

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO

DIARA RAIANE SANTOS

**Investigação quantitativa e qualitativa da análise tridimensional da marcha  
em pacientes com mielopatia cervical**

RIBEIRÃO PRETO

2021

DIARA RAIANE SANTOS

**Investigação quantitativa e qualitativa da análise tridimensional da marcha  
em pacientes com mielopatia cervical**

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

Orientador: Prof. Dr. Carlos Fernando Pereira da  
Silva Herrero

RIBEIRÃO PRETO

2021

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.

Santos, Diara Raiane

Investigação quantitativa e qualitativa da análise tridimensional da marcha em pacientes com mielopatia cervical. Ribeirão Preto, 2021.

69 p.: il. ; 30 cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Ciências da Saúde Aplicadas ao Aparelho Locomotor.

Orientador: Herrero, Carlos Fernando Pereira da Silva.

1. Mielopatia. 2. Compressão da medula espinal. 3. Análise da marcha.

*Dedicatória*

---

---

A minha querida e amada avó **Anna Maria Zamariolli Chinarelli** (em memória), que sempre se alegrou em cada conquista que obtive, consigo imaginar seu sorriso de satisfação por mais uma etapa sendo concluída. Saudades eternas.

Ao meu amado avô **Milton Chinarelli**, que com seu humor, paciência e amor sempre me ensinou e me incentivou a ser um ser humano melhor.

Aos meus queridos pais **Rejane Aparecida Chinarelli Santos e José de Fatima Santos** pela árdua missão de educar, cuidar, amar e ensinar nos caminhos corretos em um mundo tão deturpado. Tudo o que sou devo a vocês. Papai e mamãe, eu amo vocês.

Ao meu irmão, **Alex Igor Santos**, meu companheiro de vida, meu exemplo de dedicação, de bondade e paciência.

A minha melhor amiga e irmã de coração, **Sabrina Guarino de Carvalho**, pela lealdade e amizade, por me incentivar e sempre torcer por mim.

# *Agradecimientos*

---

---

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a **Deus** pelo dom da vida e por tantas bênçãos. Por me capacitar a realizar este trabalho e ultrapassar cada obstáculo encontrado neste percurso, e permitir que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar durante a realização deste trabalho.

Ao Professor **Fernando Herrero**, que antes mesmo de iniciar o processo de mestrado me acolheu e me incentivou. Um exemplo de profissional, excelente no que faz, é dedicado e sempre paciente e atencioso. Sou grata pela oportunidade que me deu e por todos os ensinamentos que obtive através dele nesta etapa que levarei por toda a vida.

Agradeço por me ajudar a finalizar a dissertação, pelo tempo gasto em reuniões e por ensinar com paciência e entender minhas dificuldades. Por esclarecer minhas dúvidas, e pelas correções que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação.

Às colaborados **Thabata Pasquini Soeira, Emilly Zatta Pimenta, Dhara Siqueira Lages e Arielli de Souza Maximo** pelo tempo dedicado aos estudos da marcha, pelo apoio e ajuda durante o processo de pós-graduação.

À **Rita de Cassia Stela Cossalter**, pela disposição e ajuda nesses anos de pós-graduação, e por realizar seu trabalho com excelência em prol dos alunos e professores.

A equipe do Laboratório de Análise do Movimento do CER, **Felipe de Souza Serenza, Fernando Vieira e Carla Andrea Tarune Caldas** pela realização da avaliação da marcha contribuindo diretamente para a realização da pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil.

E a todos aqueles que diretamente ou indiretamente me apoiaram nesta etapa.

*Resumo*

---



## RESUMO

SANTOS, Diara Raiane. **Investigação quantitativa e qualitativa da análise tridimensional da marcha em pacientes com mielopatia cervical**. 2021. 69 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2021.

A mielopatia cervical espondilótica (MCE) é o resultado da doença degenerativa da coluna cervical caracterizada pelo estreitamento do canal vertebral e consequente compressão da medula espinal. Estudos prévios constataram que grande parte dos pacientes com diagnóstico de MCE apresentam disfunções importantes em algum momento no ciclo da marcha quando comparado à indivíduos saudáveis, no entanto as características da marcha desses indivíduos ainda não estão bem estabelecida na literatura devido a sua variabilidade e ausência de um padrão definido. O objetivo deste estudo foi descrever um protocolo de avaliação cinemática da marcha e identificar as principais alterações da marcha em indivíduos com mielopatia cervical espondilótica (MCE) no período pré-operatório. Foram incluídos 14 pacientes com diagnóstico de mielopatia cervical espondilótica no período pré-operatório. A avaliação incluiu a análise tridimensional da marcha em um laboratório especializado na análise de marcha. O movimento dos pacientes foi capturado por meio de câmeras de emissão infravermelha que identificavam marcadores de rastreamento localizados sobre a pele nas coxas, pernas e pés, para construir o modelo biomecânico. Após adquirir a posição de referência os pacientes foram orientados a deambular em uma velocidade confortável por uma passarela emborrachada. As variáveis cinemáticas obtidas foram analisadas pelo Gait Profile Score e Movement Analysis Profile. A análise estatística foi realizada por meio do software R Core Team (2016) e para analisar os resultados do Gait Profile Score (GPS) e Movement Analysis Profile (MAP) foi utilizado o teste t de student e intervalo de confiança 95%, comparando ambos os lados e, por meio de análise gráfica com valores obtidos de uma amostra de pacientes saudáveis. Quando comparados, os dados cinemáticos de ambos os lados não apresentaram diferenças estatisticamente significativas. A análise gráfica evidenciou alterações na marcha dos pacientes envolvidos no estudo comparados a indivíduos saudáveis. Houve diferença em todos os movimentos estudados, com uma discrepância maior na flexão e extensão de quadril, flexão e extensão de joelho, dorsiflexão e flexão plantar de tornozelo e rotação interna e externa de quadril. Desta forma conseguimos descrever um protocolo de avaliação cinemática da marcha com o uso do GPS e MAP, além de apresentar as diferenças na cinemática da marcha de pacientes portadores de MCE comparados a indivíduos saudáveis.

**Palavras-chave:** Mielopatia. Compressão da medula espinal. Análise da marcha.

# *Abstract*

---

## ABSTRACT

SANTOS, Diara Raiane. **Quantitative and qualitative investigation of three-dimensional gait analysis in patients with cervical myelopathy**. 2021. 69 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2021.

Cervical spondylotic myelopathy (CSM) results from a degenerative disease of the cervical spine characterized by narrowing of the spinal canal and consequent compression of the spinal cord. Previous studies found that most patients diagnosed with CSM have significant dysfunctions at some point in the gait compared to healthy patients. However, the gait characteristics are not well established in the literature, probably due to their variation and lack of a defined pattern. This study aimed to describe a protocol for kinematic gait assessment and identify the main gait changes in patients with cervical spondylotic myelopathy (CSM) in the preoperative period. Fourteen patients diagnosed with cervical spondylotic myelopathy in the preoperative period were included. The evaluation included a three-dimensional gait analysis in a laboratory specialized in gait analysis. To build the biomechanical model, the patients' movement was captured using infrared emission cameras that identified the tracking markers on the skin on the thighs, legs, and feet. After acquiring a reference position, the patients were instructed to walk comfortably along a rubberized walkway. The kinematic variables were analyzed using the Gait Profile Score and Movement Analysis Profile. Statistical analysis was performed using the R Core Team (2016) software, and to analyze the results of the Gait Profile Score (GPS) and Movement Analysis Profile (MAP) it was used the student t-test and the 95% confidence interval, comparing both sides and, through graphical analysis comparing values from a sample of healthy patients. When compared, the kinematic data from both sides do not present statistically significant differences. The graphical analysis showed changes in the gait of patients involved in the study compared to healthy patients. There was a difference in all of the studied movements, with a more significant discrepancy at the hip flexion and extension, knee flexion and extension, ankle dorsiflexion and plantar flexion, and internal and external rotation of the quadrilateral. Thus, we were able to describe a protocol for gait kinematics assessment using GPS and MAP and present differences in gait kinematics in patients with SCM compared to healthy ones.

**Keywords:** Myelopathy. Spinal cord compression. Gait analysis.

# *Lista de Figuras*

---

---

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Fluxograma de inclusão e exclusão dos pacientes.....	35
<b>Figura 2</b> - Goniometro.....	36
<b>Figura 3 (A e B)</b> – Laboratório de Análise do Movimento do Centro de Reabilitação -HCRP .....	38
<b>Figura 4</b> - Colocação dos marcadores refletivos de referência e de rastreamento nos pontos anatômicos.....	39

# *Lista de Tabelas*

---

---

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Articulações, grupos musculares e posicionamento dos pacientes durante o teste de força manual .....	37
<b>Tabela 2</b> - Dados antropométricos dos indivíduos com MCE.....	43
<b>Tabela 3</b> - ADM dos MMII medida em graus através da goniometria.....	<a href="#">4344</a>
<b>Tabela 4</b> - Teste de força manual dos MMII .....	<a href="#">4445</a>
<b>Tabela 5</b> - Valores do GPS e MAP dos indivíduos com MCE e indivíduos saudáveis.....	<a href="#">4546</a>
<b>Tabela 6</b> - Variáveis de espaço e tempo da marcha de indivíduos com MCE.....	<a href="#">4648</a>

# *Lista de Gráficos*

---

---



## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> - GPS e MAP dos indivíduos com MCE em comparação com indivíduos saudáveis .....	<a href="#">4647</a>
---	----------------------

