tooth Disease Pediatric Scale as an Outcome Measure of Disability. 2012
Charcot-Marie-Tooth disease Infant Scale	Classificar o nível de incapacidade física e severidade da doença em crianças (0-4 anos de idade) com CMT	Infantil	Mandarakas, et al. Development and validation of the Charcot-Marie-Tooth Disease Infant Scale. 2019

Legenda: CMT=Charcot-Marie-Tooth.

1.3.1 Índice postural dos pés

Os pés são responsáveis por criar uma base de suporte flexível, capaz de sustentar grande pressão, fornecer equilíbrio e mobilidade ao corpo humano, favorecendo a manutenção e o alinhamento da postura corporal (GOONETILLEKE, 2013). Sendo assim, as deformidades e consequentes alterações da postura dos pés nos pacientes com CMT representam uma das mais importantes vertentes de investigação científica na CMT (BURNS et al., 2005b; CROSBIE; BURNS; OUVRIER, 2008; BURNS; RYAN; OUVRIER, 2009; KARAKIS et al., 2013; BAPTISTA et al., 2019). Na CMTPedS um dos itens que compõem a avaliação do perfil do paciente é Índice Postural do Pé (IPP). Criado e validado em 2006, por Redmond et al., o IPP é uma ferramenta que mede a postura do pé em múltiplos planos e segmentos anatômicos. Sua avaliação é composta por seis itens, analisados de forma palpatória (item 1) e observacional (itens de 2-6). A classificação de cada item varia de -2 a 2, sendo avaliados: a palpação da cabeça talar, as curvas acima e abaixo do maléolo lateral, a inversão/eversão do calcâneo, a protuberância na região da articulação talonavicular, a congruência do arco longitudinal medial e a adução/abdução do antepé em retropé (Anexo 1). A soma dos pontos de cada item varia entre -12 e 12 e os valores de referência para classificação são: normal (0 a 4); pronado (5 a 8); muito pronado (9 a 12); supinado (-1 a -4) e muito supinado (-5 a -12) (Figura 2) (REDMOND; CRANE; MENZ, 2008).

Figura 2 – Classificação da postura do pé conforme pontuação obtida no IPP



Fonte: Arquivo próprio

O IPP representa uma ferramenta confiável para quantificar a postura dos pés. Entre os meses de julho e agosto de 2019, foi realizado um levantamento científico de estudos publicados entre os anos de 2015 e 2019 na base de dados PubMed, as palavras chaves para busca foram “foot posture index” e “children”. Foram encontrados 101 artigos, os principais artigos que usaram o IPP como medida de desfecho foram selecionados e estão destacados na Tabela2.

Tabela 2 – Artigos que utilizaram o IPP para avaliação da postura dos pés em crianças e adolescentes.

1º Autor (ano)	Sujeitos (n) idade	Condição clínica	Objetivo	Instrumentos	Resultados
Gijon-Nogueron G (2019)	(n=316) 6-9 anos	Típicos	Determinar a relação entre pegada e postura do pé em crianças.	Ângulo de Clarke; Tecniwork Pedrograph Plate; IPP	Foi identificada uma relação inversa entre AC e IPP, ou seja, quanto maior o valor do IPP, menor a AC, mas nem todos os pés pronados são pés planos e nem todos os pés cavos são pés supinados.
Cyntia C. R. Baptista (2019)	(n=80) 6-17 anos	CMT e típicos	Verificar se há diferenças no tipo de pé, função física e desempenho entre crianças e adolescentes com doença de CMT e seus pares saudáveis.	Goniômetro convencional; dinamômetro Lafayete; IPP, Long Jump; Escala de equilíbrio Pediátrico, Teste de caminhada de 10 m	A análise transversal mostrou redução da ADM, força, potência e desequilíbrio muscular distal, além de limitações secundárias (Equilíbrio e Teste de caminhada de 10 m) em crianças e adolescentes com CMT. Essas alterações biomecânicas e funcionais não se alteraram no seguimento de 6 meses.

1º Autor (ano)	Sujeitos (n) idade	Condição clínica	Objetivo	Instrumentos	Resultados
Gijon-Nogueron G. (2019)	(n=3217) 3-15 anos	Típicos	Estabelecer dados de referência internacionais para a postura do pé na infância e a influência do índice de massa corporal (IMC) na postura pediátrica do pé.	Escore Z; FPI; IMC.	O pé plano ou pronado é comum na infância. Uma faixa normal da postura do pé durante a infância é confirmada. Apenas 16,5 das crianças com pés muito pronados também apresentavam sobrepeso ou obesidade.
Lopezosa-Reca (2018)	(n=150) 15-21 anos	Atleta (nadadores e jogadores de futebol)	Observar as diferenças na postura do pé e no ângulo do joelho em atletas praticantes de diferentes atividades físicas.	IPP; Ângulo Q do joelho.	De acordo com o IPP os nadadores apresentaram uma posição de pé com tendência para pronação e o ângulo Q com tendência para valgo, enquanto os jogadores de futebol estavam dentro do considerado normal para a postura do pé e para o ângulo do joelho.
Marchena-Rodríguez (2018)	(n=189) 6-9 anos	Típicos	Determinar se há associação entre a postura do pé e as más-oclusões dentárias no plano ântero-posterior em crianças.	Questionário dentário; IPP; Ângulo de Clarke;	Os achados do estudo sugerem que possa haver uma relação tanto do IPP, quanto do ângulo de Clarke com a má oclusão dentária, uma vez que o ângulo de Clarke diminui de acordo com a progressão da Classe I para III

1º Autor (ano)	Sujeitos (n) idade	Condição clínica	Objetivo	Instrumentos	Resultados
				Classificação dentária de Angle.	e o IPP aumenta de acordo com a classe de I para III.
Martínez-Nova (2018)	(n=1032) 5-11 anos	Típicos	Avaliar a postura do pé (IPP) e as medidas antropométricas de crianças em dois momentos, com três anos de intervalo.	; Massa; Altura; IMC.	A postura dos pés das crianças muda para neutro na medida em que a idade aumenta. Existe uma relação mínima da postura do pé com peso, altura ou IMC.
Carvalho (2017)	(n=1394) 10-14 anos	Típicos	Realizar a avaliação da postura do pé em estudantes de 10 a 14 anos, verificando a influência das variáveis de sexo, idade e IMC.	IPP	Os pés avaliados foram classificados de forma geral como normais. Quando comparado entre os gêneros, masculino apresentou uma tendência maior a postura do pé pronado. Em relação a idade houveram diferenças entre as posturas dos pés apenas para os grupos de 11 e 13 anos do lado esquerdo e no que se refere ao IMC, o grupo com peso normal pontuou mais alto que o grupo classificado como obeso.

1º Autor (ano)	Sujeitos (n) idade	Condição clínica	Objetivo	Instrumentos	Resultados
Jimenez-Cebrian (2017)	(n=150) 8-13 anos	Típicos	Avaliar as possíveis diferenças do IPP por sexo, e a influência de medidas antropométricas na postura do pé.	Avaliação antropométrica (altura, peso, tamanho do pé e IMC); IPP	Não houveram diferenças para os resultados do IPP entre os sexos feminino e masculino. As posturas mais apresentadas foram neutras (50,7%) e pronadas (48.0%). Idade e IMC não foram correlacionados com variações do IPP.
Gijon-Nogueron (2016)	(n=1762) 6-11 anos	Típicos	Determinar valores de referência do IPP na infância, levando em consideração idade e sexo.	IPP	Como valor normativo para crianças recomenda-se 4 pontos na escala do IPP, sendo que este valor diminui para 3 pontos para crianças com 11 anos de idade quando comparadas as de 6 anos de idade. Não houveram diferenças entre os sexos.
Gijon-Nogueron (2016)	(n=1798) 6-12 anos	Típicos	Avaliar se existe relação entre a postura do pé e a obesidade em crianças.	IPP IMC	Não foram encontradas correlações significativas entre a massa corporal e a postura do pé. Além disso as variáveis de sexo e idade parecem ter pouca importância na determinação da postura dos pés de crianças de 6 a 12 anos de idade.

1º Autor (ano)	Sujeitos (n) idade	Condição clínica	Objetivo	Instrumentos	Resultados
Hawke (2016)	(n=30) 7-15 anos	Típicos	Explorar as relações entre a postura do pé, flexibilidade e massa corporal em crianças e adolescentes.	IPP; IMC; Escala de Avaliação de Membro Inferior; Pontuação de Beighton; Ângulo de inclinação do tornozelo.	Crianças que apresentaram uma postura mais pronada do pé exibiram maior flexibilidade nos MMII e no corpo todo, com exceção da articulação do tornozelo. As crianças mais velhas exibiram menor flexibilidade nos MMII e no corpo todo, entretanto mantiveram a flexibilidade da articulação do tornozelo. O IMC não foi associado com a postura do pé e não houveram relações importante entre idade e postura do pé.
Lee (2015)	(n=19) 6-12 anos	Crianças com pés planos	Investigar a correlação do IPP com a distribuição de pressão plantar e achados radiográficos de pés planos.	IPP; Plataforma GaitView; Análise radiográfica.	Houve uma correlação entre o IPP e a pressão plantar. O IPP e a radiografia são ferramentas úteis para avaliar o pé plano.

IMC = Índice de massa corporal; IPP=Índice postural do pé.

Dados normativos relacionados a postura dos pés usando IPP já foram estabelecidos (GIJON-NOGUERON et al., 2015, 2016). Gijon-Nogueron et al. (2016; 2019) determinaram após estudar uma população infantil (6-11 anos, 3-15 anos, respectivamente) que tanto meninas quanto meninos obtiveram, em sua maioria, pontuação 4 na escala. Estes dados convergem com achados de Carvalho et al. (2017) para amostra da população infantil brasileira, na qual os pés dos participantes foram classificados de forma geral como normais. Gijon-Nogueron et al. (2016) relataram também que, encontrar um certo grau de pronação ou supinação nos pés de crianças nem sempre caracteriza uma postura anormal. Em adultos, os valores normativos foram estabelecidos por Gijon-Nogueron et al. (2015) e as pontuações obtidas pelos participantes, de forma geral, variaram de 3-4 pontos. Estes estudos mostraram ainda que, em relação a postura dos pés, não existem diferenças significativas entre os sexos masculino e feminino (Gijon-Negueron, et al. 2016; Carvalho et al.,2017) e que não há relação do IPP com o IMC. No estudo de Gijon-Negueron, et al. (2019) apenas 16,5% das crianças com pés muito pronado também apresentavam sobrepeso ou obesidade.

Pesquisas mais recentes conduzidas em adultos verificaram a existência de associação entre a postura estática do pé e a morfologia dos músculos plantares e da fáscia plantar (ANGIN; MICKLE; NESTER, 2018) ou investigaram a rigidez das articulações do tornozelo e pé, durante a marcha no plano sagital, para compreender o papel da postura estática do pé no desenvolvimento de lesões (SANCHIS-SALES et al., 2018). Outras pesquisas, como a de Aguilar et al. (2016), Lee et al. (2015), Angin et al. (2013) e Sanchez-Rodriguez et al. (2012) realizaram análise do IPP e fizeram mensuração da pressão plantar, sendo encontradas correlações entre os achados da pressão plantar e do IPP (Lee et al., 2015). Por fim no recente estudo de Gijon-Negueron, et al. (2019) foi apontado que, de acordo com a análise da área de contato do pé, obtida de forma estática, nem todos os pés pronados são pés planos e nem todos os pés supinados são pés cavos.

1.4 Pressão Plantar

A literatura tem demonstrado que a análise da pressão plantar pode ser realizada por meio de 2 sistemas: plataforma de pressão ou sistema de palmilhas com confiabilidade testada e aprovada (ROSENBAUM; BECKER, 1997; DEBBI et al., 2012). As variáveis mais reconhecidas que podem ser obtidas na avaliação de pressão plantar são: pico de pressão (PP), área de contato (AC), tempo de contato (TC), integral de pressão-tempo (IPT) e força máxima (Tabela 3) (ORLIN; MCPOIL, 2000; GIACOMOZZI, 2011; DEBBI et al., 2012; MCKAY et al., 2017). Essas medidas estão relacionadas aos padrões de contato do pé com o solo e podem fornecer informações sobre alterações da função do pé, efetividade de intervenções cirúrgicas e terapêuticas e auxiliar na projeção de dispositivos de tecnologias assistivas (CROSBIE; BURNS; OUVRIER, 2008; LIU et al., 2011; NAJAFI; WROBEL; BURNS, 2014; DINATO et al., 2015; ERICKSON et al., 2015; GIACOMOZZI et al., 2018; LIN et al., 2019).

Tabela 3 – Definição das variáveis de pressão plantar

Variável	Definição
Pico de pressão (kPa)	Maior valor de pressão obtido durante o contato do pé com uma superfície.
Área de contato (cm²)	Representa a soma de todos os sensores ativos da palmilha na região do pé que está em contato com uma superfície.
Tempo de contato (ms)	Representa o tempo máximo que os sensores estiveram ativos na região do pé que estava em contato com uma superfície.
Integral de pressão tempo [(kPa)*s]	Representa o valor total da pressão aplicada na região do pé, durante o tempo de contato do pé com uma superfície.
Força máxima (N)	Valor médio da força máxima que ocorreu em cada sensor durante o contato do pé com uma superfície.

Os principais fatores que influenciam a pressão plantar são: idade, estatura, massa, amplitude de movimento de dorsiflexores, força muscular de flexores plantares e velocidade da marcha (ROSENBAUM; WESTHUES; BOSCH, 2013; MULLER, et al., 2016; BRAVO-AGUILAR et al., 2016; MCKAY et al., 2017; MESQUITA et al., 2018). Fatores como gênero

e lateralidade não promovem modificações significativas nos valores dessas variáveis (BOSCH, 2009; BOSCH, ROSENBAUM, et al., 2010; ROSENBAUM; WESTHUES; BOSCH, 2013; MCKAY et al., 2017). Além disso, as variáveis de pressão plantar são diretamente influenciadas pela formação do arco plantar longitudinal do pé (BURNS, et al., 2005a; CHANG, et al., 2014).

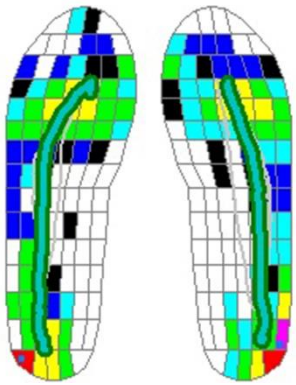
A pressão plantar passa por alterações em sua distribuição durante toda a vida (BOSCH, et al., 2009; MCKAY, et al., 2017). Na infância, durante os primeiros 6 anos de vida, os pés sofrem uma remodelação óssea para suprir as novas funções adquiridas com o desenvolvimento motor (BOSCH; GERSS; ROSENBAUM, 2007). No primeiro ano, com a aquisição da marcha independente, as variáveis de pressão, de forma geral, sofrem aumento em antepé e retropé e diminuição em mediopé, o que evidência o início da formação do arco plantar longitudinal do pé (BERTSCH et al., 2004; CHANG et al., 2014; MCKAY et al., 2017). Durante o crescimento físico a pressão plantar tende a assumir o mesmo padrão de distribuição que nos primeiros anos de vida, com transferência dos PP de retropé para antepé. (BOSCH; GERSS; ROSENBAUM, 2007, 2010; BOSCH et al., 2009; MCKAY et al., 2017b).

O estudo de Liu et al. (2011) avaliou o padrão de distribuição da pressão plantar na infância e adolescência de típicos. A análise foi realizada por meio do sistema de aquisição Pedar-X em dois grupos, criança (idade <12) e adolescente (>13) (n=29). Dentre as variáveis analisadas a AC e o TC foram maiores em antepé lateral e medial, e o PP e IPT foram maiores em antepé lateral e calcanhar para ambos os grupos. Foi encontrado ainda aumento significativo somente para a variável de PP, nas regiões de antepé lateral e calcanhar para o grupo adolescente, quando comparado com o grupo criança. Por fim, o estudo indicou sentido de deslocamento de pressão da região de calcanhar para mediopé lateral, mediopé medial, antepé medial e antepé lateral. Em adultos, os maiores picos de pressão durante a marcha localizam-se no antepé e retropé, e o PP exibe um aumento cerca de 53% a 99% quando comparados ao de crianças (BOSCH; ROSENBAUM, 2010; MCKAY et al., 2017).

Outra variável muito importante na análise da pressão plantar é o Centro de Pressão (COP), que representa o ponto de aplicação do vetor da força vertical de reação ao solo. Quando obtido por meio da plataforma de pressão ou palmilha o COP pode representar uma linha que acompanha a média da somatória de força aplicada nos sensores ativos da palmilha (ou da plataforma de pressão), para cada amostra de dados coletados, formando a linha da marcha (Figura 3) (CORNWALL et al., 2000). De maneira mais detalhada, durante a marcha normal, o COP desloca-se em uma trajetória padrão com transferência do peso do corpo

inicialmente do tálus para o calcâneo, seguido pela movimentação em direção à região do mediopé, cruzando por cima das cabeças dos metatarsos para o lado interno do pé, terminando na região entre o hálux e o segundo dedo (JAMSHIDI et al., 2010; DEBBI et al., 2012). Os estudos científicos têm avaliado alterações decorrentes da velocidade e trajetória do COP durante os deslocamentos no plano sagital, que regularmente se dão a partir do eixo X, na direção ântero-posterior e no plano frontal, a partir do eixo Y, na direção medial-lateral (CORRIVEAU et al., 2001; PALMIERI-SMITH et al., 2002; DE COCK et al., 2008; JAMSHIDI et al., 2010; DEBBI et al., 2012). Essas alterações podem determinar medidas de avaliações no equilíbrio devido às mudanças nas reações posturais em situações estáticas e dinâmicas do cotidiano e ainda auxiliar no desenvolvimento de métodos eficientes para o tratamento de morbidades dos membros inferiores (DE FRANÇA COSTA et al., 2018; SHAULIAN et al., 2018).