# *Lista de Siglas*

---

---

## LISTA DE SIGLAS

MCE - Mielopatia Cervical Degenerativa

RM - Ressonância Magnética

ADM - Amplitude de Movimento

HCRP-USP - Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

CER – Centro de Reabilitação

LAM – Laboratório de Análise do Movimento

GPS – *Gait Profile Score*

GVS - *Gait Variable Score*

MAP – *Movement Analysis Profile*

# *S*umário

---

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b><a href="#">3336</a></b>
<b>2 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>30</b>
<b>3 OBJETIVOS .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1. Objetivo Geral .....</b>	<b>32</b>
<b>3.2. Objetivos específicos.....</b>	<b>32</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>34</b>
<b>4.1 Aspectos Éticos.....</b>	<b>34</b>
<b>4.2 Critérios de inclusão.....</b>	<b>34</b>
<b>4.3 Critérios de exclusão .....</b>	<b>34</b>
<b>4.4 Casuística.....</b>	<b>35</b>
<b>4.5 Parâmetros estudados .....</b>	<b>35</b>
4.5.1 Goniometria.....	36
4.5.2 Teste de força.....	37
4.5.3 Análise tridimensional da marcha .....	<a href="#">3738</a>
4.5.3.1 <i>Sistema de câmeras de infravermelho – Laboratório de Análise do Movimento – LAM – IRLM – RP .....</i>	38
4.5.3.2 <i>Tipos de marcadores utilizados e procedimento dos testes cinemáticos.....</i>	<a href="#">3839</a>
4.5.3.3 <i>Processamento dos dados.....</i>	40
<b>4.6 Análise estatística.....</b>	<b>40</b>
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>
<b>5.1 Dados antropométricos da amostra .....</b>	<b>43</b>
<b>5.2 Goniometria .....</b>	<b>43</b>
<b>5.3 Teste de força muscular .....</b>	<b><a href="#">4344</a></b>
<b>5.4 Variáveis cinemáticas (Gait Profile Score e Movement Analysis Profile).....</b>	<b><a href="#">4445</a></b>
<b>5.5 Medidas de espaço e tempo.....</b>	<b><a href="#">4647</a></b>
<b>6 DISCUSSÃO .....</b>	<b>48</b>
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>53</b>
<b>8 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>55</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>60</b>

# *Introdução*

---

---

## 1 INTRODUÇÃO

A coluna cervical pode ser dividida de maneira didática em dois seguimentos: a coluna cervical alta que inclui a primeira (C1) e a segunda (C2) vertebra, e coluna cervical baixa que inclui da terceira (C3) a sétima vertebra cervical (C7), ambos possuem características peculiares. As vértebras C1 e C2, atlas e áxis respectivamente, são as principais responsáveis pela rotação cervical. O atlas não possui corpo vertebral e se articula diretamente com o côndilo occipital, já o áxis tem como principal destaque o processo odontóide, o qual faz parte de um complexo osteoligamentar que visam manter a estabilidade e alinhamento entre C1 e C2 (LLOPIS *et al.*, 2016). Já a coluna cervical baixa, de C3 a C7 tem como principais movimentos a flexão e extensão, e uma pequena porcentagem de rotação e inclinação (BOGDUK; MERCER, 2000).

As vértebras de C3 a C7 possuem corpos vertebrais e forames transversos onde passam veias e artérias vertebrais, por sua vez os ligamentos longitudinal anterior e posterior, ligamento amarelo e interespinhoso promovem sua sustentação e permitem os movimentos em todos os planos (JINDAL; PUKENAS, 2011). Entre os corpos vertebrais estão localizados os discos intervertebrais, os quais tem como função fornecer resistência à compressão, rotação, tração e tensões aplicadas à coluna vertebral (CHELBERG *et al.*, 1995).

Com o passar dos anos, as articulações, discos intervertebrais e ligamentos podem sofrer alterações degenerativas, denominada osteoartrose, que nada mais é do que o aparecimento de osteófitos nos espaços articulares, podendo ser pequenos ou exuberantes e afetam todas as articulações vertebrais, isto pode ocorrer devido a movimentação excessiva, sobrecarga biomecânica, idade, predisposição genética, doenças metabólicas, obesidade e trauma (BOGDUK, 2012).

Além das alterações articulares, os discos intervertebrais podem ser acometidos. Sua degeneração começa em meados da segunda década de vida, levando a redução de seus componentes líquidos, de modo que sua formação gelatinosa se torna mais fibrosa, então a altura discal é reduzida, aproximando as superfícies dos corpos vertebrais que podem resultar em formação de osteófitos. A calcificação discal também é um ponto importante a se analisar, pois podem afetar as inserções do ligamento longitudinal posterior resultando na degeneração ligamentar (LLOPIS *et al.*, 2016). Alterações articulares, ligamentares e discais podem ocasionar estenose secundária do canal vertebral, com a consequente redução do diâmetro e potencial compressão medular, origem da mielopatia cervical espondilótica (WEN *et al.*, 2014).

A mielopatia é um termo que se refere à doença da medula espinal e pode cursar com déficits neurológicos. A causa mais frequente de mielopatia está relacionada à doença degenerativa causada por osteófitos ou extrusão de material discal na coluna espinal, conforme mencionado acima. O seguimento da coluna mais acometido é a região cervical, sendo o seguimento torácico raramente acometido. Além da doença degenerativa discal existem outras causas menos frequentes que podem levar a mielopatia cervical, como neoplasias, doenças infecciosas, doenças inflamatórias, doenças neurodegenerativas, doenças vasculares e doenças nutricionais (SEIDENWURM *et al.*, 2012).

A suspeita clínica de mielopatia é realizada por meio da anamnese e exame clínico do paciente, e o diagnóstico é confirmado por exames complementares, mais especificamente, os exames de imagem. Assim, muitas vezes, o diagnóstico e tratamento apropriados dependem de uma avaliação por imagem adequada para estabelecer presença de estabilidade mecânica, compressão extrínseca da medula espinal ou lesão intramedular (OYINKAN MARQUIS; CAPONE, 2016).

A mielopatia cervical espondilótica (MCE) é o resultado da doença degenerativa da coluna cervical caracterizada pelo estreitamento do canal vertebral e consequente compressão da medula espinal (NOURI *et al.*, 2015).

Em um estudo, Clarke e Robinson (1956), descreveram como um achado clínico distinto causado por prolapso agudo do disco intervertebral que através da análise histológica de pacientes com mielopatia espondilótica cervical, foram encontradas lesões graves nas porções cinzentas centrais e mediais dos tratos longos mielinizados, com evidências de cavitação cística, gliose e desmielinização. Constataram que o estreitamento do canal vertebral decorrente da osteofitose, degeneração do disco, articulações uncovertebrais e facetarias e hipertrofia do ligamento amarelo é essencial para o desenvolvimento de MCE.

O tamanho normal descrito do diâmetro do canal vertebral entre os seguimentos C3 a C7 variou entre 17 a 18 mm. Estudos relataram uma elevada relação entre o tamanho do diâmetro sagital do canal vertebral cervical e o desenvolvimento de MCE, sendo que 12 mm ou menos representam um achado crítico (FEHLINGS; SKAF, 1998).

Outro fator que pode contribuir para o desenvolvimento da MCE é a mobilidade da coluna vertebral. Os movimentos de flexão e extensão da coluna cervical alteram a morfologia da coluna cervical e também o diâmetro do canal vertebral. A hiperextensão reduz a dimensão do canal vertebral o que, potencialmente, aumenta a compressão da medula espinal. Estes fatores somados à degeneração, são possíveis causas para o desenvolvimento de MCE (ANCHESCHI, 2018).



Com relação a incidência, os adultos acima de 55 anos são os mais acometidos por MCE (MCDERMOTT *et al.*, 2010). Apesar de ser a causa mais comum de lesão medular na população de países desenvolvidos, existem poucos artigos na literatura acerca da prevalência da doença em países menos desenvolvidos. Resultados prévios evidenciaram na América do Norte dados de incidência de 4,1 e prevalência de 60,5 por 100.000 indivíduos. Em Taiwan, foi relatado uma taxa de hospitalização de 4,04 por 100.000 pessoas ao ano, e por fim na Holanda, relataram uma incidência de 1,6 de 100.000 habitantes. Estudos encontraram também que a doença mielopatia espondilótica cervical afeta mais à população masculina do que feminina (NOURI *et al.*, 2020).

Um dos exames mais utilizados para diagnóstico da MCE é a ressonância magnética (RM), que vem sendo ao longo dos anos aperfeiçoada, com aprimoramento tecnológico e melhoria na resolução das imagens. Além de ser utilizada como diagnóstico, a RM pode ser utilizada como ferramenta de prognóstico clínico e na comparação de resultados pós a intervenção cirúrgica (DONG *et al.*, 2015). Apesar da RM ser o padrão ouro para diagnóstico da MCE, não é tão eficiente para demonstrar todos os fatores relevantes, principalmente os relacionados ao movimento. Considerando que os movimentos de flexão e extensão cervicais podem alterar o diâmetro do canal em até 2mm, a ressonância magnética dinâmica em flexão e extensão é uma opção muito útil, podendo encontrar alterações no canal medular que ocorrem ao realizar os movimentos, o que pode esclarecer alguns fatores responsáveis pela etiopatogenia da instabilidade e da MCE e ainda determinar o método de tratamento (ANCHESCHI, 2018).

A intervenção cirúrgica para indivíduos com MCE tem se mostrado eficaz no tratamento, na tentativa de reduzir ou reverter sintomas neurológicos e melhorar a qualidade de vida dos pacientes (PINTO *et al.*, 2010). Os objetivos do procedimento cirúrgico são reduzir a compressão de tecidos neurais, restaurar a lordose cervical e estabilizar a coluna cervical para evitar posteriores degenerações e compressões. Como o papel da descompressão medular é aumentar o diâmetro ântero – posterior do canal vertebral, os procedimentos mais utilizados são a discectomia e corpectomia realizadas pela via de acesso anterior, e a laminectomia e laminoplastia realizadas pela via de acesso posterior (MELUZZI *et al.*, 2012).

Os sintomas da MCE podem se apresentar de forma crônica com início insidioso. A apresentação clínica da MCE pode incluir: alteração da marcha, disfunção motora, parestesia de membros superiores, fraqueza ou dormência de membros inferiores, problemas de equilíbrio, dor e rigidez no pescoço (BADHIWALA *et al.*, 2020).

Estudos prévios constataram que grande parte dos pacientes com diagnóstico de MCE apresentam disfunções importantes em algum momento no ciclo da marcha quando comparado

à indivíduos saudáveis, podendo ser ocasionadas devido ao avanço da compressão medular, por este motivo pode ser uma indicação útil para o procedimento cirúrgico (NAGAI *et al.*, 2018).

A explicação fisiopatológica das alterações da marcha reside na compressão da medula espinal com seus tratos. Embora existam vários tratos de substância branca na medula espinal, as principais consequências das lesões na medula podem ser explicadas por três principais: a coluna dorsal responsável pela sensação ipsilateral de pressão e vibração; o trato espinotalâmico responsável pela dor contralateral e sensação de temperatura; e o principal trato final da substância branca que é o trato corticoespinal que exerce controle motor dos músculos ipsilaterais. Portanto, a compressão extrínseca da medula espinal do seguimento cervical pode causar predominantemente sintomas nos membros inferiores (BHATTACHARYYA, 2018).

Desta forma, a realização da análise de marcha em pacientes com MCE, além de permitir uma melhor compreensão da biomecânica da marcha, seja ela normal ou patológica, também fornece parâmetros específicos que podem ser analisados e comparados na fase pré e pós-operatória, possibilitando a realização de uma análise mais detalhada da atividade muscular e movimentação dos membros durante todas as fases da marcha (HADDAS *et al.*, 2018a).

Andar é o simples fato de avançar para a frente e apoiar-se, enquanto andamos, um pé sempre está em contato com o solo. O ciclo da marcha, consiste no intervalo de tempo ou na sequência de movimentos que ocorrem entre dois contatos iniciais consecutivos do mesmo pé, tomando como base por exemplo o membro inferior direito, ao tocar com o calcanhar o solo, inicia-se o ciclo da marcha que é finalizado quando ele toca novamente o solo, e assim sucessivamente (MAGEE, 2010).

A duração de um ciclo completo da marcha é conhecida como o tempo do ciclo, que é dividido em tempo de apoio e tempo de balanço. A fase de apoio dura geralmente 60% do ciclo da marcha e a de balanço, 40%. O comprimento da passada é a distância entre duas colocações sucessivas do mesmo pé; comprimento do passo é a distância entre o toque do pé de referência até o toque do outro pé e a cadência é o número de passos em um determinado tempo (WHITTLE, 2007).

Momentos da fase apoio:

- Contato Inicial: neste momento o calcâneo toca o chão e o objetivo é proporcionar o primeiro mecanismo de rolamento e a recepção adequada da carga. O quadríceps está ativado concentricamente para manter a estabilidade do joelho em extensão. Representa um intervalo de 0-2%.

- Resposta a carga: o pé inicia o contato com o solo e continua até que o outro pé seja levantado para a fase de balanço, com isso, a força de reação ao solo que fica localizada posteriormente ao centro articular do tornozelo favorece o movimento de flexão plantar para que o pé seja acomodado no solo. O objetivo é a absorção de impacto, estabilidade do suporte de peso e preservação de progressão. Representa um intervalo de 0-10%.

- Médio apoio: esta fase é um período de apoio simples e a estabilidade do membro é fundamental. A dorsiflexão do tornozelo progressiva é facilitada devido ao deslocamento anterior do tornozelo pela força de reação ao solo. A dorsiflexão progressiva da fase de apoio é modulada pela ação excêntrica do músculo solear e é chamado de segundo mecanismo de rolamento. o objetivo é a progressão sobre o pé que está em contato com o chão e estabilidade e membro e tronco. Representa um intervalo de 10-30%.

- Apoio terminal: é iniciada com o calcanhar se levantando até que o outro pé toque o solo, este é o momento em que ocorre a extensão máxima dos joelhos e dos quadris, o segundo mecanismo de rolamento termina nessa subfase e o músculo solear mantém sua atividade excêntrica para evitar aumento da dorsiflexão no apoio terminal. Ao longo desta fase o peso corporal se move à frente do antepé e o objetivo é a progressão do corpo além do pé de apoio. Representa um intervalo de 30-50%

- Pré - balanço: começa com o toque do calcâneo do membro oposto e a ponta do pé ipsilateral, e é caracterizado pela produção de potência e propulsão gerada ao nível de quadril e tornozelo. Ocorre também o terceiro mecanismo de rolamento que através de uma contração concêntrica do músculo gastrocnêmio, o tornozelo realiza flexão plantar com desprendimento do calcâneo do solo e produção de energia propulsora. Esta subfase tem o objetivo de posicionar o membro para a fase de balanço. Representa um intervalo de 50-60-%.

#### Momentos da fase de balanço:

- Balanço inicial: inicia com o levantamento do pé do chão e termina quando o balanço do pé está oposto ao pé de apoio, e o objetivo é o avanço do membro de sua posição posterior. Representa um intervalo de 60-73%.

- Balanço médio: neste momento o pé oscilante está oposto ao de apoio, e a fase termina quando a tíbia está vertical, ou seja, há uma flexão de quadril e joelho. O objetivo desta fase é avanço do membro e afastamento dos pés do chão. Representa um intervalo de 73-87%.

- Balanço terminal: esta fase inicia com a tíbia vertical e termina quando o pé atinge o chão, o avanço do membro é concluído quando à medida que a perna se move a frente da coxa.

Os objetivos são o avanço completo do membro. Representa um intervalo de 87-100% (HEBERT *et al.*, 2017; PERRY, 2005).

Hebert *et al.* (2017) destacaram ainda que a marcha normal exige alguns pré-requisitos, como: contato inicial com o retropé (toque do calcâneo ao solo), estabilidade na fase de apoio, liberação adequada para a fase de balanço, comprimento adequado de passo e conservação de energia. Para a conservação e energia é necessário ter um funcionamento adequado dos seguintes pontos:

- **Centro de massa:** para manter o centro de massa que está localizado pouco a frente a segunda vértebra sacral, é necessário ajustes fisiológicos para que o deslocamento seja o mais suave e com menor gasto energético possível durante o movimento. Esses ajustes são feitos através da elevação e rotação interna da pelve no início da fase de apoio; primeira onda de flexão dos joelhos na resposta à carga; leve valgo do joelho e adução do quadril na resposta à carga e mecanismos de rolamento dos tornozelos na fase de apoio.

- **Mecanismos passivos de estabilização articular:** a estabilização passiva ocorre a partir da tensão capsular e/ou ligamentar em conjunto com a anatomia articular, já na estabilização ativa, os músculos se contraem para exercer maior estabilidade para a articulação. No momento da primeira onda de flexão de joelho na resposta à carga o quadríceps está sendo recrutado exercendo estabilidade articular ativa, ao mover o membro um pouco mais a frente, o joelho entra em extensão na fase de apoio, não necessitando mais da estabilidade ativa. Desta forma, na resposta à carga se trata de uma estabilidade ativa pois necessita de contração muscular durante o apoio médio e estabilidade passiva pois o centro articular do joelho é ultrapassado.

- **Ação dos músculos biarticulares:** os músculos biarticulares são definidos desta forma, pois cruzam pelo menos duas articulações. Atuam na conservação de energia quando uma extremidade contrai de forma excêntrica e absorve energia, que será transmitida para a outra extremidade muscular que atuará concentricamente e usará parte da energia transferida.

Durante o ciclo da marcha pode ocorrer três formas de contração muscular: a concêntrica, onde o músculo é encurtado produzindo o movimento no sentido esperado anatomicamente, é o momento de aceleração e produção de energia; a contração excêntrica ocorre quando o músculo está em alongamento, neste momento ocorre a desaceleração do movimento no sentido contrário à ação usual e ocorre absorção de energia. Já a contração isométrica que é menos vista durante a marcha, o comprimento muscular não é alterado e o principal objetivo é estabilizar uma articulação ou segmento.

A biomecânica do movimento humano é dividida em quatro áreas de estudo: cinemática, dinâmica, antropometria e eletromiografia. A cinemática avalia o movimento sem levar em conta as forças que são utilizadas para que ela ocorra. A Dinâmica, analisa as forças de reação ao solo, é vista através de plataformas de força. Na antropometria, investiga-se as características do corpo humano, como estatura, massa, volume, forma, densidade e centro de gravidade. E por fim a eletromiografia, que busca através da contração muscular, analisar sua atividade através de potenciais de ação (ROSA, 2017).

Devido a velocidade do movimento humano, uma análise observacional da marcha raramente é suficiente para ter uma ideia do padrão de movimento e determinar sua biomecânica. A análise tridimensional da marcha utiliza a física e a matemática para entender a biomecânica de uma marcha patológica e localizar quais articulações, ou músculos estão envolvidos para desenvolver esses déficits, a avaliação dos indivíduos ocorre durante o ato de caminhar realizando descarga de peso (LOBET *et al.*, 2013).

Comparando a marcha de indivíduos saudáveis com a marcha de pacientes com MCE, pesquisadores evidenciaram uma velocidade da marcha significativamente mais lenta, comprimento do passo e da passada reduzidos e aumento da largura do passo. Os resultados referentes a cadência, passada e tempo de apoio, tempo de balanço e tempo de apoio único não apresentaram diferença estatística significativa. No entanto, observou-se também uma maior amplitude de movimento (ADM) do tornozelo e menor ADM de joelho (HADDAS *et al.*, 2018b).