Figura 3 – Ilustra a palmilha com trajetória média do deslocamento do centro de pressão (linha vertical espessa).



Fonte: Arquivo pessoal, 2019

Como pode ser identificado na Tabela 4, ainda não existem valores referenciais para os padrões de distribuição da pressão plantar na CMT (Tabela 4). Em crianças e adolescentes, o padrão dinâmico de pressão plantar em pés cavos foi avaliado em 9 participantes com CMT (idade média de 13,3 anos) por meio do sistema de medição Tekscan (CHAN et al., 2007). Os autores observaram que, quando comparadas às típicas, crianças e adolescentes com CMT apresentaram aumento significativo dos valores do IPT tempo em antepé medial e lateral e mediopé lateral. Erikson et al. (2015) e Lin et al. (2019) também avaliaram crianças e adolescentes com CMT, no entanto, nesses estudos a análise do padrão dinâmico de pressão plantar foi usada somente para avaliar a efetividade da cirurgia para correção dos pés cavos.

Para a população adulta com CMT, diferenças no padrão dinâmico de pressão plantar de pés normais (n=30), pés cavos idiopáticos (n=30) e pés cavos neurológicos (n=10) foram avaliados por meio da plataforma de pressão EMED-SF (BURNS et al., 2005a). Quando comparados aos pés normais, os pés cavos neurológicos apresentaram aumento significativo do IPT em todas as áreas analisadas (retropé, mediopé e antepé). Por fim, Crosbie, Burns e Ouvrier (2008) avaliaram pacientes com pés cavos dolorosos, analisando a distribuição da pressão plantar, e encontraram um aumento do IPT na região do médiopé lateral. A partir deste estudo, foi possível indicar melhores estratégias para proteção da região plantar que sofria maior sobrecarga no adulto com CMT.

Até o presente momento apenas o estudo publicado por Chan et al. (2007) comparou os dados de pressão plantar entre crianças e adolescentes com CMT e típicos. Entretanto, o estudo apresentou um tamanho amostral reduzido (n=9) composto apenas por pés cavo. Os grupos não foram divididos por idade e foi explorada somente a variável de IPT. Nós acreditamos que uma melhor descrição dos padrões dinâmicos de pressão e entendimento da relação dessas variáveis com os comprometimentos físicos, decorrentes da CMT, possa fornecer subsídios para melhorar as intervenções terapêuticas. O número de casos diagnosticados tem aumentado na infância pela tecnologia de sequenciamento genético, no entanto, até o presente momento, não existe um tratamento curativo para a CMT. Tal fato, aumenta a expectativa sob o tratamento fisioterapêutico, que tem atuado buscando garantir aos pacientes funcionalidade e independência, minimizando o avanço da instalação de deformidades e os possíveis efeitos deletérios quanto ao desequilíbrio muscular e articular, na marcha e na prática de atividades físicas do dia-a-dia.

Tabela 4 – Estudos que avaliaram o padrão de distribuição da pressão plantar como desfecho primário ou secundário em crianças, adolescentes e adultos com CMT

1º Autor (ano)	**Amostra (n) idade**	**Condição clínica**	**Objetivo**	**Instrumentos**	**Resultados**
Joshua Burns (2005)	(n=70) 17-74 anos	Pacientes com pés cavos idiopáticos (n=30), pés cavos neurológicos advindos da CMT (n=30) e pés normais (n=30)	Explorar a influência de várias etiologias dos pés cavos nas características de dor no pé e pressão plantar; identificar a relação entre dor no pé e pressão plantar	Protocolo para avaliação da dor; EMED-SF capacitance transducer matrix platform (Novel)	O integral de pressão tempo foi diferente entre os pés cavos e os normais. Independentemente da etiologia, o pé cavo foi caracterizado por aumento dos integrais de pressão tempo nas regiões de retropé e antepé, que foram significativamente relacionados à dor no pé.
Gilbert Chan (2007)	(n=9) 9-17 anos	Diagnosticados com CMT	Avaliar os padrões de distribuição de pressão plantar em pacientes com CMT após cirurgia de correção de pé cavo	Radiografia; Tekxcan High-Resolution Pressure Assessment System	Embora a deformidade do pé seja completamente corrigida nos distúrbios neuromusculares, a distribuição da pressão não foi normalizada e, portanto, os sintomas podem persistir.
Jack Crosbie	(n=16) 31-82 anos	Diagnosticados com CMT	Investigar o efeito do pé cavo na dor musculoesquelética do pé	IPP; Lung test; Inclinômetro digital; Questionário de	O aumento da deformidade em cavo do pé foi associado a dor generalizada no pé e aumento de

1º Autor (ano)	Amostra (n) idade	Condição clínica	Objetivo	Instrumentos	Resultados
		apresentando pés cavos dolorosos.	e pressão plantar dinâmica na CMT.	saúde dos pés (FHSQ); IMC; Novel Pedar system.	pressão nas regiões do antepé e mediopé.
Steven Erickson (2015)	(n=46) 7-16 anos	Diagnosticados com CMT	Avaliar a efetividade do tratamento cirúrgico na correção de pés cavos CMT, com foco na avaliação pedobarográfica do período pré e pós-operatório.	EMED pedobarograph system (Novel); Radiografia	A análise pedobarográfica pode ser útil na avaliação clínica, além da radiográfica. O desenvolvimento de técnicas mais consistentes para avaliar dados pedobarográficos na população CMT pode tornar esses estudos mais úteis.
Ting Lin (2019)	(n=21) (n=9)* 6-17 anos	Diagnosticados com CMT	Investigar o impacto da cirurgia de correção do pé cavo em pacientes com CMT, nas medidas físicas, funcionais, parentais/autorreferidas e biomecânicas, avaliados antes e após a cirúrgia.	CMTPedS; auto relato dos sintomas; Child Health Questionnaire; EMED-X capacitance transducer matrix platform (Novel)	A cirurgia melhora o alinhamento dos pés, a flexibilidade do tornozelo, as quedas autor referidas e a distribuição de pressão plantar nessa população. No entanto, a cirurgia não teve efeito na força, função ou qualidade de vida, o que geralmente reflete o curso natural da doença.

Legenda: CMT=Charcot-Marie-Tooth; IMC=Índice de Massa Corporal; IPP= Índice Postural do Pé; *Apenas 9 pacientes participaram da avaliação da pressão plantar

2. OBJETIVO GERAL

O estudo apresentou como objetivo primário descrever as variáveis [pico de pressão (PP), integral de pressão tempo (IPT), área de contato (AC), tempo de contato (TC) e centro de pressão (COP)] obtidas por meio da análise do padrão de pressão plantar, durante a fase de apoio do ciclo da marcha em crianças e adolescentes com CMT e comparar estas variáveis com as de crianças e adolescentes típicos, em subgrupos criança (7-12 anos de idade) e adolescente (13-18 anos de idade). Como desfecho secundário, avaliamos e comparamos dados de força muscular isométrica distal de membros inferiores, amplitude de movimento passiva da articulação do tornozelo, índice postural do pé (IPP) e sensibilidade vibratória das crianças e adolescentes com CMT em relação às típicas. Também verificamos a associação e a relação das variáveis obtidas por meio da análise do padrão de pressão plantar dinâmica com a força muscular isométrica, amplitude de movimento passiva da articulação do tornozelo e IPP de crianças e adolescentes com CMT.

3. HIPÓTESE

Nossas hipóteses são: (1) Crianças com CMT irão apresentar maior PP e IPT que seus pares típicos. Nos adolescentes, com a progressão da doença, tais diferenças deverão ser melhor evidenciadas; (2) Serão estabelecidas correlações com a ADM de dorsiflexão, FMI de dorsiflexores e postura supinada e pronada dos pés com as varáveis de PP, AC, TC e IPT.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Aspectos Éticos

Este trabalho trata-se de um estudo transversal, que foi submetido e aprovado pelo Comitê de ética do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto (CAAE: 86153918.9.0000.5440). Todos os responsáveis e os participantes da pesquisa assinaram antes do início do estudo o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e o termo de Assentimento, respectivamente (Anexo 1).

4.2 Amostra

A amostra foi composta por 80 participantes (Figura 4), de ambos os sexos, com idades entre 8 e 18 anos, que se enquadraram nos critérios de inclusão deste estudo. Os participantes foram divididos em dois grupos: CMT e Controle, e posteriormente, em subgrupos criança (8-12 anos) e adolescente (13-18 anos) [subgrupos CMT criança (CMT-cr), CMT adolescente (CMT-ad), Controle criança (Control-cr) e Controle adolescente (Control-ad)] (VOLPON, 1994; CHENG, et al. 1997; LIU et al., 2011).

O grupo CMT foi composto por 40 crianças e adolescentes com CMT (CMT-cr, n=20; CMT-ad, n=20), diagnosticadas e encaminhadas pelo ambulatório médico de Neurogenética (ANGE) para o Ambulatório de CMT Infantil (FIC 237) do Centro de Reabilitação (CER) do HCFMRP-USP, para acompanhamento clínico fisioterapêutico (semestral ou anual). Incialmente o grupo foi formado por uma amostra de conveniência, com um número de 30 participantes, pois considerando a incidência e prevalência da doença na população brasileira, tornou-se inviável a utilização do cálculo amostral. Foram acrescentados ao grupo CMT 10 participantes, cujo dados estavam armazenados no banco de dados do Laboratório de Estrutura e Função do Musculoesquelético, compondo uma amostra total de 40 participantes.

O grupo Controle foi composto por crianças e adolescentes típicos (Controle-cr, n=20; Controle-ad, n=20), recrutados após anuência da direção e esclarecimentos sobre o estudo em reunião com pais, do Centro Esportivo Cava do bosque – Ginásio Gavino Virdes e do Núcleo de Ensino Branca Salles, ambos situados em Ribeirão Preto-SP. Incialmente o grupo foi formado por uma amostra de 30 participantes, pareados por idade e sexo com o grupo CMT, porém foram acrescentados 10 participantes, também retirados do banco de dados do Laboratório de Estrutura e Função do Musculoesquelético.

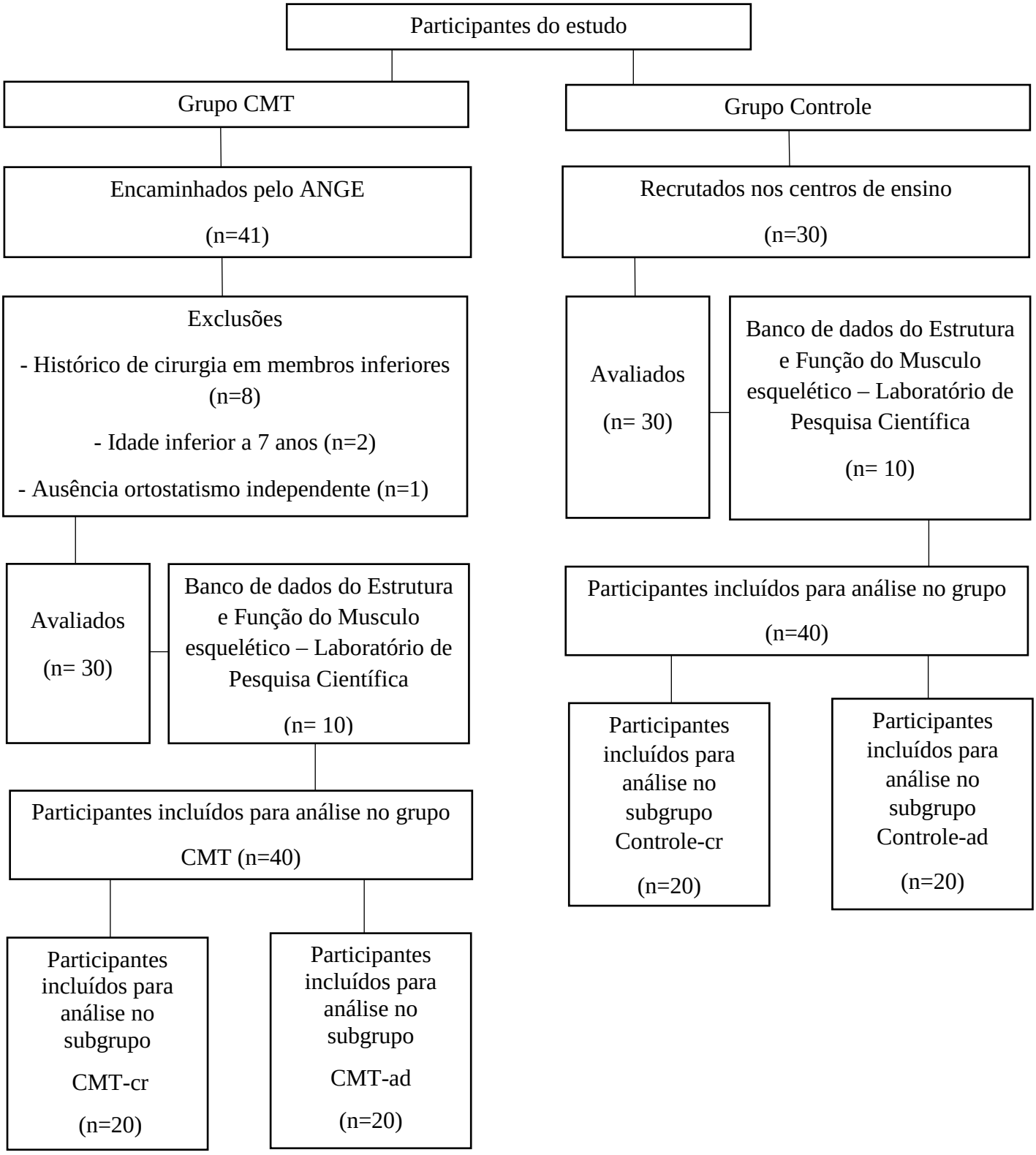
4. 2. 1 Critérios de inclusão e exclusão para o grupo com CMT

Todos os participantes com o diagnóstico médico da doença CMT, idade entre 8 e 18 anos, marcha independente e sem doenças associadas à CMT que pudessem acometer os membros inferiores, foram incluídos no estudo. Foram excluídos do estudo aqueles participantes com histórico de fraturas recentes e/ou cirurgias prévias nos membros inferiores.

4. 2. 2 Critérios de inclusão e exclusão para o grupo Controle

Foram incluídos no grupo Controle participantes típicos, com idade e sexo pareados aos participantes do grupo CMT total. Foram excluídos do estudo participantes com polineuropatia diabética ou outra neuropatia referida, com alteração estrutural em membros inferiores e com histórico de fraturas recentes e/ou cirurgias prévias nos membros inferiores.

Figura 4 – Distribuição da amostra



4.3 Avaliações

Os participantes do grupo CMT foram avaliados em ambiente hospitalar (CER – HCFMRP) durante o ambulatório de CMT infantil (FIC 237) e os participantes do grupo Controle foram avaliados no Centro Esportivo Cava do bosque – Ginásio Gavino Virdes e no Núcleo de Ensino Branca Salles, Ribeirão Preto-SP, pela responsável do estudo e 2 colaboradoras treinadas (graduanda e especialista de laboratório) em um período de 2 horas. Importante ressaltar que os participantes de ambos os grupos foram avaliados fora do período das aulas, não havendo prejuízo no calendário escolar.

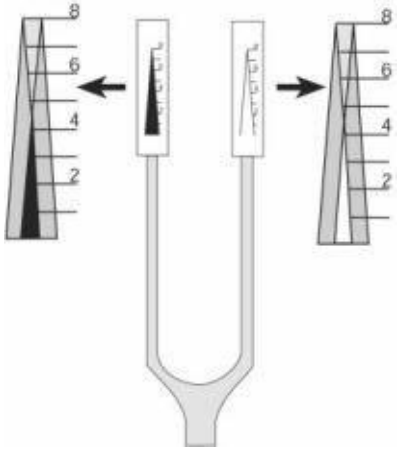
4.3.1 Procedimentos das avaliações

a) Amplitude de movimento (ADM): A amplitude de movimento passiva do ângulo poplíteo, articulação talo-crural e subtalar foram realizadas em ambos MMII utilizando goniômetro convencional. Para a avaliação do ângulo poplíteo o voluntário ficou deitado em decúbito dorsal, com o quadril em 90° e o joelho estendido. Para verificar a ADM das articulações talo-crural e subtalar o participante ficou em decúbito dorsal, membros inferiores estendidos, pés para fora do tablado (BAPTISTA et al., 2019) (MARQUES, 2003).
b) Força muscular isométrica (FMI): foi utilizado para avaliação o dinamômetro Hand-Held (Lafayette Instrument, Lafayette, UK). A FMI dos músculos estabilizadores do tornozelo (inversores, eversores, dorsiflexores e flexores plantares) e extensores de joelhos e extensores de quadril foi obtida (em kilograma-força) em ambos os membros inferiores. Foram obtidas três contrações de 5 segundos intercaladas por pausas de 20 segundos. A média das três contrações foi usada para análise estatística. Para a obtenção dos dados dos grupos musculares de inversores, eversores, dorsiflexores e flexores plantares o participante estava em decúbito dorsal, membros inferiores estendidos, pés para fora do tablado e estabilização da perna logo acima da linha dos maléolos (BURNS et al., 2005b; DALOIA et al., 2018); para o grupo muscular de extensores de joelhos o voluntário estava na posição sentada, com MMII pendentes; para o grupo muscular de extensores de quadril o voluntário estava em decúbito lateral, membro inferior de teste em posição neutra (com auxílio de banqueta para apoiar o membro inferior testado), joelho fletido a 90 graus (HÉBERT et al., 2011).
c) Índice postural do pé (IPP): Seis aspectos foram analisados, sendo que para avaliação do primeiro item foi necessária palpação e os demais apenas avaliação observacional.