A realização da análise tridimensional de marcha em pacientes com MCE é um exame muito utilizado e eficiente por trazer diversos dados quantitativos e informações detalhadas do movimento articular e funcionalidade do indivíduo acometido, já que três medidas dimensionais da amplitude de movimento articular dinâmica e o cálculo de forças são analisados e podem levar a uma compreensão significativamente maior de um déficit de marcha. (MCDERMOTT *et al.*, 2010).

O comprometimento da marcha é um dos principais agravantes em um indivíduo diagnosticado com MCE, podendo implicar na alteração da sua funcionalidade. Embora haja na literatura diversos protocolos de padronização em avaliação de marcha em indivíduos diagnosticados com MEC, existem poucos que avaliam quantitativamente e qualitativamente o desempenho funcional desse indivíduo e que apresentem uma descrição dos principais acometimentos durante a marcha.

*Justificativa*

---

---

## **2 JUSTIFICATIVA**

Os parâmetros da marcha dos pacientes diagnosticados com MCE ainda não estão bem estabelecidas na literatura devido a sua variabilidade e ausência de padrão definido.

Estudos prévios analisaram a marcha destes pacientes, no entanto existe uma lacuna no que diz respeito a avaliação quantitativa e qualitativa detalhadas do desempenho funcional destes indivíduos em todos os momentos do ciclo da marcha.

# *Objetivos*

---

---



### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo Geral**

Analisar os principais acometimentos durante a marcha em pacientes diagnosticados com MCE antes do procedimento cirúrgico, a fim de promover uma padronização da sua avaliação.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Elaborar um protocolo de avaliação tridimensional de marcha específico para pacientes diagnosticados com mielopatia espondilótica cervical, a fim de promover uma avaliação mais completa e específica pelos profissionais de saúde.
- Verificar as principais alterações de marcha em pacientes diagnosticados com mielopatia espondilótica cervical e comparar com pacientes saudáveis.

*Material e Métodos*

---

---

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Aspectos Éticos**

O presente estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo – HCRP-USP, junto à Plataforma Brasil e foi aprovado, atendendo às prerrogativas da Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, quanto aos parâmetros de pesquisa com seres humanos (CAAE: 28741019.1.0000.5440/Parecer: 4.026.013) (ANEXO A).

Os voluntários que concordaram em participar da pesquisa assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (APÊNDICE A), após os esclarecimentos sobre o estudo. Os dados foram coletados previamente a realização desse estudo em um projeto de pesquisa paralelo, também aceito pelo comitê de ética.

Este estudo tomou como base o banco de dados formado por avaliações rotineiras já realizadas em pacientes com MCE no período anterior à cirurgia.

### **4.2 Critérios de inclusão**

Foram considerados os seguintes critérios de inclusão:

1. Indivíduos do sexo masculino e feminino.
2. Idade acima 18 anos.
3. Pacientes com diagnóstico clínico de MCE e confirmada por exame de imagem.
4. Indivíduos que concordaram em participar do estudo assinando o TCLE.

### **4.3 Critérios de exclusão**

Foram considerados os seguintes critérios de exclusão:

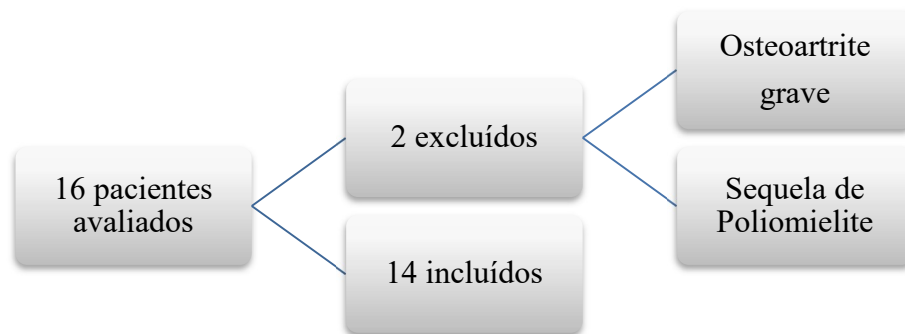
1. Afecções cardíacas graves e respiratórias que venham a influenciar a realização do exame da marcha
2. Doenças neurológicas concomitantes a MCE ou história de doença neurológica que alterem a marcha.
3. Disfunções musculoesqueléticas que dificultem o exame da marcha.

#### 4.4 Casuística

Os pacientes foram selecionados do ambulatório do Centro de Reabilitação do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto (CER) e o diagnóstico de MCE foi realizado pela equipe médica e confirmado por exames de imagem complementares.

De um total de 16 pacientes avaliados, 14 pacientes preencheram os critérios de inclusão e foram incluídos no estudo. Os 2 pacientes que foram excluídos apresentaram uma das seguintes alterações: afecções cardíacas graves e respiratórias que poderiam influenciar a realização do exame da marcha, doenças neurológicas concomitantes a MCE ou história de doença neurológica que alterassem a marcha e disfunções musculoesqueléticas que dificultassem o exame da marcha.

**Figura 1** - Fluxograma de inclusão e exclusão dos pacientes



Fonte: Próprio autor.

#### 4.5 Parâmetros estudados

Foram coletados os dados demográficos dos pacientes através de registros contidos nos prontuários eletrônicos do HCRP. Identificamos os indivíduos através de códigos para garantir a privacidade e segurança de cada um. Os dados demográficos obtidos incluíram o gênero e a idade dos pacientes.

Os exames foram realizados no Laboratório de Análise do Movimento (LAM) um ambiente seguro e confortável, pela equipe do LAM. Os pacientes estavam acompanhados de um familiar ou cuidador para maior segurança. Neste momento todas as dúvidas foram

esclarecidas e os objetivos do estudo foram explicados, e então os indivíduos foram convidados a assinar o TCLE.

Os indivíduos foram submetidos à avaliação que foi composta pelo exame de goniometria das articulações, teste de força muscular e posteriormente à análise tridimensional da marcha.

#### 4.5.1 Goniometria

Para analisar a amplitude de movimento articular bilateral através da goniometria, inicialmente foi explicado a cada paciente o que significava e como era realizado o exame. Após isso, o avaliador, membro da equipe do LAM, ensinava o movimento de cada articulação a ser avaliada para que realizassem de forma ativa e fosse mensurado através de um goniômetro conforme Figura 2, o grau que cada articulação apresentava. Em casos que o indivíduo não conseguisse realizar o movimento, o avaliador poderia ajudá-lo.

**Figura 2 - Goniometro**



Fonte: Disponível em: <https://www.carcioficial.com.br/goniometro-grande/>

Os seguimentos avaliados e seus respectivos movimentos foram:

- Quadril: flexão, extensão, abdução, adução, rotação interna e rotação externa
- Joelho: flexão e extensão
- Tornozelo: flexão plantar e dorsiflexão

#### 4.5.2 Teste de força

Para o teste de força muscular manual, também foi explicado a cada paciente como seria realizado o teste antes de iniciá-lo. Após isso, o avaliador solicitava o movimento a ser testado, realizando uma resistência manual contrária bilateralmente. Era solicitado ao paciente que realizasse a força máxima, ao mesmo tempo e que era dado estímulo verbal padronizado: “força, força, força”.

Para a avaliação da força muscular os participantes foram posicionados em uma maca e os grupos musculares foram avaliados de acordo com a Tabela 1.

**Tabela 1** - Articulações, grupos musculares e posicionamento dos pacientes durante o teste de força manual

Articulação	Grupos musculares	Posição do paciente
Quadril	Flexores	Decúbito dorsal
Quadril	Extensores	Decúbito ventral
Quadril	Adutores	Decúbito lateral
Quadril	Abdutores	Decúbito lateral
Joelho	Flexores	Decúbito ventral
Joelho	Estensores	Sentado
Tornozelo	Dorsiflexores	Sentado
Tornozelo	Flexores plantares	Sentado
Pé	Extensores dos dedos	Sentado
Pé	Extensores do Hálux	Sentado

Fonte: Próprio autor.

Para quantificar a força muscular por meio do teste manual, utilizamos a classificação em graus, para melhor compreensão no momento da avaliação: Grau V (supera uma quantidade de resistência maior que um músculo bom); Grau IV (vence a força da gravidade e resiste parcialmente uma força externa); Grau III (vence a força da gravidade apenas); Grau II (realiza uma pequena quantidade de movimento, porém não vence a força da gravidade); Grau I (esboço de contração muscular com ausência de movimento) (KENDALL, 2007).

#### 4.5.3 Análise tridimensional da marcha

#### 4.5.3.1 Sistema de câmeras de infravermelho – Laboratório de Análise do Movimento – LAM – IRLM – RP

O Laboratório de Análise do Movimento do centro de Reabilitação do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto (Figura 3) conta com um sistema de oito câmeras de emissão infravermelha da marca Qualisys modelo Oqus 300 posicionadas e fixadas a aproximadamente 2,6 m do chão; para captura do movimento do corpo a partir da colocação de marcadores refletivos na pele.

**Figura 3 (A e B)** – Laboratório de Análise do Movimento do Centro de Reabilitação -HCRP



Fonte: Próprio autor.

Para analisar as variáveis cinemáticas e facilitar a compreensão da análise da marcha, utilizamos o *Gait Profile Score* (GPS), que obtém nove variáveis cinemáticas (DREHER *et al.*, 2018). O GPS pode ser dividido para fornecer o *Gait Variable Score* (GVS), um índice que mede o desvio variável de marcha única (SPECIALI *et al.*, 2014). O GPS é apresentado com nove GVS em um gráfico de barras, criando um Perfil de Análise do Movimento (MAP). O MAP descreva a magnitude do desvio das nove variáveis individuais, calculadas ao longo do ciclo da marcha, que mostra quais variáveis estão contribuindo para um GPS elevado (BEYNON *et al.*, 2010).

#### 4.5.3.2 Tipos de marcadores utilizados e procedimento dos testes cinemáticos.

O movimento é capturado através de dois tipos de marcadores colocados sobre a pele, são os marcadores de rastreamento e marcadores de referência que são esféricos, que medem 19 mm de diâmetro. Através de sua utilização, é possível construir o modelo biomecânico que

identificará o comprimento dos seguimentos e localização dos eixos articulares (COLLINS *et al.*, 2009; PERRY, 2005).

Com a identificação dos seguimentos e eixos articulares foi inserido ao modelo um sistema de coordenadas para cada seguimento de acordo com os planos e eixos anatômicos. Foram construídos os seguimentos pelve, coxa, perna e pé e os pontos anatômicos a serem colocados os marcadores foram: cristas ilíacas ântero-superiores, ponto médio do sacro entre as espinhas ilíacas póstero-superiores, epicôndilos laterais femorais, maléolos laterais, tuberosidade dos calcâneos e ponto médio entre II e III metatarsos, identificados previamente através de palpação, de acordo com a Figura 4.

O objetivo dos marcadores de rastreamento é seguir a direção de cada segmento durante o movimento por meio de no mínimo três marcadores por segmento, posicionados de forma não-colinear (COLLINS *et al.*, 2009; PERRY, 2005). Os marcadores de rastreamento foram fixados lateralmente no ponto médio da coxa e perna.

**Figura 4** - Colocação dos marcadores refletivos de referência e de rastreamento nos pontos anatômicos



Fonte: Próprio autor.

Para identificar os segmentos através do sistema, foi necessário adquirir a posição de referência, então instruímos os indivíduos a se manterem parados em posição ortostática, com os pés paralelos no centro da passarela. Este dado foi captado por 5 segundos e após esta coleta,



os marcadores de referência foram retirados, continuando apenas com os marcadores de rastreamento. Subsequentemente, os indivíduos foram orientados a caminharem descalços, em uma velocidade confortável ao longo da passarela emborrachada.

De acordo com o tamanho de seu passo, os sujeitos deambularam pelo menos cinco vezes em toda a extensão da passarela e realizaram entre oito e dose passadas em cada volta. Desta forma foram obtidos os parâmetros que denominamos medidas de espaço e tempo: comprimento do passo, tempo do passo, tempo de apoio, tempo de balanço, tempo de ciclo, passos por minuto e avanços por minuto.

#### 4.5.3.3 *Processamento dos dados*

Os dados captados pelo software QTM foram transferidos para o *software* Visual3D® (2007) para a construção do modelo biomecânico dos segmentos corporais com base na posição das marcas de referência capturada durante a coleta estática e a aplicação desse modelo nos arquivos dinâmicos.

Os ângulos articulares foram calculados usando-se a sequência de Cardan definida como a orientação do sistema de coordenadas de um segmento relativo ao sistema de coordenadas do segmento de referência. Para a normalização dos ângulos, o *software* calculou a orientação relativa do segmento e do segmento de referência em relação à posição de referência (coleta estática) e aplicou essa orientação relativa dos dois segmentos nas coletas dinâmicas.

## 4.6 **Análise estatística**

O *Software* utilizado para processamento dos dados foi R Core Team (2016).

Os dados obtidos na goniometria e os dados do teste de força muscular foram avaliados por meio do teste t de student para amostra pareadas (ou dependentes) e intervalo de confiança 95% da diferença entre os lados.

Os resultados da avaliação do GPS e MAP também foram comparados utilizando teste t de student para amostra pareadas (ou dependentes) e intervalo de confiança 95% da diferença entre os lados. Além disso, a média dos valores obtidos em cada avaliação foram colocadas em um gráfico para comparar com as médias de valores obtidos a partir de uma amostra de indivíduos saudáveis.

Os dados encontrados nas medidas de espaço e tempo foram avaliados por meio do teste t de student para amostra pareadas (ou dependentes) e intervalo de confiança 95% da diferença

entre os lados. O resultado foi considerado estatisticamente significativo quando o valor de  $p < 0,005$ .

# *Resultados*

---

---

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Dados antropométricos da amostra

Nossa amostra composta por 14 pacientes diagnosticados com MCE, apresentou uma média de idade de  $56 \pm 14,85$ , sendo 78,57% do sexo masculino (3 mulheres e 11 homens). A média de peso foi  $76,6\text{Kg} \pm 14,10\text{Kg}$  e a média da altura foi de  $1,66\text{cm} \pm 0,08\text{cm}$  (Tabela 2).

**Tabela 2** - Dados antropométricos dos indivíduos com MCE

Variável	Característica da amostra
Idade, anos $\pm$ D.P.	Média de $56 \pm 14,85$
Sexo, n (%)	Masculino, 11 (78,57%)
Peso (Kg), média $\pm$ D.P.	$75,6 \pm 14,10$
Altura (cm), média $\pm$ D.P.	$1,66 \pm 0,08$

### 5.2 Goniometria

Os dados obtidos a partir da avaliação com goniômetro estão apresentados na Tabela 3. A comparação entre os valores obtidos em cada lado não evidenciou diferença estatística.

**Tabela 3** - ADM dos MMII medida em graus através da goniometria

Variável*	Direito		Esquerdo		Valor p	Intervalo de Confiança 95% da diferença	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão		Limite Inferior	Limite Superior
QAB	36,79	6,6815	36,07	8,1284	0,6349	-2,46	3,89
QAD	14,29	4,3222	14,29	3,8516	1	-1,13	1,13
QRI	30,71	9,3761	27,86	10,8688	0,1788	-1,49	7,2
QRE	38,21	12,6502	39,29	11,5787	0,6642	-6,28	4,14
QEX	7,5	7,0027	6,43	6,9139	0,0823	-0,16	2,3
JFL	142,5	10,5156	141,79	13,673	0,6714	-2,84	4,27
JEX	0,36	3,0786	0,71	3,8516	0,6714	-2,13	1,42
DJF	21,29	6,7417	20,14	7,1989	0,2413	-0,87	3,15
DJE	15,36	4,1437	16,79	4,6439	0,2631	-4,07	1,21
FPL	36,43	12,7745	36,43	10,9945	1	-1,6	1,6

\*QAB = quadril abdução; QAD = quadril adução; QRI = quadril rotação interna; QRE = quadril rotação externa; QEX = quadril extensão; JFL = joelho flexão; JEX = joelho extensão; DJF = dorsiflexão joelho fletido; DJE = dorsiflexão joelho estendido; FPL = flexão plantar.

### 5.3 Teste de força muscular

Os resultados obtidos a partir do teste de força muscular estão apresentados na Tabela 4. Assim como os dados da avaliação com goniômetro, os valores do teste de força muscular não apresentaram diferença estatística significativa quando comparado entre os lados.

**Tabela 4** - Teste de força manual dos MMII

Variável*	Direito		Esquerdo		Valor p	Intervalo de Confiança 95% da diferença	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão		Limite Inferior	Limite Superior
QFL	4,36	2,4054	4,64	0,4972	0,6452	-1,6	1,02
QEX	3,36	2,7346	2,79	3,3553	0,3507	-0,7	1,85
QAD	4,57	0,5136	3,43	3,1796	0,1719	-0,56	2,85
QAB	4,5	0,5189	3,93	2,3358	0,3433	-0,68	1,83
JEX	4,21	2,3916	4,5	0,5189	0,6452	-1,6	1,02
JFL	4,43	0,6462	3,86	2,3157	0,3507	-0,7	1,85
DFL	4,57	1,3425	4,86	0,3631	0,4533	-1,08	0,51
FPL	4,93	0,2673	4,93	0,2673	1	-0,23	0,23
FHA	4,5	1,4005	4,86	0,5345	0,3356	-1,13	0,41
FDE	4,57	1,3425	4,93	0,2673	0,3356	-1,13	0,41
EHA	4,5	1,4005	4,79	0,5789	0,4533	-1,08	0,51
EDE	4,5	1,4005	4,79	0,5789	0,4533	-1,08	0,51

\*QFL = quadril flexores; QEX = quadril extensores; QAD= quadril adutores; QAB = quadril abdutores; JEX = joelho extensores; JFL = joelho flexores; DFL = dorsiflexores; FPL= flexores plantares; FHA = flexores do hálux; FDE = flexores dos dedos; EHA = extensores do hálux; EDE = extensores dos dedos.

#### 5.4 Variáveis cinemáticas (Gait Profile Score e Movement Analysis Profile)

Os resultados obtidos a partir da avaliação cinemática *Gait Profile Score* e *Movement Analysis Profile* estão apresentados na Tabela 5. Quando comparamos os valores das médias entre os lados (direito e esquerdo), a única articulação avaliada que apresentou diferença estatisticamente significativa foi o tornozelo, sendo que o valor de p foi de 0,0204 com intervalo de confiança entre -4,44 e -0,33.