A classificados de cada item varia de -2 a 2, sendo avaliado: palpação da cabeça talar, curvas acima e abaixo do maléolo lateral, inversão/eversão do calcâneo, protuberância na região da articulação talonavicular, congruência do arco longitudinal medial e adução/abdução do antepé em retropé. A soma dos pontos obtidos em cada item varia de -12 a 12 e os valores de referência para classificação são: normal (0 a 4); pronado (5 a 8); muito pronado (9 a 12); supinado (-1 a -4) e muito supinado (-5 a -12) (Anexo 2). Para obtenção dos dados o participante permaneceu em pé e as referências ósseas foram identificadas e marcadas (REDMOND; CRANE; MENZ, 2008).

d) Sensibilidade: Foi utilizado um diapasão graduado de 128 Hz (Rydel Seiffer) que possui uma escala semi-quantitativa, com valores de 1 a 8 (Figura 5), na qual quanto maior o valor obtido, maior o grau de sensibilidade. O diapasão foi aplicado por um único examinador, bilateralmente, por três vezes aleatórias, nas regiões da tuberosidade da tíbia, maléolo medial, hálux e primeiro metatarso. Ao longo deste processo, os participantes foram instruídos a permanecer em decúbito dorsal, de olhos fechados e a informar ao avaliador o momento em que a vibração cessasse com a palavra PAROU. A média das três tentativas foi utilizada para análise estatística. A sensibilidade foi considerada reduzida quando o valor médio de sensibilidade fosse ≤5 (TEMLETT, 2009; BURNS et al., 2012; LENCIONI et al., 2015; JAMALI et al., 2017).

Figura 5 - Escala de graduação de sensibilidade vibratória do diapasão Rydel-Seiffer-128Hz.



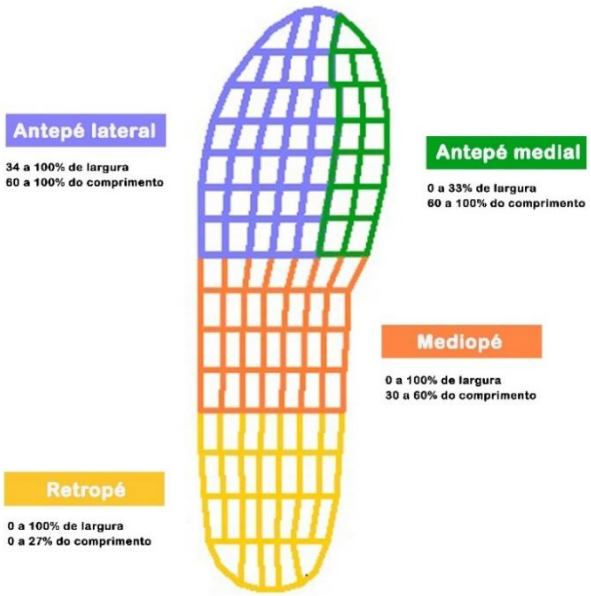
Fonte: Google imagens, 2018.

e) Pressão plantar: Foi obtida por meio do equipamento Pedar®-X (Novel, Munich, Germany) a 100Hz, que consiste em um sistema de palmilhas capacitivas, com sensores de pressão devidamente calibrados. As palmilhas possuem diferentes numerações, que variaram de 34 a 42. Cada palmilha possui 2,5 mm de espessura e contém aproximadamente 99 sensores, com resolução espacial de 1,0 cm². As palmilhas foram colocadas nos pés dos participantes com o uso de meias antiderrapantes e com fitas de velcro que sustentam a posição das meias e palmilhas (Figura 6A-B), permitindo a verificação das medidas de todas as cargas carregadas na região plantar, encontradas entre o pé e a meia de forma precisa. Foi utilizada uma unidade de coleta de dados (inserida em um cinto, colocado em torno da cintura do voluntário), um cabo de 10 metros de fibra óptica (Figura 6C) conectado entre a unidade de coleta de dados e a palmilha. Antes da avaliação, os participantes caminharam com o equipamento para familiarização (Imagem). Durante o teste, os participantes foram instruídos a caminhar em linha reta por uma pista de 8 m, em uma velocidade auto selecionada, que reproduzisse a marcha do seu dia-a-dia (SACCO et al., 2014; MCKAY et al., 2017). O teste foi realizado três vezes dentro de uma hora. As variáveis de pressão, Área de Contato (AC em cm²), Pico de Pressão (PP, em kPa), Tempo de Contato (TC, em ms), Integral de Pressão Tempo [IPT, em (kPa)*s] e Velocidade Média do Centro de Pressão (VM do COP, em m/s) foram armazenadas e exportadas pelo software Novel Database Pro, versão 22.3.43 (Novel, Munique, Alemanha). As variáveis de pressão foram analisadas em quatro regiões (retropé, mediopé, antepé lateral e antepé medial) distintas do pé, por meio de máscaras ajustadas de forma proporcional ao comprimento e largura do pé (Figura 7). Três passos do início e final da caminhada foram excluídos para garantir uma maior confiabilidade do padrão de marcha (CROSBIE; BURNS; OUVRIER, 2008).

Figura 6 – Controle (17 anos) usando o equipamento de coleta de dados, composto por: (A-B) palmilha inserida dentro de meia com solado antiderrapante, (C) cinto do Pedar com bateria e box processador e cabo de fibra óptica que sai do box processador e se conecta a palmilha.

Fonte: Arquivo pessoal, 2019

Figura 7 – Máscaras aplicadas para análise dos dados de pressão plantar



Fonte: Arquivo pessoal, 2019

5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada utilizando o programa SAS (versão 9.3; SAS Institute, Inc. Cary, NC) e R Core Team (2016) e um nível de significância de 5% foi adotado. Para verificar as diferenças antropométricas entre os grupos CMT e Controle foi utilizado o teste t. As comparações dos dados físicos e de pressão plantar dos grupos e subgrupos estudados utilizaram o modelo linear com efeitos mistos. Dados referente somente ao lado direito foram usados na análise estatística, considerando o acometimento bilateral da doença (BURNS, et al., 2009; BURNS, et al., 2012). Dados das comparações das variáveis de pressão plantar do lado esquerdo estão apresentados no Apêndice 1. Para comparar as variáveis de pressão plantar com as diferentes posturas dos pés, os resultados do IPP foram agrupados em três classes, que classificam a postura do pé em normal (0 a 4), pronado (5 a 12) ou supinado (-1 a -12) (BURNS et al., 2009). Para comparar os grupos quanto às diferentes posturas classificadas pelo IPP foram feitos testes não paramétricos de Kruskal Wallis e quando pelo menos uma das posturas era diferente das demais foi feito o pós-teste de comparações múltiplas de Dunn ($p<0.05$). Com o objetivo de analisar possíveis correlações entre as variáveis de pressão plantar (AC, PP, TC, IPT e VM Do COP) e as físicas [ADM passiva de dorsiflexão e flexão plantar de tornozelo e FMI de dorsiflexores e flexores plantares [valores obtidos pelo Hand-Held ajustados como (FMI/massa corporal)*9,80) (Apêndice 2)], foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson, sendo as correlações classificadas em excelente ($r \geq 0.7$), forte ($r \geq 0.5$), moderada ($r \geq 0.3$), fraca ($r \leq 0.3$) e inexistente ($r = 0,0$) (JARIC, 2002; KRAEMER, et al., 2003). Na análise da relação entre as variáveis de pressão plantar (PP, IPT, TC e AC) e físicas [ADM passiva de flexão plantar e dorsiflexão, FMI de flexores plantares, dorsiflexores e extensores de quadril e IPP (classificado em 3 classes)] foi utilizada regressão linear de modelos múltiplos ($p>0.05$).

6. RESULTADOS

6.1 Amostra

As características antropométricas da amostra estão apresentadas na Tabela 5. Houve prevalência do sexo masculino em ambos os grupos. No grupo CMT 55% apresentou subtipo CMT 1A. Dados referentes a idade, peso e altura não indicaram diferença significativa na comparação entre os grupos CMT e Controle (p>0,05) (Tabela 5). No apêndice 3 estão apresentadas as características antropométricas dos subgrupos CMT-cr, Controle-cr, CMT-ad e Controle-ad.

Tabela 5 – Média e (DP) das características dos participantes e subtipos de CMT.

Grupo	**Sexo**		**Idade (anos)**	**Peso (Kg)**	**Altura (cm)**				
	Fem	**Masc**				**1A**	**2A**	**X**	**Indefinido**
CMT	17	23	12,70 (0,62)	51,50 (2,79)	154,4 (2,33)	22	6	1	11
Controle	17	23	12,65 (0,65)	46,10 (2,76)	155,16 (3,42)	__	__	__	__

Legenda: CMT=Charcot-Marie-Tooth; DP= Desvio Padrão.

6.2. Avaliação física

A Tabela 6 apresenta as comparações de ADM e FMI (valores brutos) entre os grupos e subgrupos. Pode ser observado que a ADM de dorsiflexores e ângulo poplíteo se apresentaram reduzidos no CMT-cr quando comparados com Controle-cr (CMT-cr *vs* Controle-cr; p<0,05). A e FMI (valores brutos) dos dorsiflexores foi significativamente menor no grupo CMT e subgrupos CMT-cr e CMT-ad quando comparados com seus respectivos grupos Controle (CMT *vs* Controle; CMT-cr *vs* Controle-cr; CMT-ad *vs* Controle-ad; p<0,05) (Tabela 6).

Tabela 6 – Média (DP) dos dados comparativos da amplitude de movimento e força muscular isométrica (valores brutos)

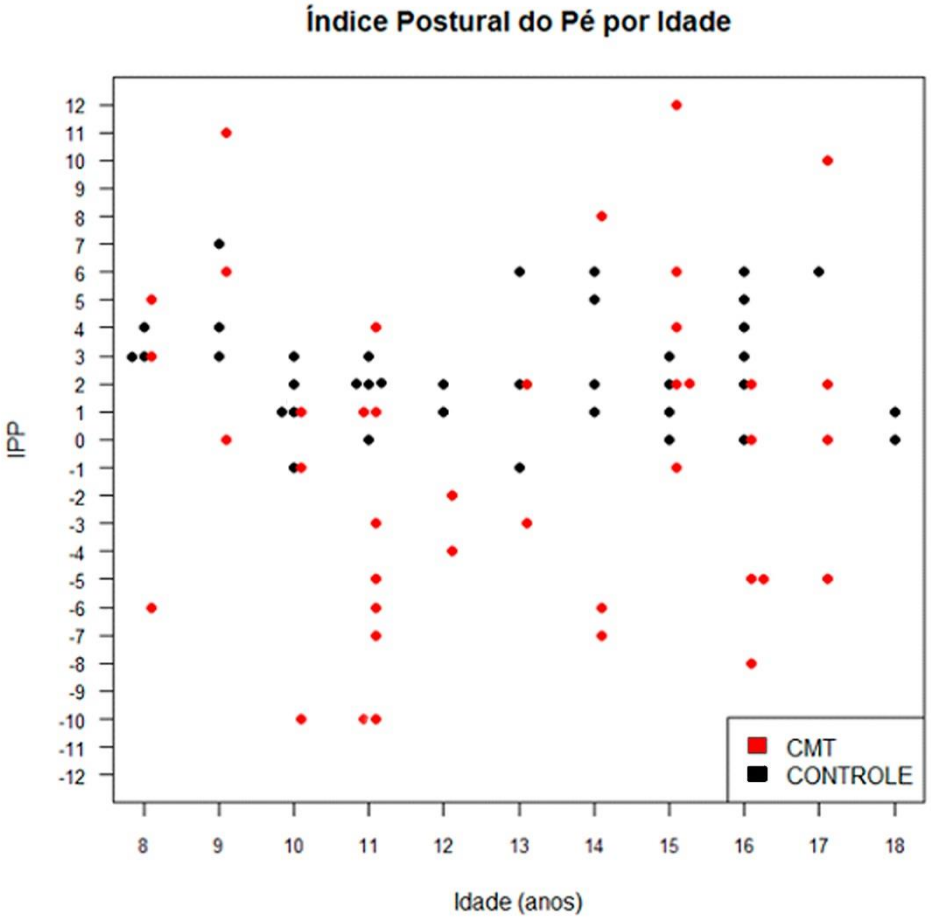
	Grupos		**Subgrupos**			
	CMT (n=40)	**Controle (n=40)**	**CMT-cr (n=20)**	**Controle-cr (n=20)**	**CMT-ad (n=20)**	**Controle-ad (n=20)**
ADM (°)						
Flexão plantar	44,28 (9,16)	40,77 (8,62)	45,50 (9,16)	42,15 (8,35)	43,05 (9,22)	39,32 (8,86)
Dorsiflexão	4,85 (9,58)	19,92 (5,15)	4,95* (10,57)	22,70 (4,37)	4,75 (8,74)	17,15 (4,36)
Ângulo poplíteo	143,9 (8,60)	150,6 (20,5)	141,5* (6,40)	155,2 (9,0)	146,40 (10,0)	145,6 (27,4)
FMI (Kgf)						
Inversores	6,04 (2,36)	6,94 (2,19)	5,19 (2,27)	5,59 (1,12)	6,89 (2,17)	8,36 (2,15)
Eversores	5,26 (2,68)	7,33 (2,51)	4,74 (2,71)	6,15 (1,39)	5,78 (2,59)	9,08 (2,57)
Flexores plantares	19,38 (9,62)	22,96 (10,27)	16,75 (8,98)	18,40 (3,70)	22,01 (9,73)	27,76 (12,69)
Dorsiflexores	4,95* (2,97)	11,23 (4,14)	4,23* (2,84)	8,82 (2,13)	5,67* (3,00)	13,77 (4,26)
Extensores de joelho	16,63 (5,95)	19,45 (5,38)	15,00 (5,34)	16,06 (3,75)	18,18 (6,20)	22,84 (4,58)
Extensores de quadril	10,11 (3,67)	10,53 (3,04)	9,13 (2,69)	8,40 (1,68)	11,10 (4,28)	12,66 (2,56)

Legenda: DP=Desvio Padrão; CMT=Charcot-Marie-Tooth; CMTch=CMT criança; CMT-ad=CMT adolescente; Controle-cr=Controle criança; Controle-ad=controle adolescente; ADM=Amplitude de movimento passiva; FMI=Força muscular isométrica; *= diferença significativa quando comparado com seu respectivo grupo controle (p >0.05)

A Figura 8 apresenta a distribuição dos participantes dos grupos CMT e Controle segundo dados da classificação original do IPP por idade. Nesta figura, podemos observar que os participantes com CMT apresentaram predomínio de pés supinados (47,5%), seguidos de

pés normais (35%) e pés pronados (17%). Os participantes típicos apresentaram predomínio de pés normais (80%), seguidos de pés pronados (15%) e pés supinados (5%) (Figura 8).

Figura 8 – Distribuição dos participantes do estudo segundo dados brutos do Índice Postural do Pé, lado direito, em diferentes idades.



Legenda: CMT=Charcot-Marie-Tooth (n=40); Controle (n=38); IPP= Índice Postural do Pé

A tabela 7 apresenta os valores médios (DP) da sensibilidade vibratória dos grupos CMT (n=24) e Controle (n=26). Os participantes do grupo CMT apresentaram valores reduzidos de sensibilidade vibratória (≤ 5), em todas as regiões testadas, quando comparados aos participantes do grupo Controle.

Tabela 7 – Média (DP) dos dados da avaliação de sensibilidade vibratória em diferentes regiões do membro inferior dos grupos CMT e Controle

Região anatômica	**CMT (n=24)**	**Controle (n=26)**
Hálux	3,97 (2,27)	6,41 (1,09)
Metatarso	4,68 (2,29)	6,33 (1,06)
Maléolo medial	4,39 (2,01)	6,12 (1,17)
Tuberosidade da tíbia	4,76 (1,82)	5,57 (1,26)

Legenda: DP = Desvio Padrão; CMT = Charcot-Marie-Tooth

6.3 Pressão plantar

A média da velocidade de marcha do grupo CMT foi 48.89 m/min e no grupo Controle foi 52.65 m/min. A Tabela 8 apresenta as comparações das variáveis de pressão entre os grupos e entre os subgrupos, considerando as diferentes regiões dos pés. AC na região total do pé foi significativamente reduzida nos CMT e CMT-ad em relação aos seus respectivos Controles (CMT *vs* Controle; CMT-ad *vs* Controle-ad; $p<0,05$) e também apresentou valores significativamente aumentados na região do mediopé nos CMT-cr em relação ao CMT-ad (CMT-cr *vs* CMT-ad; $p<0,05$). Para PP, a região total e antepé medial apresentaram valores significativamente aumentados nos CMT-cr em relação ao Controle-cr (CMT-cr *vs* Controle-cr; $p<0,05$) e também nas mesmas áreas, valores significativamente reduzidos nos CMT-cr em relação ao CMT-ad (CMT-cr *vs* CMT-ad; $p<0,05$) (Tabela 8). Para TC, as regiões retropé, mediopé e antepé medial apresentaram valores significativamente aumentados nos CMT e CMT-cr em relação aos seus respectivos Controles (CMT *vs* Controle; CMT-cr *vs* Controle-cr; $p<0,05$) e também valores significativamente aumentados do mediopé e antepé lateral nos CMT-cr em relação ao CMT-ad (CMT-cr *vs* CMT-ad; $p<0,05$) (Tabela 8). Para IPT, a região total do pé apresentou valores significativamente aumentados do CMT em relação ao Controle (CMT *vs* Controle; $p<0,05$). A região total, o retropé, e o antepé medial apresentaram valores significativamente aumentados do CMT-cr em relação ao Controle-cr (CMT-cr *vs* Controle-cr; $p<0,05$). E também, valores significativamente reduzidos das regiões total e antepé medial nos CMT-cr em relação ao CMT-ad (CMT-cr *vs* CMT-ad; $p<0,05$) (Tabela 8). Quanto aos resultados da VM do COP, a região de mediopé apresentou valores significativamente reduzidos do CMT e CMT-cr em relação ao seus respectivos Controles

(CMT *vs* Controle; CMT-cr *vs* Controle-cr; p<0,05) e do CMT-cr em relação ao CMT-ad (Tabela 8).