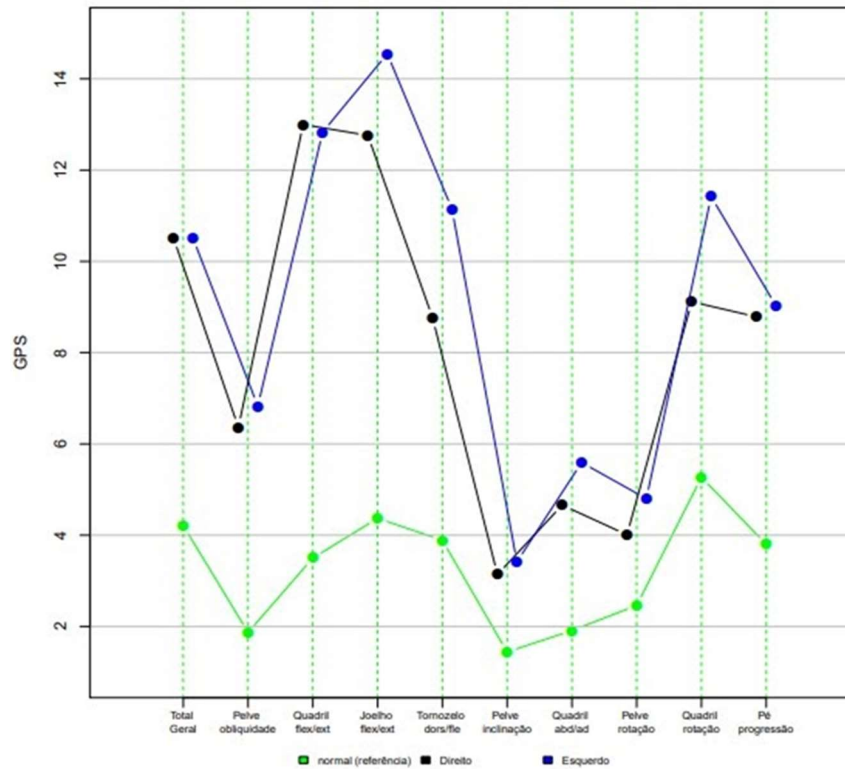
**Tabela 5** - Valores do GPS e MAP dos indivíduos com MCE e indivíduos saudáveis

Variável*	Direito		Esquerdo		Valor p	Intervalo de Confiança 95% da diferença		Indivíduos saudáveis
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão		Limite Inferior	Limite Superior	
G	10,51	2,7872	10,51	2,7872	NaN	NaN	NaN	4,21
POB	6,36	3,891	6,83	4,7155	0,4337	-1,72	0,78	1,87
QFE	13	4,9047	12,83	5,3324	0,8138	-1,33	1,66	3,5
JFE	12,76	4,4356	14,55	5,355	0,1628	-4,4	0,82	4,37
TDF	8,76	2,9999	11,14	2,589	0,0264	-4,44	-0,33	3,89
PIN	3,14	1,3039	3,41	1,4509	0,116	-0,63	0,08	1,44
QAA	4,66	1,6082	5,59	2,9295	0,2226	-2,51	0,64	1,91
PRO	4,01	2,7065	4,8	3,0339	0,2102	-2,08	0,5	2,46
QRIE	9,11	4,621	11,42	6,4778	0,3173	-7,09	2,48	5,27
P	8,79	4,8826	9,03	8,0509	0,934	-6,41	5,93	3,8

\*G = geral; POB = pelve obliquidade; QFE = quadril flexão e extensão; JFE = joelho flexão e extensão; TDF = tornozelo dorsiflexão e flexão plantar; PIN = pelve inclinação; QAA = quadril adução e abdução; PRO = pelve rotação; QRIE = quadril rotação interna e externa; P = pé progressão.

Para realizar a comparação dos dados do GPS e MAP obtidos em nossa amostra de pacientes com MCE, com valores de GPS e MAP de uma amostra de indivíduos saudáveis, utilizamos o Gráfico 1. A partir do gráfico, identificamos uma diferença em todos os movimentos estudados pela avaliação cinemática, com uma discrepância maior na flexão e extensão de quadril, flexão e extensão de joelhos, dorsiflexão e flexão plantar do tornozelo e rotação interna e externa de quadril.

**Gráfico 1 - GPS e MAP dos indivíduos com MCE em comparação com indivíduos saudáveis**



Fonte: Estatística USP

### 5.5 Medidas de espaço e tempo

Os resultados obtidos a partir da avaliação das medidas de espaço e tempo estão apresentados na Tabela 6. Os valores das medidas de espaço e tempo da nossa amostra de pacientes com MCE não apresentaram diferença estatística significativa quando comparado entre os lados.

**Tabela 6 - Variáveis de espaço e tempo da marcha de indivíduos com MCE**

Variável	Direito		Esquerdo		Valor p	Intervalo de Confiança 95% da diferença	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão		Limite Inferior	Limite Superior
Cadência (passos por min)	90,15	14,3034	91,89	13,5872	0,4543	-6,61	3,13
Tempopasso (segundos)	0,69	0,1324	0,67	0,1091	0,4398	-0,03	0,06
Tempoapoio (segundos)	0,87	0,185	0,89	0,2155	0,4197	-0,05	0,02
Tempobalanco (segundos)	0,49	0,0669	0,48	0,0726	0,611	-0,02	0,04
Tempociclo (segundos)	1,36	0,2255	1,37	0,2359	0,4948	-0,02	0,01
Comprimentopasso (metros)	0,49	0,1432	0,47	0,1588	0,1879	-0,01	0,04
Avançosminuto (segundos)	41,93	13,7281	45,09	6,9292	0,3293	-9,92	3,58

*Discussão*

---



## 6 DISCUSSÃO

Diversos estudos evidenciaram que indivíduos diagnosticados com MCE apresentam alterações durante o ciclo da marcha, quando comparado a uma amostra de indivíduos saudáveis, que ocorre devido ao avanço da compressão da coluna espinal (NAGAI *et al.*, 2018). Desta forma a análise tridimensional da marcha é uma avaliação útil por fornecer dados detalhados da biomecânica da marcha, atividade muscular e movimentos articulares durante o ciclo da marcha. Nosso estudo teve como objetivo analisar as alterações cinemáticas que ocorrem durante a marcha em indivíduos diagnosticados com MCE antes do procedimento cirúrgico e descrever um protocolo de avaliação da marcha em portadores de MCE.

Assim por meio da avaliação da marcha de 14 pacientes portadores de MCE identificamos as principais alterações cinemáticas da marcha e conseguimos desenvolver um protocolo de avaliação com base na goniometria, teste de força muscular e análise tridimensional da marcha, utilizando ferramentas específicas (GPS e MAP).

A avaliação da goniometria, tem a função de investigar através de medidas angulares do corpo humano disfunções articulares, assim como estimar a integridade e flexibilidade dos tecidos moles que ocorrem durante o movimento ou postura estática (SANTOS *et al.*, 2011). Optamos por utilizar o goniômetro por ser uma ferramenta de fácil acesso e aplicabilidade, e também por nos possibilitar avaliar a ADM destes indivíduos já que amplitudes reduzidas podem influenciar nos achados do exame da marcha.

De acordo com Marques (2003), que determinou valores de normalidade para ADM das articulações dos MMII utilizando o goniômetro, os nossos resultados referentes a avaliação da goniometria das articulações dos MMII encontram-se dentro do intervalo de normalidade descrito pela autora. Além disso, ao compararmos as médias encontradas em ambos os lados, não identificamos diferenças significativamente estatísticas. Desta forma podemos inferir que os movimentos articulares não interferiram em quaisquer alterações na avaliação cinemática da marcha.

Para quantificar a força muscular por meio do teste manual seguimos as recomendações da Kendall (2007), classificando em graus para melhor compreensão no momento da avaliação: Grau V (supera uma quantidade de resistência maior que um músculo bom); Grau IV (vence a força da gravidade e resiste parcialmente uma força externa); Grau III (vence a força da gravidade apenas); Grau II (realiza uma pequena quantidade de movimento, porém não vence a força da gravidade); Grau I (esboço de contração muscular com ausência de movimento). A avaliação da força muscular é um dado clínico importante para pacientes que tenham doenças

neurológicas e doenças musculoesqueléticas e pode ainda ser avaliada por meio de dinamômetro manual e dinamômetro isocinético que possuem maior confiabilidade (CHAMORRO *et al.*, 2017).

Apesar dos dinamômetros de mão e isocinéticos serem mais eficientes na quantificação da força muscular, optamos por utilizar o teste de força manual por ser mais rápido, prático e fácil de reproduzir, além de ser um método padrão do laboratório de marcha no qual o estudo foi realizado. Os resultados obtidos a partir da avaliação do teste de força manual de nossa amostra de pacientes portadores de MCE, não evidenciaram redução da força muscular de forma geral, com exceção dos extensores de quadril. Além disso, quando comparamos as médias encontradas, não identificamos diferenças estatisticamente significativas entre os lados. Acreditamos que a redução dos valores de extensão do quadril se deve ao fato do paciente estar posicionado em decúbito ventral. Assim, mais uma vez acreditamos que a força muscular não influenciou nos achados da avaliação cinemática da marcha.

O GPS consiste em nove variáveis cinemáticas principais que podem ser representadas por um único número. Sua medida é apresentada em graus e, quanto maior o valor encontrado, maior o desvio de uma marcha considerada normal (DREHER *et al.*, 2018). Optamos pelo uso desta ferramenta, não só pelo fato de ser o padrão utilizado no laboratório em que o estudo foi realizado, como também pela sua facilidade de interpretação dos resultados e pela diferença mínima clinicamente detectável de apenas 1,6°.

Adicionalmente, o GPS pode ser decomposto para fornecer o *Gait Variable Score* (GVS). O GVS representa parâmetros que calculam a variação do desvio da marcha. A partir do GVS é criado *Movement Analysis Profile* (MAP), ferramenta utilizada para descrever a magnitude do desvio das nove variáveis individuais calculadas ao longo do ciclo de marcha, proporcionando assim uma visão de quais variáveis estão contribuindo para um GPS elevado (SPECIALI *et al.*, 2014). Mais uma vez, optamos por utilizar o MAP não só por fazer parte do protocolo de avaliação do laboratório de marcha no qual realizamos o estudo, mas também por compreender uma ferramenta que acrescenta informações úteis adicionais ao GPS.