Tabela 8 – Média (DP) das comparações entre as variáveis de pressão plantar considerando as diferentes regiões dos pés.

		Grupos		**Subgrupos**			
Variável	**Região**	**CMT (n=40)**	**Controle (n=40)**	**CMT-cr (n=20)**	**Controle-cr (n=20)**	**CMT-ad (n=20)**	**Controle-ad (n=20)**
AC (cm²)	Total	79,60* (17,21)	86,51 (12,93)	80,23 (19,15)	82,83# (12,79)	78,94* (15,39)	90,19 (12,30)
	Retropé	23,78 (5,86)	25,82 (6,41)	23,63 (5,95)	22,88# (5,16)	23,93 (5,92)	28,76 (6,29)
	Mediopé	13,40 (8,07)	13,37 (7,60)	16,19± (7,27)	15,33 (7,41)	10,46 (8,00)	11,40 (7,44)
	Antepé lateral	30,55 (6,91)	34,08 (4,25)	29,77 (7,58)	33,06 (4,32)	31,37 (6,23)	35,10 (4,03)
	Antepé medial	11,62 (4,88)	12,76 (4,25)	10,34 (4,90)	10,60 (4,53)	12,98 (4,59)	14,92 (2,60)
PP (kPa)	Total	312,30 (102,68)	286,40 (115,12)	306,50*± (97,69)	237,80# (107,39)	318,30 (110,04)	335,00 (103,46)
	Retropé	229,70 (97,50)	230,00 (101,75)	237,50 (85,05)	206,80 (120,54)	221,40 (110,88)	253,20 (74,75)
	Mediopé	79,76 (67,08)	58,33 (35,00)	94,75 (77,95)	61,18 (38,50)	63,97 (50,73)	55,47 (31,85)
	Antepé lateral	220,20 (97,57)	205,10 (65,97)	206,40 (102,53)	181,00 (46,08)	234,70 (92,57)	229,30 (74,69)
	Antepé medial	212,10 (130,05)	207,50 (122,94)	202,50*± (123,94)	140,40# (77,39)	222,20 (138,85)	274,50 (124,73)
TC (ms)	Total	680,10 (78,38)	638,90 (75,14)	672,90 (100,20)	621,20 (94,18)	687,70 (47,46)	656,70 (45,38)
	Retropé	524,10* (164,28)	437,10 (144,69)	512,90* (197,69)	421,70 (152,78)	535,80 (124,25)	452,50 (138,32)
	Mediopé	472,90* (207,95)	384,90 (175,06)	536,20*± (194,80)	435,40# (147,69)	406,20 (205,18)	334,40 (189,01)

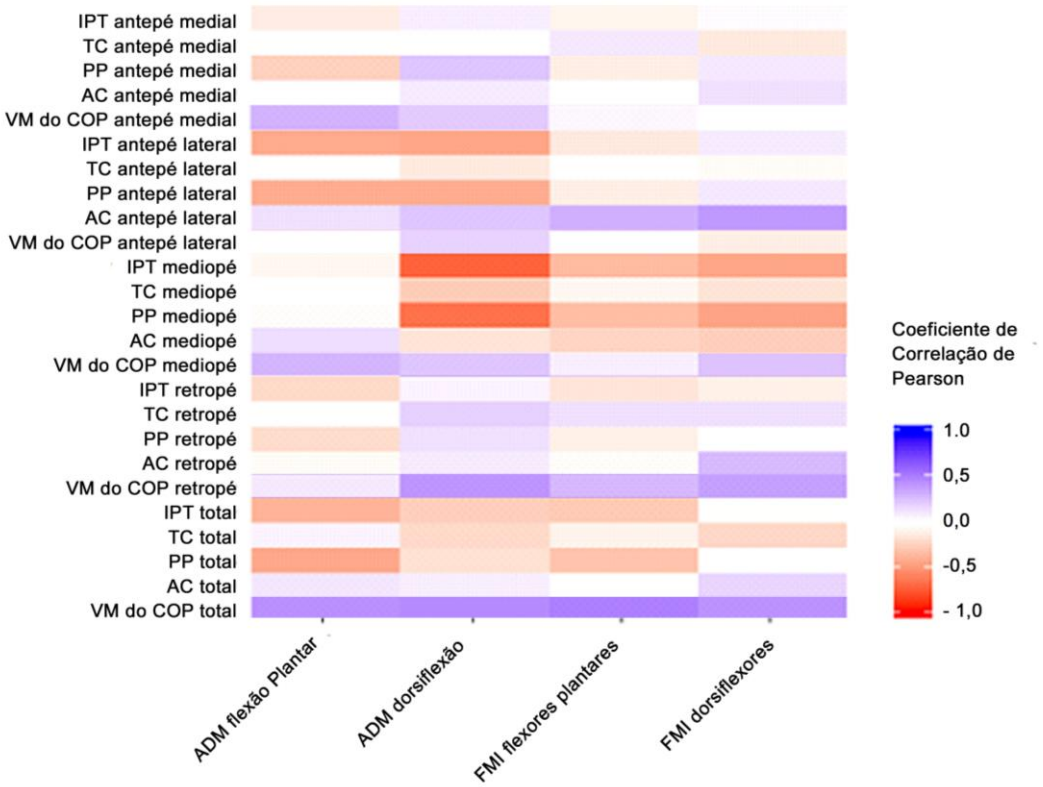
		Grupos		Subgrupos			
Variável	**Região**	**CMT (n=40)**	**Controle (n=40)**	**CMT-cr (n=20)**	**Controle-cr (n=20)**	**CMT-ad (n=20)**	**Controle-ad (n=20)**
TC (ms)	Antepé lateral	617,60 (125,61)	573,50 (95,58)	656,30$^{\pm}$ (117,03)	592,50 (98,26)	576,90 (124,26)	554,50 (91,29)
	Antepé medial	573,90* (192,28)	508,30 (124,99)	606,40* (196,99)	489,10 (123,72)	539,70 (186,24)	527,40 (126,45)
IPT [(kPa)*s]	Total	121,00* (42,95)	107,30 (40,08)	120,60*$^{\pm}$ (45,25)	85,38$^{\#}$ (33,12)	121,40 (41,63)	129,20 (34,47)
	Retropé	58,73 (34,73)	51,22 (24,99)	63,52* (41,53)	42,18$^{\#}$ (27,68)	53,68 (25,95)	60,25 (18,55)
	Mediopé	26,82 (29,40)	16,56 (13,37)	33,59 (35,70)	17,12 (14,24)	19,70 (19,36)	15,99 (12,77)
	Antepé lateral	67,63 (34,84)	59,39 (22,45)	65,32 (36,54)	50,54$^{\#}$ (14,81)	70,06 (33,79)	68,24 (25,50)
	Antepé medial	56,27 (35,17)	51,10 (30,47)	55,50*$^{\pm}$ (34,69)	33,33$^{\#}$ (17,44)	57,08 (36,61)	68,86 (30,60)
VM do COP (m/s)	Total	0,32 (0,06)	0,35 (0,06)	0,32 (0,05)	0,37 (0,06)	0,32 (0,06)	0,32 (0,04)
	Retropé	0,33 (0,16)	0,32 (0,12)	0,33 (0,18)	0,35 (0,15)	0,34 (0,13)	0,29 0,07
	Mediopé	0,94* (0,80)	1,13 (0,61)	0,79*$^{\pm}$ (0,53)	1,16 (0,60)	1,11 (1,00)	1,09 (0,62)
	Antepé lateral	0,23 (0,15)	0,23 (0,07)	0,25 (0,19)	0,24 (0,08)	0,20 (0,07)	0,22 (0,05)
	Antepé medial	0,19 (0,18)	0,21 (0,21)	0,17 (0,17)	0,26 (0,25)	0,22 (0,18)	0,17 (0,15)

Legenda: CMT=Charcot-Marie-Tooth; DP= Desvio Padrão; AC=Área de contato; PP=Pico de Pressão; TC=Tempo de contato; IPT=Integral de PressãoTempo; VM= Velocidade média do centro de pressão; *=diferença significativa quando comparado com seu respectivo grupo controle (p >0,05); $^{\pm}$=diferença significativa quando comparado com grupo CMT-ad (p<0.05); #=diferença significativa quando comparado com grupo Controle-ad (p<0.05).

Das comparações entre Controle-cr e Controle-ad, em algumas regiões as variáveis de pressão plantar demonstraram valores significativamente reduzidos nas crianças quando comparadas aos adolescentes (AC, região total e retropé; PP, região total e antepé medial; IPT, região total, retopé, antepé lateral e medial, $p<0,05$). Exceção foi observada no TC do mediopé que demonstrou valores significativamente aumentados das crianças em relação aos adolescentes ($p<0,05$) (Tabela 8).

A Figura 9 apresenta as correlações entre FMI e ADM com as variáveis de pressão plantar. Observamos que os melhores resultados de correlação foram obtidos entre ADM de dorsiflexão e PP (correlação forte; r=-0,60) em mediopé; ADM de dorsiflexão e IPT (correlação forte; r=-0,65) em mediopé; FMI de flexores plantares com VM do COP (correlação forte; r = 0,50) na região total do pé.

Figura 9 – Correlação entre Amplitude de Movimento (ADM) e força muscular isométrica (FMI) e variáveis de pressão plantar no grupo CMT



Legenda: IPT=Integral de Pressão Tempo[(kPa)*s]; TC=Tempo de contato(ms); PP=Pico de Pressão (kPa); AC=Área de contato (cm^2); VM do COP=Velocidade Média do COP (m/s); ADM=Amplitude de Movimento (°); FMI=Força Muscular Isométrica (kgf).

Na Tabela 9 as principais relações estabelecidas foram entre a AC na região de antepé lateral com o pé pronado (β=-6,86, p=0,05); PP na região de mediopé com a ADM de flexão plantar (β=1.96, p=0,02), ADM de dorsiflexão (β=-3,22, p=<0.01) e postura do pé supinado (β=-57,08, p=<0.01); IPT na região de mediopé com ADM de flexores plantares (β=0,76, p=0,04), ADM de dorsiflexores (β=-1.61, p=<0.01) e postura do pé supinado (β=22,75, p=<0.01) e na região de antepé lateral com FMI de dorsiflexores (β=27,01, p=0,01), ADM de dorsiflexores (β=-1,52, p=<0.01) e postura do pé supinado (β=22,36, p=0,04).

Tabela 9 – Relação das variáveis de pressão plantar com a Amplitude de Movimento, Força Muscular Isométrica e as posturas classificadas pelo Índice Postural do Pé.

Variável de pressão plantar (Variável dependente)	**Região**	**Variável Física (Variável independente)**	**Modelo Múltiplo**		
			Coeficiente Estimado (β)	**Erro Padrão**	**Valor p**
AC (cm²)	Antepé lateral	FMI de flexores plantares	0,53	0,82	0,52
		FMI de dorsiflexores	2,14	2,48	0,39
		ADM Flexores plantares	0,02	0,12	0,85
		ADM de dorsiflexores	0,04	0,13	0,74
		FMI de extensores de quadril	-2,01	1,89	0,29
		Pé supinado	-3,82	2,67	0,16
		Pé pronado	-6,86	3,43	**0,05**
PP (kPa)	Mediopé	FMI de flexores plantares	-8,56	5,62	0,13
		FMI de dorsiflexores	-3,45	16,95	0,84
		ADM Flexores plantares	1,96	0,85	**0,02**
		ADM de dorsiflexores	-3,22	0,90	**<0.01**
		FMI de extensores de quadril	19,26	12,89	0,14
		Pé supinado	57,08	18,20	**<0.01**
		Pé pronado	-7,48	23,39	0,75
PP (kPa)	Antepé lateral	FMI de flexores plantares	-8,53	9,32	0,36
		FMI de dorsiflexores	67,75	28,12	**0,02**
		ADM Flexores plantares	-2,24	1,42	0,12
		ADM de dorsiflexores	-3,67	1,50	**0,02**

Variável de pressão plantar (Variável dependente)	Região	Variável Física (Variável independente)	Modelo Múltiplo		
			Coeficiente Estimado (β)	Erro Padrão	Valor p
PP (kPa)	Antepé lateral	FMI de extensores de quadril	-12,45	21,38	0,56
		Pé supinado	54,06	30,19	0,08
		Pé pronado	-59,55	38,80	0,13
PP (kPa)	Antepé medial	FMI de flexores plantares	-3,63	15,93	0,82
		FMI de dorsiflexores	20,21	48,07	0,67
		ADM Flexores plantares	-5,49	2,43	**0,03**
		ADM de dorsiflexores	2,37	2,57	0,36
		FMI de extensores de quadril	6,49	36,55	0,86
		Pé supinado	44,64	51,60	0,39
		Pé pronado	93,85	66,32	0,16
IPT [(kPa)*s]	Mediopé	FMI de flexores plantares	-3,61	2,40	0,14
		FMI de dorsiflexores	-0,68	7,25	0,92
		ADM Flexores plantares	0,76	0,36	**0,04**
		ADM de dorsiflexores	-1,61	0,38	**<0.01**
		FMI de extensores de quadril	8,39	5,51	0,13
		Pé supinado	22,75	7,78	**<0.01**
		Pé pronado	-1,82	10,00	0,85
IPT [(kPa)*s]	Antepé lateral	FMI de flexores plantares	-3,85	3,30	0,25
		FMI de dorsiflexores	27,01	9,95	**0,01**
		ADM Flexores plantares	-0,59	0,50	0,24
		ADM de dorsiflexores	-1,52	0,53	**<0.01**
		FMI de extensores de quadril	-3,22	7,57	0,67
		Pé supinado	22,36	10,69	**0,04**
		Pé pronado	-14,19	13,74	0,30

Legenda: AC=Área de contato; PP=Pico de Pressão; IPT=Integral de Pressão Tempo; FMI= Força Muscular Isométrica (Kgf); ADM=Amplitude de Movimento (°).

Análise de comparação entre as diferentes posturas classificadas pelo IPP no grupo CMT, considerando as variáveis de pressão plantar (Apêndice 4), indicou que o pé pronado apresentou AC significativamente aumentada em antepé medial quando comparado aos pés normal e supinado [16,0 (1,8) vs 10,8 (5,6); 16,0 (1,8) vs 10,5 (4,5); p<0,05)]. O pé supinado apresentou PP significativamente aumentado em médiopé quando comparado aos pés normal e pronado [1119,6 (82,6) *vs* 150,5 (29,5); 1119,6 (82,6) *vs* 45,5 (20,9); p<0,05)] e também em antepé lateral quando comparado aos pés normal e pronado [275,7 (115,8) *vs* 197,1(40,1); 275,7 (115,8) *vs* 138,5(54,2); p<0,05)]. O pé supinado apresentou IPT significativamente aumentado na região total quando comparado ao pé normal [138,4 (49,5) *vs* 103,5 (32,2); p<0,05)], no mediopé quando comparado aos pés normal e pronado [43,5 (37,3) *vs* 14,4(10,4);43,5 (37,3) *vs* 13,2 (11,1); p<0,05)] e no antepé lateral quando comparado aos pés normal e pronado [87,9 (41,7) *vs* 56,7 (16,1); 87,9 (41,7) *vs* 42,7 (16,9); p<0,05)].

7 DISCUSSÃO

Os principais resultados desse estudo identificaram diferentes padrões dinâmicos de pressão plantar entre crianças com CMT e seus pares típicos, assim como, entre crianças e adolescentes com CMT. As crianças com CMT exibiram, no antepé medial, aumento significativo do PP e do IPT e no mediopé diminuição significativa da VM do COP. Adolescentes com CMT não exibiram diferença significativa de TC, PP, IPT e VM do COP de seus pares típicos. E significativas relações foram observadas entre PP e IPT com a flexibilidade dos tecidos moles e a postura dos pés dos participantes com CMT em diferentes regiões dos pés.

Os participantes com CMT desse estudo apresentaram diminuição de sensibilidade vibratória em todas as regiões anatômicas testadas e redução significativa de FMI de dorsiflexores quando comparados aos seus respectivos Controles. Tais achados estão bem estabelecidos na literatura e representam uma das principais características da CMT desde a infância (BURNS et al., 2005b, BURNS et al., 2009; CORNETT et al., 2016). A diminuição e/ou desequilíbrio dos músculos intrínsecos e extrínsecos dos pés e tornozelo influenciam diretamente nas alterações posturais dos pés (AMINIAN; SANGEORZAN, 2008; BURNS et al., 2009; CORNETT et al., 2017). Nossa análise da distribuição das diferentes posturas dos pés indicou predomínio de pés supinados (47,5%), seguido por pés normais (35%) e pronados (17%). A alta prevalência de pés supinados e as diferentes posturas dos pés encontradas na amostra são consistentes com estudos prévios (BURNS, RYAN, OUVRIER, 2009; BAPTISTA, et al., 2019; ESTILOW, et al., 2019). O desenvolvimento do pé cavo também parece guardar uma relação importante com a flexibilidade reduzida de tornozelo (AMINIAN, SANGEOZAN, 2008; BURNS, et al. 2009; CORNETT, et al., 2017). Este relato coincide com nossos resultados, pois o CMT-cr apresentou reduzida flexibilidade nas articulações de tornozelo e joelho quando comparado ao Controle-cr. Acredita-se que na CMT a formação (ou preservação) do pé plano, esteja relacionada a hipermobilidade articular (BURNS, RYAN, OUVRIER, 2009). Entretanto, todos os participantes com CMT e pé pronado do nosso estudo apresentaram flexibilidade de tornozelo preservada ou reduzida. Com o avanço natural da doença, as alterações posturais dos pés modificam significativamente os padrões dinâmicos da pressão plantar (BURNS, et al. 2005a; CHAN et al., 2007; AMINIAN, SANGEOZAN, 2008). Consequentemente, os padrões de pressão plantar dos pés normais,

pronados e supinados mostraram-se significativamente modificados, entre si, nos voluntários com CMT (Apêndice 4).