Com exceção da articulação do tornozelo ( $p=0,0204$ ), a análise dos nossos resultados referentes ao GPS e o MAP não evidenciaram diferenças estatisticamente significativas, quando comparamos ambos os lados. A interpretação dos nossos resultados sugere uma simetria nos achados de ambos os lados não só estatística como também clínica, uma vez que a diferença mínima clinicamente detectável pelo GPS é de apenas 1,6°.

A comparação gráfica dos valores do GPS e MAP obtidos a partir da nossa amostra de pacientes portadores de MCE, com os valores dos indivíduos considerados saudáveis

demonstrou uma diferença em todos os parâmetros estudados com uma discrepância maior na flexão e extensão de quadril, flexão e extensão de joelhos, dorsiflexão e flexão plantar do tornozelo e rotação interna e externa de quadril. A interpretação dos nossos resultados sugere que, apesar de não termos identificado uma diferença estatisticamente significativa entre os pacientes portadores de MCE e indivíduos saudáveis, o GPS e o MAP nos permitiu identificar alterações na cinemática da marcha de pacientes portadores de MCE.

Optamos por realizar a avaliação dos parâmetros que denominamos medidas de espaço e tempo pois uma das alterações descritas na marcha de portadores de MCE é a velocidade da marcha (MALONE; MELDRUM; BOLGER, 2012). Para isso utilizamos a avaliação dos parâmetros: comprimento do, tempo do passo, tempo de apoio, tempo de balanço, tempo de ciclo, passos por minuto e avanços por minuto, para apresentarmos mais detalhes do que simplesmente calcularmos o tempo gasto para realizar o trajeto. Em um estudo prévio realizado por Malone, Meldrum e Bolger (2012), foram descritas as médias e seus respectivos desvios padrão de parâmetros de espaço e tempo como comprimento do passo (calculado em metros,  $0,59 \pm 0,10$ ), tempo do passo (calculado em segundos,  $0,54 \pm 0,05$ ) e a cadência (número de passos por minuto,  $113,22 \pm 10,40$ ) em uma amostra de pacientes portadores de MCE. Ao compararmos estes resultados com os valores obtidos a partir de nossa amostra, identificamos que o comprimento do passo e a cadência do passo de nossos pacientes se encontravam reduzidas e o tempo do passo, aumentado (Tabela 6). Essa diferença de padrão entre os nossos achados e estudos prévios nos leva a acreditar que ainda não exista um padrão claramente definido nos parâmetros das variáveis espaço e tempo da marcha em pacientes portadores de MCE. No entanto, acreditamos que tais parâmetros possam ser utilizados no protocolo de avaliação da marcha de pacientes com MCE, uma vez que nossos resultados corroboram com os achados de estudos prévios (MALONE; MELDRUM; BOLGER, 2012) nos quais ficou demonstrada a diferença entre pacientes saudáveis e portadores de MCE.

O nosso estudo apresenta algumas limitações, sendo a primeira o número de pacientes estudados. Por se tratar de uma avaliação que não faz parte da rotina do protocolo pré-operatório dos pacientes, obtivemos a autorização de apenas parte dos pacientes operados em nossos serviços, durante o período de realização do estudo. Outra limitação foi a utilização do goniômetro como ferramenta para avaliar a ADM, uma vez que se trata de um dispositivo de baixa precisão. No entanto, a opção pela escolha desta forma de avaliação reside na facilidade de obtenção do dispositivo. Assim como a goniometria, o teste de força muscular manual apresenta pontos fracos. Apesar de se tratar de uma avaliação subjetiva, optamos por utilizá-lo

devido sua fácil aplicabilidade, não havendo necessidade de aquisição de instrumentos adicionais.

Conseguimos através deste estudo desenhar o protocolo de avaliação cinemática da marcha de pacientes portadores de MCE, identificando alterações possíveis no padrão da marcha desses pacientes. A partir desses achados, poderão ser desenvolvidos estudos que incluem avaliação cinemática da marcha no período pós-operatório, e que podem servir de ferramenta adicional na avaliação da efetividade do tratamento cirúrgico.

*Conclusão*

---

## **7 CONCLUSÃO**

Conseguimos descrever um protocolo de avaliação cinemática da marcha com o uso do GPS e MAP, identificar as principais alterações, além de apresentar as diferenças na cinemática da marcha de pacientes portadores de MCE comparados a indivíduos saudáveis.

# *Referências*

---

---

## REFERÊNCIAS

- ANCHESCHI, Bruno C. **Importância da ressonância magnética dinâmica da coluna cervical no tratamento de mielopatia espondilótica cervical**. 2018. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018.
- BADHIWALA, Jetan H. *et al.* Degenerative cervical myelopathy — update and future directions. **Nature Reviews Neurology**, London, v. 16, n. 2, p. 108–124, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/s41582-019-0303-0>
- BEYNON, Sarah *et al.* Correlations of the gait profile score and the movement analysis profile relative to clinical judgments. **Gait and Posture**, Oxford, v. 32, n. 1, p. 129–132, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.01.010>
- BHATTACHARYYA, Shamik. Spinal cord disorders: myelopathy. **American Journal of Medicine**, New York, v. 131, n. 11, p. 1293–1297, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2018.03.009>
- BOGDUK, Nikolai. Degenerative joint disease of the spine. **Radiologic Clinics of North America**, Philadelphia, v. 50, n. 4, p. 613–628, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rcl.2012.04.012>
- BOGDUK, Nikolai; MERCER, Susan. Biomechanics of the cervical spine. I: Normal kinematics. **Clinical Biomechanics**, Oxford, v. 15, n. 9, p. 633–648, 2000. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0268-0033\(00\)00034-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0268-0033(00)00034-6)
- CHAMORRO, Claudio *et al.* Absolute reliability and concurrent validity of hand held dynamometry and isokinetic dynamometry in the hip, knee and ankle joint: systematic review and meta-analysis. **Open Medicine (Warsaw, Poland)**, Warsaw, v. 12, n. 1, p. 359–375, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1515/med-2017-0052>
- CHELBERG, M. *et al.* Identification of heterogeneous cell populations in normal human intervertebral disc. **Journal of Anatomy**, Oxford, v. 186, n. 1, p. 43–53, 1995.
- CLARKE, Edwin; ROBINSON, Peter K. Cervical myelopathy: a complication of cervical spondylosis. **Brain**, Oxford, v. 79, n. 3, p. 483–510, 1956. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/brain/79.3.483>
- COLLINS, Thomas D. *et al.* A six degrees-of-freedom marker set for gait analysis: Repeatability and comparison with a modified Helen Hayes set. **Gait and Posture**, Oxford, v. 30, n. 2, p. 173–180, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2009.04.004>
- DONG, Chris *et al.* Effects of electro-acupuncture on labor pain management. **Archives of Gynecology and Obstetrics**, Berlin, v. 291, n. 3, p. 531–536, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00404-014-3427-x>
- DREHER, Thomas *et al.* Long-term development of gait after multilevel surgery in children with cerebral palsy: a multicentre cohort study. **Developmental Medicine and Child Neurology**, Oxford, v. 60, n. 1, p. 88–93, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/dmcn.13618>
- FEHLINGS, Michael G.; SKAF, Ghassan. A review of the pathophysiology of cervical spondylotic myelopathy with insights for potential novel mechanisms drawn from traumatic spinal cord injury. **Spine**, Hagerstown, v. 23, n. 24, p. 2730–2737, 1998. DOI:



<http://dx.doi.org/10.1097/00007632-199812150-00012>

HADDAS, Ram *et al.* The use of gait analysis in the assessment of patients afflicted with spinal disorders. **European Spine Journal**, Heidelberg, v. 27, n. 8, p. 1712–1723, 2018a. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00586-018-5569-1>

HADDAS, Ram *et al.* Effect of cervical decompression surgery on gait in adult cervical spondylotic myelopathy patients. **Clinical Spine Surgery**, Hagerstown, v. 31, n. 10, p. 435–440, 2018b. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/BSD.0000000000000719>

HEBERT, Sizínio *et al.* **Ortopedia e traumatologia: princípios e prática**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

JINDAL, Gaurav; PUKENAS, Bryan. Normal spinal anatomy on magnetic resonance imaging. **Magnetic Resonance Imaging Clinics of North America**, Philadelphia, v. 19, n. 3, p. 475–488, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mric.2011.05.013>

KENDALL, Florence Peterson. **Músculos provas e funções**. 5. ed. Barueri: Manole, 2007.

LLOPIS, E. *et al.* La columna cervical degenerativa. **Radiologia**, Barcelona, v. 58, p. 13–25, 2016. Supl. 1. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rx.2015.11.009>

LOBET, Sébastien *et al.* Three-dimensional gait analysis can shed new light on walking in patients with haemophilia. **The Scientific World Journal**, New York, v. 2013, p. 1–8, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/284358>

MAGEE, David. **Avaliação musculoesquelética**. 5. ed. Barueri: Manole, 2010.

MARQUES, Amélia Pasqual. **Manual de goniometria**. 2. ed. Barueri: Manole, 2003.

MALONE, Ailish; MELDRUM, Dara; BOLGER, Ciaran. Gait impairment in cervical spondylotic myelopathy: comparison with age- and gender-matched healthy controls. **European Spine Journal**, Heidelberg, v. 21, n. 12, p. 2456–2466, 2012.

MCDERMOTT, Ailish *et al.* Reliability of three-dimensional gait analysis in cervical spondylotic myelopathy. **Gait and Posture**, Oxford, v. 32, n. 4, p. 552–558, 2010.