A análise da distribuição da pressão plantar demonstrou valores significativamente reduzidos de AC na região total dos pés dos CMT e CMT-ad quando comparados aos seus respectivos controles. Durante o primeiro ano de aquisição da marcha independente, as crianças típicas exibem uma postura pronada do pé, que distribui a AC de maneira homogenia por toda a região plantar (BOSCH, et al, 2009). Com a formação do arco plantar longitudinal é comum que a postura do pé seja modificada de pronada para normal, diminuindo a AC no mediopé (BOSCH, et al, 2009; MCKAY, et al., 2017). Em adolescentes com CMT, com a progressão das deformidades (BURNS, RYAN, OUVRIER, 2009) é esperado que haja uma distribuição anormal da AC, como apresentado em nossos resultados. No estudo de Gijon-Nogueron et al. (2019), em crianças típicas, foi encontrada uma associação negativa da postura estática normal e pronada dos pés com a AC. Nossos resultados também demonstraram que no CMT existe uma relação negativa da AC com a postura pronada do pé, mostrando que quanto maior a AC em antepé lateral, menos pronado será o pé.

A diminuição da AC também está relacionada ao aumento do PP (GIACOMOZZI, 2011), porém no CMT-ad não foi observado aumento significativo do PP quando comparado ao Controle-ad. Elevados valores de PP na região total do pé e no antepé medial foram observados no CMT-cr quando comparado ao Controle-cr. Este achado pode ser justificado por alguns estudos. Aminian et al. (2008) descreveram que pés cavos com deformidades mais flexíveis podem apresentar maior PP na região de antepé medial. Joo et al. (2011) destacaram que no início da formação da deformidade em cavo, ou em pés de pessoas com deformidades leves, o primeiro segmento do pé a ser alterado é o antepé. E na revisão sistemática feita por Kennedy, Carroll e McGinley (2016) foi abordado que o pé caído, comumente observado em crianças e adolescentes com CMT, pode ser responsável por aumentar o PP em antepé, devido a postura em flexão plantar durante o contato inicial da marcha. Nossos participantes do CMT-ad mostraram aumento significativo do PP na região total do pé e no antepé medial quando comparados ao CMT-cr. O aumento do PP identificado durante o desenvolvimento físico é comum em pessoas típicas e é descrito pela literatura científica, que da infância até a vida adulta, o PP aumenta de 53% a 99% nas regiões de antepé e retropé (LIU et al. 2011; BOSCH; ROSENBAUM, 2010).

O aumento do PP também pode ser influenciado pelo aumento do TC (GIACOMOZZI, 2011). Em nosso estudo, CMT e CMT-cr mostraram aumento significativo do TC em retropé, mediopé e antepé medial quando comparados aos seus respectivos controles. Tal diferença pode estar relacionada a menor velocidade de marcha exibida pelo CMT quando comparado ao Controle (NEWMAN et al., 2007; ROSENBAUM; WESTHUES; BOSCH, 2013) e aos diferentes padrões de marcha exibidos pelos indivíduos com CMT, caracterizados principalmente pelo pé caído no contato inicial e déficit dos músculos flexores plantares na realização do apoio terminal (Ferrarini et al., 2013). Crosbie, Burns e Ouvrier (2008) demonstraram também que quanto mais cavo for o pé num adulto com CMT, maior será o TC em mediopé. A literatura científica indica que o TC se mantém ou diminui da infância para a adolescência em pessoas típicas (BOSCH, et al., 2009; MCKAY, et al., 2017). Nossos resultados indicaram menor TC no CMT-ad quando comparado ao CMT-cr, em mediopé e antepé lateral.

O PP e o TC são variáveis que influenciam diretamente no IPT (GIACOMOZZI, 2011). No estudo de Burns et al. (2005) o IPT foi considerado a principal variável resposta na análise de pressão plantar em adultos com CMT e pés cavos. Em nosso estudo, valores significativamente aumentados de IPT foram encontrados na região total do pé, no retropé e no antepé medial no CMT-cr, quando comparado ao Controle-cr, o que corrobora, em parte, com o estudo de Chan et al. (2007), que observaram que crianças e adolescentes com CMT e pés cavos (n=9) apresentaram aumento do IPT em retropé, antepé medial e antepé lateral. Supostamente, a divisão da nossa amostra em crianças e adolescentes e a inclusão de diferentes posturas dos pés na análise impossibilitou a identificação do aumento do IPT em antepé lateral reportado por Chan et al. (2007).

Neste estudo, a VM do COP se mostrou significativamente reduzida em mediopé, para o grupo CMT-cr, quando comparado ao Controle-cr. Na população de CMT, a VM do COP ainda não foi explorada, principalmente quando são realizadas análises usando diferentes regiões dos pés. Cornwall et al. (2000) observou em adultos típicos que a VM do COP no mediopé foi de 0,82 m/s, valor este semelhante ao obtido no nosso grupo CMT-cr, 0,79 m/s. Talvez, a aproximação entre os valores obtidos nestes dois grupos tão distintos seja subsidiada pela estrutura do arco longitudinal do pé: nestes dois grupos, a tendência de arcos longitudinais mais acentuados, permitiria o deslocamento mais lento do COP nesta região. Seguindo esta hipótese, nossos resultados referentes a comparação da VM do COP entre os diferentes tipos de pés no grupo CMT indicaram que o tipo cavo apresenta menor VM do

COP quando comparado aos demais tipos de pés. Buldt et al. (2018) sugerem que as diferenças da VM do COP entre as posturas dos pés estão relacionadas ao mecanismo de impulsão do pé durante a marcha, influenciado por exemplo, pelo posicionamento em flexão plantar do antepé e rigidez articular, encontrado no pé cavo. Tal afirmação parece corroborar com nossos achados, pois foi observado, na região de todo o pé, associação positiva e forte entre a VM do COP e a FMI de flexores plantares e, associação positiva e moderada entre a VM do COP, ADM de flexores plantares e dorsiflexores e FMI dorsiflexores. Tais relatos merecem ser mais explorados nos próximos estudos do nosso laboratório, principalmente confrontando diferentes tipos de pés e diferentes estágios puberais, seja nos pacientes com CMT ou em saudáveis.

Um fato importante observado em nosso estudo refere-se à ausência de diferenças significativas do PP, IPT, TC e VM do COP entre CMT-ad e Controle-ad (Tabela 2). Nossa hipótese para esse resultado é que, com a maturidade estrutural da marcha e do pé que ocorre na adolescência (VOLPON, 1994; CHENG, et al. 1997; LIU et al., 2011), o padrão da pressão plantar venha torna-se semelhante entre CMT e típicos. Infelizmente a comparação direta dos nossos resultados nos participantes com CMT com outros estudos da literatura não é possível, pois os estudos apresentam amostras agrupadas de crianças e adolescentes. Por fim, a partir dos resultados obtidos das relações entre as variáveis analisadas neste estudo, podemos destacar que a postura supinada do pé apresentou relação significativa com o aumento do PP e do IPT nas regiões de mediopé e antepé lateral.

Este trabalho mostrou que existem diferenças na distribuição dinâmica da pressão plantar de crianças e adolescentes com CMT. Tal achado ressalta a relevância deste tipo de avaliação na pratica clínica, principalmente no momento da confecção de dispositivos de tecnologia assistivas, que devem ser desenvolvidos para atividades estáticas e dinâmicas. Os resultados de associação e relação da avaliação dinâmica da pressão plantar e avaliação física, mostram que outros fatores como alteração postural do pé, força muscular isométrica e amplitude de movimento influenciam na distribuição dinâmica da pressão plantar. Aos profissionais de saúde, estes resultados indicam que a redistribuição da pressão plantar também pode ocorrer por meio da abordagem cinesioterapêutica.

Este estudo aborda uma doença rara, portanto, uma das nossas limitações foi não poder reagrupar o grupo CMT considerando seus subtipos genéticos. Seguindo este contexto, o reagrupamento em relação a postura dos pés para comparação dos participantes com CMT e

Controle também não pôde ser executado. Além disso, uma análise estática da pressão plantar e testes direcionados para mensurar o pé cavo flexível poderiam auxiliar na interpretação das alterações obtidas na distribuição de pressão plantar dinâmica. Uma análise complementar, incluindo parâmetros espaço-temporais da pressão plantar durante a marcha, ajudará a elucidar os mecanismos por trás do aumento do PP e IPT em crianças com CMT e ausência de diferenças entre CMT-ad e Controle-ad.

8 CONCLUSÃO

A análise do padrão de pressão plantar, por meio de suas variáveis, indica que o padrão dinâmico da pressão plantar é capaz de identificar anormalidades na CMT que podem passar despercebidas nas avaliações estáticas convencionais. As variáveis mais relevantes identificadas neste estudo foram o PP e IPT e estas somente são disponibilizadas por meio de testes desta natureza. Houve aumento de PP e IPT em antepé medial e diminuição da VM do COP em mediopé na infância e nenhuma alteração de PP, TC, IPT e VM do COP na adolescência. Associações e relações foram estabelecidas principalmente entre PP e IPT com ADM de dorsiflexão e plantiflexão, FMI de dorsiflexores e postura supinada do pé em diferentes regiões. Sugerimos que uma atenção especial deva ser dada às alterações dinâmicas do padrão de pressão plantar das crianças e adolescentes, principalmente na avaliação terapêutica e prescrição de dispositivos de tecnologia assistiva.

REFERÊNCIAS

ALLARD, L.; RODE, G.; JACQUIN-COURTOIS, S.; POUGET, M. C.; RIPPERT, P.; HAMROUN, D.; POIROT, I.; BÉRARD, C.; VUILLEROT, C. The motor function measure to study limitation of activity in children and adults with Charcot-Marie-Tooth disease. **Annals of Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 57, n. 9–10, p. 587–599, 2014.

AMINIAN, A.; SANGEORZAN, B. J. The Anatomy of Cavus Foot Deformity. **Foot and Ankle Clinics**, v. 13, n. 2, p. 191–198, 2008.

ANGIN, SALIH; ÍNÇIN, N; YEŞILYAPRAK, S S; SIMSEK, E. Prediction of postural sway velocity by foot posture index, foot size and plantar pressure values in unilateral stance. **Joint Diseases and Related Surgery**, v. 24, n. 3, p. 144–148, 2013.

ANGIN, S.; MICKLE, K. J.; NESTER, C. J. Contributions of foot muscles and plantar fascia morphology to foot posture. **Gait & Posture**, v. 61, p. 238–242, 2018.

BAPTISTA, C. R. De; NASCIMENTO-ELIAS, A. H.; GARCIA, B.; TESTA, A.; DOMINGUES, P. C.; MARTINEZ, E. Z.; JR, M.; MATTIELLO-SVERZUT, A. C. Physical function and performance measures of children and adolescents with Charcot-Marie- Tooth disease. **Physiotherapy Theory and Practice**, v. 3, p. 1–8, 2019.

BAS, J.; DELMONT, E.; FATEHI, F.; SALORT-CAMPANA, E.; VERSCHUEREN, A.; POUGET, J.; LEFEBVRE, M. N.; GRAPPERON, A. M.; ATTARIAN, S. Motor unit number index correlates with disability in Charcot-Marie-Tooth disease. **Clinical Neurophysiology**, v. 129, n. 7, p. 1390–1396, 2018.

BERTSCH, C.; UNGER, H.; WINKELMANN, W.; ROSENBAUM, D. Evaluation of early walking patterns from plantar pressure distribution measurements. First year results of 42 children. **Gait and Posture**, v. 19, n. 3, p. 235–242, 2004.

BIRD, T. D. Charcot-Marie-Tooth (CMT) Hereditary Neuropathy Overview. **Gene Reviews**, 2018.

BOSCH, K.; GERSS, J.; ROSENBAUM, D. Preliminary normative values for foot loading parameters of the developing child. **Gait and Posture**, v. 26, n. 2, p. 238–247, 2007.

BOSCH, K.; GERSS, J.; ROSENBAUM, D. Development of healthy children's feet-Nine-year results of a longitudinal investigation of plantar loading patterns. **Gait and Posture**, v. 32, n. 4, p. 564–571, 2010.

BOSCH, K.; NAGEL, A.; WEIGEND, L.; ROSENBAUM, D. Clinical Biomechanics From ‘‘ first ” to ‘‘ last ” steps in life – Pressure patterns of three generations. **Clinical Biomechanics**, v. 24, n. 8, p. 676–681, 2009.

BOSCH, K.; ROSENBAUM, D. Gait symmetry improves in childhood-A 4-year follow-up of foot loading data. **Gait and Posture**, v. 32, n. 4, p. 464–468, 2010.

BRAVO-AGUILAR, M.; GIJÓN-NOGUERÓN, G.; LUQUE-SUAREZ, A.; ABIAN-VICEN, J. The Influence of Running on Foot Posture and In-Shoe Plantar Pressures. **Journal of the American Podiatric Medical Association**, v. 106, n. 2, p. 109–115, 2016.

BULDT, A. K.; FORGHANY, S.; LANDORF, K. B.; LEVINGER, P.; MURLEY, G. S.; MENZ, H. B. Foot posture is associated with plantar pressure during gait : A comparison of

normal , planus and cavus feet. **Gait & Posture**, v. 62, p. 235–240, 2018.

BURNS, J.; CROSBIE, J.; HUNT, A.; OUVRIER, R. The effect of pes cavus on foot pain and plantar pressure. **Clinical Biomechanics**, v. 20, n. 9, p. 877–882, 2005a.

BURNS, J.; MENEZES, M.; FINKEL, R. S.; ESTILOW, T.; MORONI, I.; PAGLIANO, E.; LAURÁ, M.; MUNTONI, F.; HERRMANN, D. N.; EICHINGER, K.; SHY, R.; PAREYSON, D.; REILLY, M. M.; SHY, M. E. Transitioning outcome measures: Relationship between the CMTPedS and CMTNSv2 in children, adolescents, and young adults with Charcot-Marie-Tooth disease. **Journal of the Peripheral Nervous System**, v. 18, n. 2, p. 177–180, 2013.

BURNS, J.; OUVRIER, R.; ESTILOW, T.; SHY, R.; LAURÁ, M.; PALLANT, J. F.; LEK, M.; MUNTONI, F.; REILLY, M. M.; PAREYSON, D.; ACSADI, G.; SHY, M. E.; FINKEL, R. S. Validation of the Charcot-Marie-Tooth disease pediatric scale as an outcome measure of disability. **Annals of Neurology**, v. 71, n. 5, p. 642–652, 2012.

BURNS, J.; REDMOND, A.; OUVRIER, R.; CROSBIE, J. Quantification of muscle strength and imbalance in neurogenic pes cavus, compared to health controls, using hand-held dynamometry. **Foot and Ankle International**, v. 26, n. 7, p. 540–544, 2005b.

BURNS, J.; RYAN, M. M.; OUVRIER, R. A. Evolution of foot and ankle manifestations in children with CMT1A. **Muscle and Nerve**, v. 39, n. 2, p. 158–166, 2009.

CALLEWAERT, B.; GOUDRIAAN, M.; DEN HAUWE, M. Van; GOEMANS, N.; MOLENAERS, G.; DESLOOVERE, K. P 003 – Gait deviations in children with Charcot-Marie Tooth's disease and their association with muscle weakness. **Gait and Posture**, p. 0–1, 2018.

CARVALHO, B. K. G. de; PENHA, P. J.; PENHA, N. L. J.; ANDRADE, R. M.; RIBEIRO, A. P.; JOÃO, S. M. A. The influence of gender and body mass index on the FPI-6 evaluated foot posture of 10- to 14-year-old school children in São Paulo, Brazil: A cross-sectional study. **Journal of Foot and Ankle Research**, v. 10, n. 1, p. 1–7, 2017.

CHAN, G.; SAMPATH, J.; MILLER, F.; RIDDLE, E. C.; NAGAI, M. K.; KUMAR, S. J. The Role of the Dynamic Pedobarograph in Assessing Treatment of Cavovarus Feet in Children With Charcot-Marie-Tooth Disease. **Journal Pediatr. Orthop**., v. 27, n. 5, p. 510–516, 2007.

CHANG, H. W.; CHIEH, H. F.; LIN, C. J.; SU, F. C.; TSAI, M. J. The relationships between foot arch volumes and dynamic plantar pressure during midstance of walking in preschool children. **PLoS ONE**, v. 9, n. 4, p. 1–7, 2014.

CHENG, J. C. Y.; LEUNG S. S. F.; LEUNG, K. L. A.; GUO, X; SHER, A.; MAK, A. F. K. **C**hange of Foot Size With Weightbearing. **Clin Orthop Rel Res.** n. 342, p. 123-31, 1997

CORNETT, K. M. D.; MENEZES, M. P.; SHY, R. R.; MORONI, I.; PAGLIANO, E.; PAREYSON, D.; ESTILOW, T.; YUM, S. W.; BHANDARI, T.; MUNTONI, F.; LAURA, M.; REILLY, M. M.; FINKEL, R. S.; EICHINGER, K. J.; HERRMANN, D. N.; BRAY, P.; HALAKI, M.; SHY, M. E.; BURNS, J.; OUVRIER, R.; ACSADI, G.; CALABRESE, D.; FOSCAN, M.; SALA, R.; ROSE, K.; PALLANT, J.; LEK, M. Natural history of Charcot-Marie-Tooth disease during childhood. **Annals of Neurology**, v. 82, n. 3, p. 353–359, 2017.

CORNETT, K.; MENEZES, M. P.; SHY, R. R.; MORONI, I.; PAGLIANO, E.; PAREYSON, D.; ESTILOW, T.; OTR, L.; YUM, S. W.; BHANDARI, T.; MUNTONI, F.; LAURA, M.;

REILLY, M. M.; FINKEL, R. S.; EICHINGER, K. J.; DAVID, N. Phenotypic variability of childhood Charcot-Marie-Tooth disease. **JAMA Neurol**., v. 73, n. 6, p. 654–651, 2016.

CORRIVEAU, H.; HEÉBERT, R.; PRINCE, F.; RACHE, M. Postural control in the elderly: An analysis of test-retest and interrater reliability of the COP-COM variable. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 82, n. 1, p. 80–85, 2001.

CORNWALL, M. W.; MCPOIL, T. G. Velocity of the Center of Pressure During Walking. J. Am. **Podiatr. Med. Assoc**., v. 90, n. 7, p. 334–338, 2000.

CROSBIE, J.; BURNS, J.; OUVRIER, R. A. Pressure characteristics in painful pes cavus feet resulting from Charcot-Marie-Tooth disease. **Gait and Posture**, v. 28, n. 4, p. 545–551, 2008.

CRUZ, K. L. T. Tradução, adaptação cultural e análise das medidas psicométricas da versão brasileira da escala pediátrica Charcot-Marie-Tooth (CMTPedS). 2019. 73 pg. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Minas Gerais (Diamantina), 2019.

DALOIA, L. M. T.; LEONARDI-FIGUEIREDO, M. M.; MARTINEZ, E. Z.; MATTIELLO-SVERZUT, A. C. Isometric muscle strength in children and adolescents using Handheld dynamometry: reliability and normative data for the Brazilian population. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 22, n. 6, p. 474–483, 2018.

DE COCK, A.; VANRENTERGHEM, J.; WILLEMS, T.; WITVROUW, E.; DE CLERCQ, D. The trajectory of the centre of pressure during barefoot running as a potential measure for foot function. **Gait and Posture**, v. 27, n. 4, p. 669–675, 2008.

DE FRANÇA COSTA, I. M. P.; NUNES, P. S.; DE AQUINO NEVES, E. L.; LIMA SANTOS BARRETO, L. C.; GARCEZ, C. A.; SOUZA, C. C.; PEREIRA OLIVEIRA, P. M.; SALES FERREIRA, L. A.; BRANDÃO LIMA, V. N.; DE SOUZA ARAÚJO, A. A. Evaluation of muscle strength, balance and functionality of individuals with type 2 Charcot-Marie-Tooth Disease. **Gait and Posture**, v. 62, p. 463–467, 2018.

DE LATTRE, C.; PAYAN, C.; VUILLEROT, C.; RIPPERT, P.; DE CASTRO, D.; BÉRARD, C.; POIROT, I. Motor function measure: Validation of a short form for young children with neuromuscular diseases. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 94, n. 11, p. 2218–2226, 2013.

DEBBI, E. M.; WOLF, A.; GORYACHEV, Y.; YIZHAR, Z.; LUGER, E.; DEBI, R.; HAIM, A. In-shoe center of pressure: Indirect force plate vs. direct insole measurement. **Foot**, v. 22, n. 4, p. 269–275, 2012.

DINATO, R. C.; RIBEIRO, A. P.; BUTUGAN, M. K.; PEREIRA, I. L. R.; ONODERA, A. N.; SACCO, I. C. N. Biomechanical variables and perception of comfort in running shoes with different cushioning technologies. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 18, n. 1, p. 93–97, 2015.

EGGERMANN, K.; GESS, B.; HAUSLER, M.; WEIS, J.; HAHN, A.; KURTH, I. Hereditary Neuropathies**. Deutsches Arzteblatt Inter.**, v. 115, n. 6, p. 91-97, 2018.

ERICKSON, S.; HOSSEINZADEH, P.; IWINSKI, H. J.; MUCHOW, R. C.; TALWALKAR, V. R.; WALKER, J. L.; MILBRANDT, T. A. Dynamic pedobarography and radiographic evaluation of surgically treated cavovarus foot deformity in children with Charcot – Marie – Tooth disease. **J. Pedi. Orthop. B**., v. 24, n. 4, p. 336–340, 2015.

ESTILOW, T.; GLANZMAN, A. M.; BURNS, J.; HARRINGTON, A.; CORNETT, K.; MENEZES, M. P.; SHY, R.; MORONI, I.; PAGLIANO, E.; PAREYSON, D.; BHANDARI, T.; MUNTONI, F.; LAURÁ, M.; REILLY, M. M.; FINKEL, R. S.; EICHINGER, K. J.; HERRMANN, D. N.; TROUTMAN, G.; BRAY, P.; HALAKI, M.; SHY, M. E.; YUM, S. W. Balance impairment in pediatric charcot–marie–tooth disease. **Muscle and Nerve**, v. 60, n.3, p. 242-249, 2019.

FABRIZI, G. M.; TAMBURIN, S.; CAVALLARO, T.; CABRINI, I.; FERRARINI, M.; TAIOLI, F.; MAGRINELLI, F.; ZANETTE, G. The spectrum of Charcot-Marie-Tooth disease due to myelin protein zero: An electrodiagnostic, nerve ultrasound and histological study. **Clinical Neurophysiology**, v. 129, n. 1, p. 21–32, 2018.

FERNÁNDEZ-SEGUÍN, L. M.; DIAZ MANCHA, J. A.; SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, R.; ESCAMILLA MARTÍNEZ, E.; GÓMEZ MARTÍN, B.; RAMOS ORTEGA, J. Comparison of plantar pressures and contact area between normal and cavus foot. **Gait and Posture**, v. 39, n. 2, p. 789–792, 2014.

FERRARIN, M.; LENCIONI, T.; RABUFFETTI, M.; MORONI, I.; PAGLIANO, E.; PAREYSON, D. Changes of gait pattern in children with Charcot-Marie-Tooth disease type 1A : a 18 months follow-up study. **J. Neuroen. Rehabil**., p. 1–11, 2013.

GIACOMOZZI, C. Potentialities and Criticalities of Plantar Pressure Measurements in the Study of Foot Biomechanics: Devices, Methodologies and Applications. **Biomech. Appl**., InTech, p. 249-270, 2011.

GIACOMOZZI, CLAUDIA; SARTOR, C. D.; TELLES, R.; UCCIOLImck, L.; SACCO, I. C. N. Ulcer-risk classification and plantar pressure distribution in patients with diabetic polyneuropathy: exploring the factors that can lead to foot ulceration. **Ann Ist Super Sanità**, v. 54, n. 4, p. 284–293, 2018.

GIJON-NOGUERON, G.; MONTES-ALGUACIL, J.; ALFAGEME-GARCIA, P.; CERVERA-MARIN, J. A.; MORALES-ASENCIO, J. M.; MARTINEZ-NOVA, A. Establishing normative foot posture index values for the paediatric population: A cross-sectional study. **Journal of Foot and Ankle Research**, v. 9, n. 1, p. 1, 2016.

GIJON-NOGUERON, G.; SANCHEZ-RODRIGUEZ, R.; LOPEZOSA-RECA, E.; CERVERA-MARIN, J. A.; MARTINEZ-QUINTANA, R.; MARTINEZ-NOVA, A. Normal Values of the Foot Posture Index in a Young Adult Spanish Population. **Journal of the American Podiatric Medical Association**, v. 105, n. 1, p. 42–46, 2015.

GIJON-NOGUERON, G.; MARCHENA-RODRIGUEZ, A.; MONTES-ALGUACIL, J.; EVANS, A. M. Evaluation of the paediatric foot using footprints and foot posture index : A cross-sectional study. J. **Pediatr. Child Health**. p. 1–6, 2019.

GIJON-NOGUERON, G.; MARTINEZ-NOVA, A.; ALFAGEME-GARCIA, P.; MONTES-ALGUACIL, J.; EVANS, A. M. International normative data for paediatric foot posture assessment : a cross-sectional investigation. **BMJ Open.** v. 9, n. 4, p. 1–8, 2019.

GOONETILLEKE, R. S. **The Science of Footwear**. 1ª edição. NW: Taylor & Francis Group, 2013. 688 p.

GUILLEBASTRE, B.; CALMELS, P.; ROUGIER, P. Effects of muscular deficiency on postural and gait capacities in patients with Charcot-Marie-Tooth disease. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 45, n. 3, p. 314–317, 2013.

HABERLOVÁ, J.; SEEMAN, P. Utility of Charcot-Marie-Tooth neuropathy score in children with type 1A disease. **Pediatric Neurology**, v. 43, n. 6, p. 407–410, 2010.

HAWKE, F.; ROME, K.; EVANS, A. M. The relationship between foot posture, body mass, age and ankle, lower-limb and whole-body flexibility in healthy children aged 7 to 15years. **Journal of Foot and Ankle Research**, v. 9, n. 1, p. 10–14, 2016.

HÉBERT, L. J. et al. Isometric Muscle Strength in Youth Assessed by Hand-held Dynamometry. **Pediatric Physical Therapy**, v. 23, n. 3, p. 289–299, 2011.

JAMALI, A.; SADEGHI-DEMNEH, E.; FERESHTENAJAD, N.; HILLIER, S. Somatosensory impairment and its association with balance limitation in people with multiple sclerosis. **Gait and Posture**, v. 57, n. 320, p. 224–229, 2017.

JAMSHIDI N, ROSTAMI M, NAJARIAN S, MENHAJ B, SAADATNIA M, SALAMI, F. Differences in center of pressure trajectory between normal and steppage gait. **Journal of Research in Medical Sciences**, v. 15, n. 1, p. 33–40, 2010.

JANI-ACSADI, A.; KRAJEWSKI, K.; SHY, M. E. Charcot-Marie-Tooth Neuropathies : Diagnosis and Management. **Semin Neurol**., v. 1, n. 212, p. 185–194, 2008.

JANI-ACSADI, A.; OUNPUU, S.; PIERZ, K.; ACSADI, G. Pediatric Charcot-Marie-Tooth Disease. **Pediatric Clinics of North America**, v. 62, n. 3, p. 767–786, 2015.

JARIC, S. Muscle Strength Testing Use of Normalisations for Body Size. **Sports Med.**, v. 32, n. 10, p. 615-631

VOLPON, J. B. Footprint analysis during the growth period. **J Pediatr Orthop,** n. 14, p 83-85, 1994.

JIMENEZ-CEBRIAN, A. M.; MORENTE-BERNAL, M. F.; ROMÁN-BRAVO, P. D.; SAUCEDO-BADÍA, J. F.; ALONSO-RÍOS, J. A.; MONTIEL-LUQUE, A. Influence of Age, Sex, and Anthropometric Determinants on the Foot Posture Index in a Pediatric Population. **Journal of the American Podiatric Medical Association**, v. 107, n. 2, p. 124–129, 2017.

JUNEJA, M.; BURNS, J.; SAPORTA, M. A.; TIMMERMAN, V. Challenges in modelling the Charcot-Marie-Tooth neuropathies for therapy development. **Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry**, p. 1–10, 2018.

KARAKIS, I.; GREGAS, M.; DARRAS, B. T.; KANG, P. B.; ROYDEN JONES, H. Clinical correlates of charcot-marie-tooth disease in patients with pes cavus deformities. **Muscle and Nerve**, v. 47, n. 4, p. 488–492, 2013.

KENNEDY, R. A.; CARROLL, K.; MCGINLEY, J. L. Gait in children and adolescents with Charcot-Marie-Tooth disease: a systematic review. **Journal of the Peripheral Nervous System**, v. 21, n. 4, 2016.

KENNEDY, R. A.; CARROLL, K.; HEPWORTH, G.; PATERSON, K. L.; RYAN, M. M.; MCGINLEY, J. L. Falls in paediatric Charcot-Marie-Tooth disease : a 6-month prospective cohort study. **Arch Dis Child**. v. 104, n. 6, p. 535–540, 2019a.

KENNEDY, R. A.; CARROLL, K.; PATERSON, K. L.; RYAN, M. M.; BURNS, J.; ROSE, K.; MCGINLEY, J. L. Physical activity of children and adolescents with Charcot-Marie-Tooth neuropathies: A cross-sectional case-controlled study. **PLoS ONE**, v. 14, n. 6, p. 1–12, 2019b.

KENNEDY, R.; CARROLL, K.; PATERSON, K. L.; RYAN, M. M.; MCGINLEY, J. L. Deterioration in gait and functional ambulation in children and adolescents with Charcot–Marie–Tooth disease over 12 months. **Neuromuscular Disorders**, v. 27, n. 7, p. 658–666, 2017.

LEE, J. S.; KIM, K. B.; JEONG, J. O.; KWON, N. Y.; JEONG, S. M. Correlation of foot posture index with plantar pressure and radiographic measurements in pediatric flatfoot. **Annals of Rehabilitation Medicine**, v. 39, n. 1, p. 10–17, 2015.

LENCIONI, T.; RABUFFETTI, M.; PISCOSQUITO, G.; PAREYSON, D. Gait & Posture Postural stabilization and balance assessment in Charcot – Marie – Tooth 1A subjects. **Gait & Posture**, v. 40, n. 4, p. 481–486, 2014.

LENCIONI, T.; PISCOSQUITO, G.; RABUFFETTI, M.; BOVI, G.; CALABRESE, D.; AIELLO, A.; DI SIPIO, E.; PADUA, L.; DIVERIO, M.; PAREYSON, D.; FERRARIN, M. The influence of somatosensory and muscular deficits on postural stabilization: Insights from an instrumented analysis of subjects affected by different types of Charcot-Marie-Tooth disease. **Neuromuscular Disorders**, v. 25, n. 8, p. 640–645, 2015.

LENCIONI, T.; PISCOSQUITO, G.; RABUFFETTI, M.; BOVI, G.; DI SIPIO, E.; DIVERIO, M.; MORONI, I.; PADUA, L.; PAGLIANO, E.; SCHENONE, A.; PAREYSON, D.; FERRARIN, M. Responsiveness of gait analysis parameters in a cohort of 71 CMT subjects. **Neuromuscular Disorders**, v. 27, n. 11, p. 1029–1037, 2017.

LIN, T.; GIBBONS, P.; MUDGE, A. J.; CORNETT, K. M. D.; MENEZES, M. P.; BURNS, J. Surgical outcomes of cavovarus foot deformity in children with Charcot-Marie-Tooth disease. **Neuromuscular Disorders**, v. 29, n. 6, 2019.

LIU, X.-C.; LYON, R.; THOMETZ, J. G.; CURTIN, B.; TARIMA, S.; TASSONE, C. Insole-Pressure Distribution for Normal Children in Different Age Groups. **Journal of Pediatric Orthopaedics**, v. 31, n. 6, p. 705–709, 2011a.

LOPEZOSA-RECA, E.; GIJON-NOGUERON, G.; GARCIA-PAYA, I.; ORTEGA-AVILA, A. B. Does the type of sport practised influence foot posture and knee angle? Differences between footballers and swimmers. **Research in Sports Medicine**, v. 26, n. 3, p. 345–353, 2018.

MANDARAKAS, M.; HILLER, C. E.; ROSE, K. J.; BURNS, J. Measuring ankle instability in pediatric Charcot-Marie-Tooth disease. **Journal of Child Neurology**, v. 28, n. 11, p. 1456–1462, 2013.

MANDARAKAS, M. R.; MENEZES, M. P.; ROSE, K. J.; SHY, R.; EICHINGER, K.; FOSCAN, M.; ESTILOW, T.; KENNEDY, R.; HERBERT, K.; BRAY, P.; REFSHAUGE, K.; RYAN, M. M.; YIU, E. M.; FARRAR, M.; SAMPAIO, H.; MORONI, I.; PAGLIANO, E.; PAREYSON, D.; YUM, S. W.; HERRMANN, D. N.; ACSADI, G.; SHY, M. E.; BURNS, J. Development and validation of the Charcot-Marie-Tooth Disease Infant Scale. **Brain Journ. of Neurology**. v. 141, n. 12, p. 1–12, 2018.

MANNIL, M.; SOLARI, A.; LEHA, A.; PELAYO-NEGRO, A. L.; BERCIANO, J.; SCHLOTTER-WEIGEL, B.; WALTER, M. C.; RAUTENSTRAUSS, B.; SCHNIZER, T. J.; SCHENONE, A.; SEEMAN, P.; KADIAN, C.; SCHREIBER, O.; ANGARITA, N. G.; FABRIZI, G. M.; GEMIGNANI, F.; PADUA, L.; SANTORO, L.; QUATTRONE, A.; VITA, G.; CALABRESE, D.; MARCHESI, C.; SALSANO, E.; NANETTI, L.; MARELLI, C.; SCAIOLI, V.; CIANO, C.; RIMOLDI, M.; LAURIA, G.; RIZZETTO, E.; CAMOZZI, F.;

NARCISO, E.; GRANDIS, M.; MONTI-BRAGADIN, M.; NOBBIO, L.; CAVALLARO, T.; CASANO, A.; BERTOLASI, L.; CABRINI, I.; CORRÀ, K.; MANGANELLI, F.; PISCIOTTA, C.; NOLANO, M.; MAZZEO, A.; AGUENNOUZ, M.; DI LEO, R.; MAJORANA, G.; LANZANO, N.; VALENTI, F.; VALENTINO, P.; NISTICÒ, R.; PIRRITANO, D.; LUCISANO, A.; CANINO, M.; PAZZAGLIA, C.; GRANATA, G.; FOSCHINI, M.; BRINDANI, F.; VITETTA, F.; ALLEGRI, I.; VISIOLI, F.; BOGANI, P.; VISIOLI, F.; BLAKE, J.; KOLTZENBURG, M.; HUTTON, E.; LUNN, M.; YOUNG, P.; LAURÀ, M.; HABERLOVÁ, J.; MAZANEC, R.; PAULUS, W.; BEISSBARTH, T.; SHY, M. E.; REILLY, M. M.; PAREYSON, D.; SEREDA, M. W. Selected items from the Charcot-Marie-Tooth (CMT) Neuropathy Score and secondary clinical outcome measures serve as sensitive clinical markers of disease severity in CMT1A patients. **Neuromuscular Disorders**, v. 24, n. 11, p. 1003–1017, 2014.

MARCHENA-RODRIGUEZ A., MORENO-MORALES N., RAMIREZ-PARGA E., LABAJO-MANZANARES M., LUQUE-SUAREZ A., G.-N. G. Relationship between foot posture and dental malocclusions in children aged 6 to 9 years: A cross-sectional study. **Medicine**, v. 97, n. 19, 2018.

MARQUES, W. J.; FREITAS, M. R.; NASCIMENTO, O. J. M.; OLIVEIRA, A. B.; CALIA, L.; MELO, A.; LUCENA, R.; ROCHA, V.; BARREIRA, A. A. 17p duplicated Charcot-Marie-Tooth 1A Chacacteristics of a new population**. J. Neurol**. n. 252, p. 972-979, 2005.

MARTÍNEZ-NOVA, A.; GIJÓN-NOGUERÓN, G.; ALFAGEME-GARCÍA, P.; MONTES-ALGUACIL, J.; EVANS, A. M. Foot posture development in children aged 5 to11 years: A three-year prospective study. **Gait and Posture**, v. 62, p. 280–284, 2018.

MCKAY, M. J.; BALDWIN, J. N.; FERREIRA, P.; SIMIC, M.; BURNS, J.; VANICEK, N.; WOJCIECHOWSKI, E.; MUDGE, A.; BURNS, J. Spatiotemporal and plantar pressure patterns of 1000 healthy individuals aged 3–101 years. **Gait and Posture**, v. 58, p. 78–87, 2017.

MESQUITA, P. R.; NERI, S. G. R.; LIMA, R. M.; CARPES, F. P.; DE DAVID, A. C. Childhood obesity is associated with altered plantar pressure distribution during running. **Gait and Posture**, v. 62, p. 202–205, 2018.

MORI, L.; PRADA, V.; SIGNORI, A.; PAREYSON, D.; PISCOSQUITO, G.; PADUA, L.; PAZZAGLIA, C.; FABRIZI, G. M.; PICELLI, A.; SCHENONE, A. Outcome measures in the clinical evaluation of ambulatory Charcot Marie Tooth 1A subjects. **European journal of physical and rehabilitation medicine**, v. 55, n. 1, p 47-55, 2018.

MUELLER, S.; CARLSOHN, A.; MUELLER, J.; BAUR, H.; MAYER, F. Influence of Obesity on Foot Loading Characteristics in Gait for Children Aged 1 to 12 Years. **PLoS One**, v. 25, n11, p. 1–12, 2016.

MURPHY, S. M.; HERRMANN, D. N.; McDERMOTT, M. P.; SCHERER, S. S.; SHY, M. E.; REILLY, M. M.; PAREYSON, D. Reliability of the CMT neuropathy score (second version) in Charcot-Marie-Tooth disease. **J Peripher Ner. Syst.**, v. 16, n. 3., p. 191-198, 2011.

NAJAFI, B.; WROBEL, J. S.; BURNS, J. Mechanism of orthotic therapy for the painful cavus foot deformity. **Journal of Foot and Ankle Research**, v. 7, n. 1, p. 1–9, 2014.

NARDONE, A; TARANTOLA, J; MISCIO, G; PISANO, F; SCHENONE, A; SCHIEPPATI, M. Loss of large-diameter spindle afferent fibres is not detrimental to the control of body

sway during upright stance : evidence from neuropathy. **Exp Brain Res**, v. 135, p. 155–162, 2000.

NEWMAN, C. J.; WALSH, M.; O'SULLIVAN, R.; JENKINSON, A.; BENNETT, D.; LYNCH, B.; O'BRIEN, T. The characteristics of gait in Charcot-Marie-Tooth disease types I and II. **Gait and Posture**, v. 26, n. 1, p. 120–127, 2007.

ORLIN, M. N.; MCPOIL, T. G. Plantar pressure assessment. **Physical Therapy**, v. 80, n. 4, p. 399–409, 2000.

OUVRIER, R. A.; NICHOLSON, G. A. Advances in the genetics of hereditary hypertrophic neuropathy in childhood. **Brain Dev**., v. 17, p. 31-8, 1995

PADUA, L.; SHY, M. E.; APRILE, I.; CAVALLARO, T.; PAREYSON, D.; QUATTRONE, A.; RIZZUTO, N.; VITA, G.; TONALI, P.; SCHENONE, A. Correlation between clinical/neurophysiological findings and quality of life in Charcot-Marie-Tooth type 1A. **Journal of the Peripheral Nervous System**, v. 13, n. 1, p. 64–70, 2008.

PAGLIANO, E.; MORONI, I.; BARANELLO, G.; MAGRO, A.; MARCHI, A.; BULGHERONI, S.; FERRARIN, M.; PAREYSON, D. Outcome measures for Charcot-Marie-Tooth disease: clinical and neurofunctional assessment in children. **Journal of the peripheral nervous system**, v. 16, n. 3, p. 237–42, 2011.

PALMIERI-SMITH, R. M.; INGERSOLL, C. D.; STONE, M. B.; KRAUSE, B. A. Center-of-Pressure Parameters Used in the Assessment of Postural Control. **Journal of sport rehabilitation**, v. 11, n. 1, p. 51–66, 2002.

PAREYSON, D.; SAVERI, P.; PISCIOTTA, C. New developments in Charcot-Marie-Tooth neuropathy and related diseases. **Current Opinion in Neurology**, v. 30, n. 5, p. 471–480, 2017.

PAZZAGLIA, C.; CAMEROTA, F.; GERMANOTTA, M.; DI SIPIO, E.; CELLETTI, C.; PADUA, L. Efficacy of focal mechanic vibration treatment on balance in Charcot-Marie-Tooth 1A disease: a pilot study. **J. Neurol.**, v. 263, n. 7, p. 1434-1441, 2016.

PISCIOTTA, C.; SHY, M. E. Neuropathy. **Handbook of Clinical Neurology**, v. 148, p. 653–665, 2018.

REDMOND, A. C.; CRANE, Y. Z.; MENZ, H. B. Normative values for the Foot Posture Index. **Journal of Foot and Ankle Research**, v. 1, n. 1, p. 1–9, 2008.

REDMOND, A. C.; CROSBIE, J.; OUVRIER, R. A. Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: The Foot Posture Index. **Clinical Biomechanics**, v. 21, n. 1, p. 89–98, 2006.

REILLY, M. M.; EAD, S.; MURPHY, M.; LAU, M. Charcot-Marie-Tooth disease. **Journal of the Peripheral Nervous System**, v. 16, p. 1–14, 2011.

ROSE, K. J.; HILLER, C. E.; MANDARAKAS, M.; RAYMOND, J.; REFSHAUGE, K.; BURNS, J. Correlates of functional ankle instability in children and adolescents with Charcot-Marie-Tooth disease. **Journal of Foot and Ankle Research**, v. 8, n. 1, p. 1–7, 2015.

ROSENBAUM, D.; BECKER, H.-P. Plantar pressure distribution measurements. Technical background and clinical applications. **Foot and Ankle Surgery**, v. 3, n. 1, p. 1–14, 1997.

ROSENBAUM, D.; WESTHUES, M.; BOSCH, K. Effect of gait speed changes on foot

loading characteristics in children. **Gait and Posture**, v. 38, n. 4, p. 1058–1060, 2013.

SACCO, I. C. N.; HAMAMOTO, A. N.; TONICELLI, L. M. G.; WATARI, R.; ORTEGA, N. R. S.; SARTOR, C. D. Abnormalities of plantar pressure distribution in early , intermediate , and late stages of diabetic neuropathy. **Gait and Posture**, v. 40, n.4, p. 570-574, 2014.

SADJADI, R.; REILLY, M. M.; SHY, M. E.; PAREYSON, D.; LAURA, M.; MURPHY, S.; FEELY, S. M. E.; GRIDER, T.; BACON, C.; PISCOSQUITO, G.; CALABRESE, D.; BURNS, T. M. Psychometrics evaluation of Charcot-Marie-Tooth Neuropathy Score (CMTNSv2) second version, using Rasch analysis. **Journal of the Peripheral Nervous System**, v. 19, n. 3, p. 192–196, 2014.

SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, R.; MARTÍNEZ-NOVA, A.; ESCAMILLA-MARTÍNEZ, E.; PEDRERA-ZAMORANO, J. D. Can the Foot Posture Index or their individual criteria predict dynamic plantar pressures? **Gait and Posture**, v. 36, n. 3, p. 591–595, 2012.

SANCHIS-SALES, E.; SANCHO-BRU, J. L.; RODA-SALES, A.; PASCUAL-HUERTA, J. Effect of static foot posture on the dynamic stiffness of foot joints during walking. **Gait and Posture**, v. 62, p. 241–246, 2018.

SAPORTA, M. A.; MACIEL, R. M. Analysis of Myelinating Schwann Cells in Human Skin Biopsies. **Methods Mol Biol.** N. 1739, p. 359-369, 2018.

SCHEFFERS, G.; HILLER, C.; REFSHAUGE, K.; BURNS, J. Prescription of foot and ankle orthoses for children with Charcot – Marie – Tooth disease : a review of the evidence. **Physi. Ther. Revie**. v. 17, n. 2, p. 79–90, 2012.

SHAULIAN, H.; SOLOMONOW-AVNON, D.; HERMAN, A.; ROZEN, N.; HAIM, A.; WOLF, A. The effect of center of pressure alteration on the ground reaction force during gait: A statistical model. **Gait & Posture**, v. 66, p. 107–113, 2018.

STURTZ, F. G.; CHAZOT, G.; VANDENBERGHE, A. J. C. Charcot - Marie - Tooth disease from first description to genetic localization of mutations. **J. Hist. Neurosc**., v. 1, n. 1, p. 47-48, 1992.

TEMLETT, J. A. An assessment of vibration threshold using a biothesiometer compared to a C128-Hz tuning fork. **Journal of Clinical Neuroscience**, v. 16, n. 11, p. 1435–1438, 2009.

VAN DER LINDEN, M. H.; VAN DER LINDEN, S. C.; HENDRICKS, H. T.; VAN ENGELEN, B. G. M.; GEURTS, A. C. H. Postural instability in Charcot-Marie-Tooth type 1A patients is strongly associated with reduced somatosensation. **Gait and Posture**, v. 31, n. 4, p. 483–488, 2010.

VANDERHAVE, K. L.; HENSINGER, R. N.; KING, B. W. Flexible cavovarus foot in children and adolescents. **Foot and Ankle Clinics**, v. 18, n. 4, p. 715–726, 2013.

WANG, W.; GUEDJ, M.; BERTRAND, V.; FOUCQUIER, J.; JOUVE, E.; COMMENGES, D.; PROUST-LIMA, C.; MURPHY, N. P.; BLIN, O.; MAGY, L.; COHEN, D.; ATTARIAN, S. A rasch analysis of the charcot-marie-tooth neuropathy score (CMTNS) in a cohort of charcot-marie-tooth type 1A patients. **PLoS ONE**, v. 12, n. 1, p. 1–14, 2017.

WEIS, J.; CLAEYS, K. G.; ROOS, A.; AZZEDINE, H.; KATONA, I.; SCHRÖDER, J. M.; SENDEREK, J. Towards a functional pathology of hereditary neuropathies. **Acta Neuropathologica**, v. 133, n. 4, p. 493–515, 2017.

WILMSHURST, J. M.; OUVRIER, R. Hereditary peripheral neuropathies of childhood: An

overview for clinicians. **Neuromuscular Disorders**, v. 21, n. 11, p. 763–775, 2011.

WINES, A. P.; CHEN, D.; LYNCH, B.; STEPHENS, M. M. Foot deformities in children with hereditary motor and sensory neuropathy. **Journal of Pediatric Orthopaedics**, v. 25, n. 2, p. 241–244, 2005.

WINTER, D. A. Human balance and posture standing and walking control during. **Gait Posture**, v. 3, n. 4, p. 193–214, 1995.

YAGERMAN, S. E.; CROSS, M. B.; GREEN, D. W.; SCHER, D. M. Pediatric orthopedic conditions in Charcot-Marie-Tooth disease: A literature review. **Current Opinion in Pediatrics**, v. 24, n. 1, p. 50–56, 2012.

Apêndice 1

Média (DP) das comparações entre as variáveis de pressão plantar considerando as diferentes regiões dos pés esquerdos dos grupos CMT e Controle

	ÁC (cm²)		**PP (kPa)**		**TC (ms)**		**IPT [(kPa)*s]**	
Região	**CMT**	**Controle**	**CMT**	**Controle**	**CMT**	**Controle**	**CMT**	**Controle**
Total	75,14* (14,97)	81,49 (14,42)	300,40 (109,10)	267,10 (109,34)	667,80 (72,59)	629,80 (74,63)	120,90* (40,59)	103,00 (38,12)
Retropé	23,69 (5,51)	25,00 (5,36)	231,00 (89,68)	229,30 (95,54)	481,10* (145,80)	421,00 (131,10)	61,15 (32,07)	53,16 (25,64)
Mediopé	12,86 (6,84)	12,53 (7,79)	90,38 (76,38)	59,71 (32,52)	495,40* (169,40)	396,80 (165,61)	27,06 (23,31)	16,87 (12,15)
Antepé lateral	28,47 (6,58)	31,99 (4,44)	218,40 (92,10)	200,00 (72,39)	598,40* (107,03)	530,60 (115,99)	65,64 (28,69)	55,29 (23,78)
Antepé medial	9,86 (4,58)	11,56 (4,83)	206,50 (137,34)	170,90 (105,63)	540,70* (168,48)	463,50 (150,46)	56,83* (36,90)	51,33 (25,44)

Legenda: CMT=Charcot-Marie-Tooth; DP= Desvio Padrão; AC=Área de contato; PP=Pico de Pressão; TC=Tempo de contato; IPT=Integral de PressãoTempo; *=diferença significativa quando comparado com grupo controle (p >0,05).

Apêndice 2

Média (DP) dos dados comparativos de força muscular isométrica ajustados (N/Kg)

	Grupos		**Subgrupos**			
	CMT (n=40)	**Controle (n=40)**	**CMT-cr (n=20)**	**Controle-cr (n=20)**	**CMT-ad (n=20)**	**Controle-ad (n=20)**
Inversores	1,17 (0,41)	1,52 (0,37)	1,14 (0,46)	1,55 (0,33)	1,19 (0,34)	1,50 (0,41)
Eversores	1,00 (0,46)	1,66 (0,43)	1,00 (0,51)	1,70 (0,36)	1,00* (0,42)	1,62 (0,50)
Flexores plantares	3,73 (1,79)	5,03 (1,62)	3,62 (1,83)	5,19 (1,42)	3,85 (1,78)	4,86 (1,83)
Dorsiflexores	0,95* (0,59)	2,46 (0,75)	0,89* (0,59)	2,46 (0,72)	1,01* (0,58)	2,46 (0,80)
Extensores de joelho	3,21 (1,06)	4,25 (0,98)	3,24 (1,03)	4,45 (1,07)	3,19 (1,11)	4,06 (0,86)
Extensores de quadril	1,98 (0,65)	2,31 (0,53)	2,07 (0,72)	2,33 (0,50)	1,88 (0,56)	2,29 (0,56)

Legenda: DP=Desvio Padrão; CMT=Charcot-Marie-Tooth; CMTch=CMT criança; CMT-ad=CMT adolescente; Controle-cr=Controle criança; Controle-ad=controle adolescente; *= diferença significativa quando comparado com seu respectivo grupo controle (p >0.05)

Apêndice 3

Média e (DP) das características dos participantes e subtipos de CMT.

Subgrupos	**Sexo**		**Idade (anos)**	**Peso (kg)**	**Altura (cm)**				
Criança	Fem	Masc				1A	2A	X	Indefinido
CMT	7	13	10,20 (1,28)	45,83* (13,03)	148,55 (11,05)	14	1	__	5
Controle	10	10	10,01 (1,25)	36,45 (9,12)	143,57 (10,33)	__	__	__	__
Adolescente	Fem	Masc				1A	2A	X	Indefinido
CMT	7	13	15,30 (1,26)	57,21 (11,12)	160,40 (9,04)	8	5	1	6
Controle	10	10	15,20 (1,50)	55,76 (9,83)	166,75 (7,32)				

*= diferença significativa quando comparado CMT criança com controle criança (p >0.05)

Apêndice 4

Média e DP das comparações entre as diferentes posturas classificadas pelo Índice Postural do Pé (IPP) no grupo CMT, considerando as variáveis de pressão plantar.

Variável	Região do pé	Classes do IPP no grupo CMT (n=40)		
		Pronado (n=7)	**Normal (n=14)**	**Supinado (n=19)**
AC (cm²)	Total	80,85 (19,31)	79,23 (14,36)	80,30 (19,49)
	Retropé	26,61 (5,85)	22,41 (4,89)	24,04 (6,50)
	Mediopé	11,23 (9,64)	11,85 (7,12)	16,03 (7,95)
	Antepé lateral	27,01 (9,28)	33,77 (4,32)	29,47 (7,07)
	Antepé medial	16,00♠ (1,78)	10,81 (5,55)	10,50♂ (4,46)
PP (kPa)	Total	306,40 (58,85)	285,00 (84,41)	345,40 (122,05)
	Retropé	205,40 (84,86)	219,40 (88,81)	255,70 (106,49)
	Mediopé	45,45 (20,84)	50,46 (29,46)	119,60♦♂ (82,59)
	Antepé lateral	138,50 (54,20)	197,10 (40,05)	275,70♦♂ (115,76)
	Antepé medial	262,30 (84,20)	179,50 (135,41)	224,50 (140,41)
TC (ms)	Total	708,70 (73,97)	656,40 (56,35)	686,50 (95,04)
	Retropé	600,30 (144,34)	483,80 (166,53)	515,30 (166,48)
	Mediopé	356,50 (212,99)	429,30 (197,70)	569,60 (182,73)
	Antepé lateral	576,50 (164,60)	582,60 (115,52)	669,80 (104,97)
	Antepé medial	593,60 (161,58)	522,60 (210,67)	613,40 (193,13)

Variável	Região do pé	Classes do IPP no grupo CMT (n=40)		
		Pronado (n=7)	**Normal (n=14)**	**Supinado (n=19)**
IPT [(kPa)*s]	Total	121,20	103,50	138,40♦
		(29,79)	(32,17)	(49,49)
	Retropé	67,68	46,89	66,74
		(49,41)	(18,74)	(37,01)
	Mediopé	13,18	14,43	43,53♦♂
		(11,12)	(10,36)	(37,32)
	Antepé lateral	42,74	56,69	87,89♦♂
		(16,87)	(16,11)	(41,67)
	Antepé medial	68,15	46,72	60,78
		(21,77)	(38,12)	(37,07)
VM do COP	Total	0,33	0,34	0,29
		(0,06)	(0,06)	(0,04)
	Retropé	0,28	0,31	0,35
		(0,18)	(0,11)	(0,19)
	Mediopé	1,63	1,02	0,55♦♂
		(1,36)	(0,54)	(0,35)
	Antepé lateral	0,20	0,20	0,25
		(0,14)	(0,06)	(0,19)
	Antepé medial	0,31	0,19	0,10
		(0,12)	(0,16)	(0,13)

Legenda: CMT=Charcot-Marie-Tooth; DP=Desvio Padrão; AC=Área de contato; PP=Pico de Pressão; TC=Tempo de Contato, IPT=Integral de Pressão Tempo; VM do COP=Velocidade Média do Centro de Pressão; ♦valores apresentam diferença significativa quando comparadas posturas dos pés normais e supinados; ♂valores apresentam diferença significativa quando comparadas posturas dos pés pronados e normais; valores apresentam diferença significativa quando comparadas posturas dos pés supinados e pronados.

Anexo 1

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

O seu filho está sendo convidado a participar, como voluntário, ou seja, **somente se for de livre e espontânea vontade**, da pesquisa intitulada **"Estudo da pressão plantar durante a marcha de crianças e adolescentes com a doença de Charcot-Marie-Tooth,** podendo se recusar a qualquer momento de participar da mesma**.** A doença de Charcot-Marie-tooth é uma alteração nos nervos, causada por uma modificação genética que leva as pessoas a terem uma diminuição de sensibilidade e força muscular, principalmente nas pernas e pés. Esse estudo é coordenado pela Profª. Drª. Ana Claudia Mattiello-Sverzut e desenvolvido pela fisioterapeuta Juliana Cardoso com a colaboração da fisioterapeuta Dra. Adriana Nascimento Elias, vinculadas à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP

O objetivo desse trabalho é caracterizar as alterações que ocorrem nas pernas e pés, bem como suas complicações, como alteração de sensibilidade, força e deformidades nos pés de crianças e adolescentes com doença de Charcot-Marie-Tooth (CMT) atendidos no Ambulatório infantil de CMT do Centro de Reabilitaçao do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto, comparando-as com crianças saudáveis controle.

As avaliações serão acompanhadas pela fisioterapeuta responsável da pesquisa. O participante terá assegurado o direito a indenização e também o direito à assistência integral e gratuita devido a danos diretos/indiretos e imediatos/tardios decorrentes de sua participação no referido estudo, pelo tempo que for necessário. Se você e seu filho aceitarem participar deste estudo, serão realizadas as seguintes avaliações:

- **Mobilidade do tornozelo** (amplitude de movimento), usando um tipo de régua, para que seja medido o quanto o tornozelo se move. (Realizado pela fisioterapeuta Juliana Cardoso).
- **Força muscular** dos pés, perna e quadril, direito e esquerdo, utilizando um aparelho chamado dinamômetro Hand-Held (Lafayette Instrument, Lafayette, UK). A criança deverá tentar fazer um movimento que será ensinado pela terapêuta, com o máximo de força que conseguir po 5 segundos. Este teste será realizado três vezes, sendo intercalado por pausas de 20 segundos para descanso. (Realizado pela fisioterapeuta Juliana Cardoso).
- **Sensibilidade**, utilizando um Diapasão de 128 Hz, que se parece com um garfo, ele produz uma vibração parecida com a do celular em uma de suas pontas que está emborrachada. O paciente deverá estar de olhos fechados e dizer se sente ou não a vibração, que será testada três vezes em quatro lugares diferente (Realizado pela fisioterapeuta Juliana Cardoso).
- **Postura dos pés** - com palpação e foto dos pés direito e esquerdo. (Realizado pela fisioterapeuta Juliana Cardoso).
- **Análise da pisada** - este exame consiste na utilização de uma palmilha (como a de um tênis) com sensores, que irão fornecer dados de como a criança está pisando enquanto anda. (Realizado pela fisioterapeuta Juliana Cardoso).

Todos os testes explicados acima serão feitos no Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto e todos os procedimentos devem demorar por volta de 2 a 3 horas. Este estudo em geral não deverá gerar desconforto ao participante, com excessão da avaliação da força muscular onde a criança pode se sentir cansada. A equipe da pesquisa esclarecerá as dúvidas e explicará antes de cada avaliação o que será realizado quantas vezes forem necessárias. **Quando necessário, será oferecido o ressarcimento das despesas**, com relação ao transporte e alimentação do participante e de seu acompanhante em função da participação no estudo.

As informações deste estudo poderão ser utilizadas para fins estatísticos e/ou científicos, e **é assegurada total privacidade e anonimato do participante**. Os dados obtidos auxiliarão no maior conhecimento sobre a evolução da doença e alterações nas pernas e pés dos pacientes com CMT. Assim, este estudo poderá auxiliar os terapeutas no desenvolvimento de avaliações e tratamentos mais adequados para esta doença.

Caso manifeste interesse, você terá acesso integral às informações e dados obtidos do participante pelo qual é responsável ao final do estudo e se desejar **terá o direito de interromper a participação da criança** sob sua responsabilidade a qualquer momento da pesquisa. Caso você desista da participação, não haverá penalidade ou prejuízo e isso não comprometerá a continuidade do seguimento ou tratamento da criança nesta instituição. Caso você concorde que seu filho participe, como voluntário, desta pesquisa, favor assinar abaixo. Serão assinadas duas vias, sendo uma entregue a você e outra arquivada no Centro de Pesquisa.

Nome do participante:_____assinatura:_____data:_____

Nome do pesquisador:_____assinatura:_____data:_____

Para questões relacionadas a este estudo contate:
Juliana Cardoso ou Ana Claudia Mattiello-Sverzut
E-mail: cardosojulianafisio@gmail.com ou acms@fmrp.usp.br

Tel: (016) 3602-0739, (016) 3602-0738 ou (17) 99200-1446.

Estrutura e Função do Músculo Esquelético - Laboratório de Pesquisa Científica - FMRP – USP.

Para questões relacionadas aos aspectos éticos deste estudo contate:
Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto.

Tel: (016) 3602-1000, ramal 2228.

Termo de Assentimento

Você está sendo convidado a participar, como voluntário, ou seja, se você quiser, da pesquisa chamada **Estudo do pressão plantar durante a marcha de crianças e adolescentes com doença de Charcot Matie Tooth.** Essa pesquisa estudará alterações nas pernas e pés de crianças que tem Charcot-Marie-Tooth. Se você concordar em participar desta pesquisa você deverá ir ao Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, para fazer algumas avaliações que devem demorar cerca de 2 ou 3 horas. Você fará os seguintes testes: avaliação do quanto o seu pé se movimenta, de quanta força você tem nas pernas e nos pés, avaliação de como você pisa usando uma palmilha igual a de um tênis e tirar fotos dos seus pés. Durante a avaliação da força você poderá sentir cansaço. Você tem o direito de parar de participar quando quiser. Caso você desista isso não atrapalhará seu tratamento neste hospital

Caso você concorde em participar desta pesquisa, favor assinar abaixo.

Ribeirão Preto, ___ de _____ de _____.

_____ _____

Nome do voluntário Assinatura do voluntário

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dirigido às crianças do grupo controle

O seu filho está sendo convidado a participar, como voluntário, ou seja, **somente se for de livre e espontânea vontade**, da pesquisa intitulada **"Estudo da pressão plantar durante a marcha de crianças e adolescentes com a doença de Charcot-Marie-Tooth,** podendo se recusar a qualquer momento de participar da mesma**.** A doença de Charcot-Marie-tooth é uma alteração nos nervos, causada por uma modificação genética que leva as pessoas a terem uma diminuição de sensibilidade e força muscular, principalmente nas pernas e pés. Esse estudo é coordenado pela Profª. Drª. Ana Claudia Mattiello-Sverzut e desenvolvido pela fisioterapeuta Juliana Cardoso com a colaboração da fisioterapeuta Dra. Adriana Nascimento Elias, vinculadas à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP

O objetivo desse trabalho é identificar e caracterizar as alterações que ocorrem nas pernas e pés, bem como suas complicações, como alteração de sensibilidade, força e deformidades nos pés de crianças e adolescentes com doença de Charcot-Marie-Tooth (CMT) atendidos no Ambulatório infantil de CMT do Centro de Reabilitaçao do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto, comparando-as com crianças saudáveis controle. O seu filho **NÃO** tem essa doença. Então vamos comparar crianças saudáveis (sem a doença) com crianças que tem a doença.

As avaliações serão acompanhadas pela fisioterapeuta responsável da pesquisa. O participante terá assegurado o direito a indenização e também o direito à assistência integral e gratuita devido a danos diretos/indiretos e imediatos/tardios decorrentes de sua participação no referido estudo, pelo tempo que for necessário. Se você e seu filho aceitarem participar deste estudo, serão realizadas as seguintes avaliações:

- Mobilidade do tornozelo (amplitude de movimento), usando um tipo de régua, para que seja medido o quanto o tornozelo se move. (Realizado pela fisioterapeuta Juliana Cardoso).
- Força muscular dos pés, perna e quadril, direito e esquerdo, utilizando um aparelho chamado dinamômetro Hand-Held (Lafayette Instrument, Lafayette, UK). A criança deverá tentar fazer um movimento que será ensinado pela terapêuta, com o máximo de força que conseguir po 5 segundos. Este teste será realizado três vezes, sendo intercalado por pausas de 20 segundos para descanso. (Realizado pela fisioterapeuta Juliana Cardoso).
- Sensibilidade, utilizando um Diapasão de 128 Hz, que se parece com um garfo, ele produz uma vibração parecida com a do celular em uma de suas pontas que está emborrachada. O paciente deverá estar de olhos fechados e dizer se sente ou não a vibração, que será testada três vezes em quatro lugares diferente (Realizado pela fisioterapeuta Juliana Cardoso).
- Postura dos pés - com palpação e foto dos pés direito e esquerdo. (Realizado pela fisioterapeuta Juliana Cardoso).
- Análise da pisada - este exame consiste na utilização de uma palmilha (como a de um tênis) com sensores, que irão fornecer dados de como a criança está pisando enquanto anda. (Realizado pela fisioterapeuta Juliana Cardoso).

Todos os testes explicados acima serão feitos no Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto e todos os procedimentos devem demorar por volta de 2 a 3 horas. Este estudo em geral não deverá gerar desconforto ao participante, porém durante a avaliação da força muscular a criança pode se sentir cansada. A equipe da pesquisa esclarecerá as dúvidas e explicará antes de cada avaliação o que será realizado quantas vezes forem necessárias. **Quando necessário, será oferecido o ressarcimento das despesas**, com relação ao transporte e alimentação do participante e de seu acompanhante em função da participação no estudo.

As informações deste estudo poderão ser utilizadas para fins estatísticos e/ou científicos, e **é assegurada total privacidade e anonimato do participante**. Os dados obtidos auxiliarão no maior conhecimento sobre a evolução da doença e alterações nas pernas e pés dos pacientes com CMT. Assim, este estudo poderá auxiliar os terapeutas no desenvolvimento de avaliações e tratamentos mais adequados para esta doença. Caso sejam encontradas alterações nos resultados da avaliação do participante, você será informado prontamente, e se desejar, a pesquisadora responsável pelo estudo fornecerá um relatório da avaliação juntamente com uma orientação de busca por atendimento médico especializado (a escolha do paciente).

Caso manifeste interesse, você terá acesso integral às informações e dados obtidos do participante pelo qual é responsável ao final do estudo e se desejar **terá o direito de interromper a participação da criança** sob sua responsabilidade a qualquer momento da pesquisa. Se você desistir da participação não haverá penalidade ou prejuízo para a criança ou responsável e também não ocorrerá comprometimento algum no tratamento da criança nesta instituição que ela possa estar sendo submetida ou vir a necessitar.

Você tem o direito de interromper a participação da criança sob sua responsabilidade a qualquer momento, se desistir da participação, não haverá qualquer penalidade ou prejuízo. Caso você concorde que seu filho participe, como voluntário, desta pesquisa, favor assinar abaixo. Serão assinadas duas vias, sendo uma entregue a você e outra arquivada no Centro de Pesquisa.

Nome do participante: _____assinatura:_____data: _____

Nome do pesquisador: _____assinatura:_____data:

Para questões relacionadas a este estudo contate:
Juliana Cardoso ou Ana Claudia Mattiello-Sverzut
E-mail: cardosojulianafisio@gmail.com ou acms@fmrp.usp.br

Tel: (016) 3602-0739, (016) 3602-0738 ou (17) 99200-1446.

Estrutura e Função do Músculo Esquelético - Laboratório de Pesquisa Científica - FMRP – USP.

Para questões relacionadas aos aspectos éticos deste estudo contate:
Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto.

Tel: (016) 3602-1000, ramal 2228.

Termo de Assentimento dirigido às crianças do grupo controle

Você está sendo convidado a participar, como voluntário (ou seja, se você quiser), da pesquisa chamada **Estudo do pressão plantar durante a marcha de crianças e adolescentes com doença de Charcot Matie Tooth**. Essa pesquisa estudará alterações nas pernas e pés de crianças que tem Charcot-Marie-Tooth. **Você não tem essa doença**. Mas, está sendo convidado para que os seus resultados possam ser comparados com os de crianças que têm a doença. Se você concordar em participar desta pesquisa você deverá ir ao Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (HCFMRP), para fazer algumas avaliações que devem durar cerca de 2 ou 3 horas. Se necessário forneceremos um auxílio transporte, no valor de R$ 20,00 para que você possa ir até o HCFMRP. Você fará os seguintes testes: avaliação do quanto o seu pé se movimenta, de quanta força você tem nas pernas e nos pés, avaliação de como você pisa usando uma palmilha igual a de um tênis e tirar fotos dos seus pés. Durante a avaliação da força você poderá sentir cansaço. Você tem o direito de parar de participar quando quiser. Caso você desista isso não implicará em danos ou quaisquer prejuízos.

Caso você concorde em participar desta pesquisa, favor assinar abaixo.

Ribeirão Preto, ___ de _____ de _____.

_____ _____

Nome do voluntário Assinatura do voluntário

Para o estudo retrospctivo, será necessário a utilização de dados de prontuários de pacientes atendidos pelo pelo Ambulatório de CMT Infantil do Centro de Reabilitação (CER) do HCFMRP-USP (FIC 137) nos anos de 2017 e 2018, pois essas avalições contém informações que correspondem as variáveis estudadas por este trabalho. Senso assim pedimos a dispensa do TCLE para esses pacientes.

Anexo 2

Índice Postural do Pé		
Palpação da cabeça talar - 2 palpável na lateral mas não na medial. - 1 palpável na lateral e levemente palpável na medial. 0 – igualmente palpáveis na lateral e medial. 1 levemente palpável na lateral e palpável na medial. 2 não palpável na lateral mas palpável na medial.	D=	E=
Curvas acima e abaixo do maléolo lateral - 2 curva abaixo do maléolo reta ou convexa. - 1 curva abaixo do maléolo côncava mas plana, porém mais superficial que a curva acima do maléolo. 0 curvas infra e supramaleolar iguais. 1 curva abaixo do maléolo mais côncava que a curva acima do maléolo. 2 curva abaixo do maléolo nitidamente mais côncava.	D=	E=
Inversão/ eversão do calcâneo - 2 invertido aproximadamente (varus). - 1 entre vertical e um varo de 5º. 0 vertical. 1 entre vertical e 5º de eversão (valgo). 2 mais que 5º de eversão.	D=	E=
Proeminência da talonavicular - 2 área da articulação talonavicular côncava. - 1 área da articulação talonavicular levemente, mas definido, côncavo. 0 área da articulação talonavicular aplainada. 1 área da articulação talonavicular com protuberância leve.	D=	E=

2 área da articulação talonavicular com protuberância acentuada.		
Congruência do arco longitudinal medial - 2 arco longitudinal agudamente angulado. - 1 arco longitudinal moderadamente alto. 0 arco longitudinal normal e concentricamente curvo. 1 arco rebaixado com algum aplainamento na porção central. 2 arco muito baixo e com severo aplainamento na porção centra faz contato com o solo.	D=	E=
Abd/Add do antepé sobre o retropé - 2 dedos laterais não visíveis, dedos medias claramente visíveis. -1 dedos mediais claramente mais visíveis que laterais. 0 dedos laterais e mediais igualmente visíveis. 1 dedos laterais claramente mais visíveis que os mediais. 2 dedos laterais claramente visíveis e dedos mediais não visíveis.	D=	E=
Total	D=	E=