MELUZZI, Alexandre *et al.* Avaliação das técnicas cirúrgicas para tratamento da mielorradiculopatia espondilótica cervical. **Coluna/Columna**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 42–51, 2012.

NAGAI, Taro *et al.* Analysis of spastic gait in cervical myelopathy: Linking compression ratio to spatiotemporal and pedobarographic parameters. **Gait and Posture**, Oxford, v. 59, p. 152–156, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.10.013>

NOURI, Aria *et al.* Degenerative cervical myelopathy: a brief review of past perspectives, present developments, and future directions. **Journal of Clinical Medicine**, Basel, v. 9, n. 2, p. 535, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/jcm9020535>

NOURI, Aria *et al.* Degenerative cervical myelopathy: epidemiology, genetics, and pathogenesis. **Spine**, Hagerstown, v. 40, n. 12, p. E675–E693, 2015.

OYINKAN MARQUIS, B.; CAPONE, Patrick M. Myelopathy. In: MASDEU, Joseph; GONZALEZ, R. Gilberto (ed.). **Neuroimaging, Part II**. Amsterdam: Elsevier, 2016. p. 1015–

1026. (Handbook of Clinical Neurology, v. 136).

PERRY, Jacquelin. **Análise da marcha**. Barueri: Manole, 2004. v. 3.

PINTO, Rui Peixoto *et al.* Tratamento cirúrgico por via anterior na mielopatia cervical espondilótica com seguimento mínimo de dez anos. **Coluna/Columna**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 171–178, 2010.

R CORE TEAM. **The R Project for Statistical Computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2016.

ROSA, Anderson Sachetto. **Sistema para análise de marcha online baseado em IMUs**. 2017. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

SANTOS, Jean Douglas Moura dos *et al.* Confiabilidade inter e intraexaminadores nas mensurações angulares por fotogrametria digital e goniometria. **Fisioterapia em Movimento**, Curitiba, v. 24, n. 3, p. 389–400, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-51502011000300003>

SEIDENWURM, David J. *et al.* ACR appropriateness criteria® myelopathy. **Journal of the American College of Radiology**, New York, v. 9, n. 5, p. 315–324, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacr.2012.01.010>

SPECIALI, Danielli S. *et al.* Gait profile score and movement analysis profile in patients with Parkinson's disease during concurrent cognitive load. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, São Carlos, v. 18, n. 4, p. 315–322, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0049>

WEN, Chun Yi *et al.* Is diffusion anisotropy a biomarker for disease severity and surgical prognosis of cervical spondylotic myelopathy. **Radiology**, Easton, v. 270, n. 1, p. 197–204, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1148/radiol.13121885>

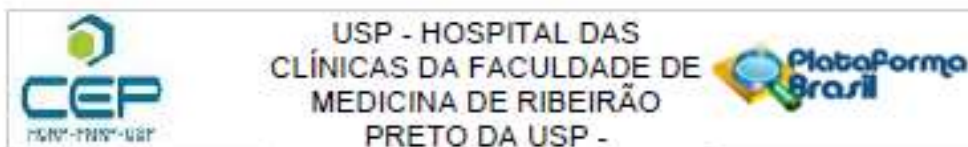
WHITTLE, Michael. **Gait analysis na introduction**. 4th ed. Philadelphia: Elsevier, 2010.

*Anexos*

---

## ANEXOS

### ANEXO A - Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Investigação quantitativa e qualitativa da análise tridimensional da marcha em pacientes com mielopatia cervical

**Pesquisador:** Carlos Fernando Pereira da Silva Herrero

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 28741019.1.0000.5440

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.025.013

##### Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de pesquisa do Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor. Pós-graduando: Diara Raiane Santos, Thabata Pasquini Soelra, Mateus Lele Rinaldi. Orientador: Prof. Dr. Carlos Fernando P. da Silva Herrero

##### Resumo do projeto de pesquisa:

A mielopatia espondilótica cervical (MEC) é a degeneração da coluna cervical caracterizada pelo estreitamento do canal medular e pela compressão da medula espinhal. Diversos pesquisadores clínicos postularam que a deficiência na marcha constitui a manifestação clínica mais proeminente da MEC, com isso a marcha vem sendo analisada e priorizada em avaliações, como um parâmetro contribuinte da evolução funcional dos indivíduos, enfatizando que a análise da marcha possui a vantagem de fornecer informações detalhadas e quantificáveis sobre os parâmetros da marcha, o que pode contribuir para a detecção de qualquer melhora funcional pós-operatória. Esse estudo tem como hipótese que indivíduos diagnosticados com mielopatia cervical, muitas vezes podem apresentar alteração de marcha e com isso alterar a sua capacidade funcional.

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO  
Bairro: MONTE ALEGRE CEP: 14.048-900  
UF: SP Município: RIBEIRÃO PRETO  
Telefone: (18)3832-2228 Fax: (18)3833-1144 E-mail: cep@hcrp.usp.br



USP - HOSPITAL DAS  
CLÍNICAS DA FACULDADE DE  
MEDICINA DE RIBEIRÃO  
PRETO DA USP -



Continuação do Formulário: 4.026.013

#### **Objetivo da Pesquisa:**

**Objetivo Primário:** Analisar os principais acometimentos durante a marcha em indivíduos diagnosticados com MEC pré procedimento cirúrgico, a fim de promover uma padronização da sua avaliação.

**Objetivo Secundário:** Elaborar um protocolo de avaliação tridimensional de marcha específico para indivíduos diagnosticados com mielopatia espondilótica cervical, a fim de promover uma avaliação mais completa e específica pelos profissionais de saúde. Verificar as principais alterações de marcha em indivíduos diagnosticados com mielopatia espondilótica cervical.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

##### **Riscos:**

A participação dos sujeitos de pesquisa resumir-se-á realização da marcha sem auxílio de terceiros em um ambiente seguro, antes do procedimento cirúrgico, assim o risco pode ser associado a perda de confidencialidade, relacionado a perda, roubo/furto dados coletados, com isso esses dados foram alterados para códigos para a identificação do indivíduo participante da pesquisa.

##### **Benefícios:**

A realização desse estudo não oferece garantias para os indivíduos participantes, porém tem o objetivo de promover uma padronização da avaliação desses indivíduos, o que pode contribuir para melhor elaboração de um plano de tratamento.

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

##### **Metodologia Proposta:**

##### **4.1 Aspectos Éticos**

Esse estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo – HCRP-USP, junto a Plataforma Brasil e está em processo de aprovação, atendendo as prerrogativas da Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, quanto aos parâmetros de pesquisa com seres humanos. Os voluntários concordaram em participar da pesquisa e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (APÊNDICE A), após os esclarecimentos sobre o estudo. Trata-se de um estudo longitudinal e prospectivo.

##### **4.2 Casuística**

O recrutamento de participantes para este estudo ocorreu junto ao Centro de Reabilitação do HCRP

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO  
Bairro: MONTE ALEGRE CEP: 14.048-900  
UF: SP Município: RIBEIRÃO PRETO  
Telefone: (16)3833-2228 Fax: (16)3833-1144 E-mail: cep@hcrp.usp.br



USP - HOSPITAL DAS  
CLÍNICAS DA FACULDADE DE  
MEDICINA DE RIBEIRÃO  
PRETO DA USP -



Continuação do Protocolo: 4.026.D13

(CEP), onde foram identificados indivíduos diagnosticados com MEC e que se encontram em seguimento na reabilitação pré cirurgia descompressiva. As informações demográficas e clínicas relativas à patologia e suas complicações serão extraídas a partir dos registros em prontuário eletrônico do HCRP. No presente estudo será realizada uma avaliação prospectiva de uma amostra de 10 indivíduos diagnosticados com mielopatia cervical. O tamanho amostral foi calculado assumindo-se um tamanho de efeito de F de 0,5 (considerando o teste estatístico de ANOVA). O HCRP é o serviço de referência para o trauma na coluna e para a reabilitação desses pacientes na região de Ribeirão Preto, Franca, Barretos e Araraquara para atendimento

de reabilitação multiprofissional, que corresponde a cerca de 4.000.000 de habitantes. A análise tridimensional da marcha dos indivíduos participantes foi realizada no pré procedimento cirúrgico, a fim de verificar as principais alterações de marcha desses indivíduos.

#### 4.5 Análise tridimensional da marcha

4.5.1 Sistema de câmeras de infravermelho – Laboratório de Análise do Movimento – LAM – IRLM – RP O Laboratório de Análise do Movimento (LAM) do centro de Reabilitação do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto – conta com um sistema de oito câmeras de emissão infravermelha da marca Qualsys modelo Oqus 300 posicionadas e fixadas a aproximadamente 2,6 m do chão; para captura do movimento do corpo a partir da colocação de marcadores refletivos na pele. Duas plataformas de força da marca Bertec, modelo FP 4060-08, medindo 60cm x 40cm, sincronizadas com o sistema de câmeras, trabalhando com frequência de aquisição de 100Hz, fornecendo o COP (X e Y),

Força (X, Y e Z) e Momento (X, Y e Z).

4.5.2 Tipos de marcadores utilizados e procedimento dos testes cinemáticos. Para a captura do movimento, o sistema faz uso de dois tipos de marcadores: os marcadores de referência ou anatômicos e os marcadores de rastreamento. Os marcadores de referência são necessários para a construção do modelo biomecânico a partir da identificação do comprimento dos segmentos, a localização dos eixos articulares (Perry, 2005, Collins et al., 2009). Desta forma, é atribuído ao modelo um sistema de coordenadas para cada segmento, de maneira coerente com a definição de planos e eixos anatômicos. Os marcadores de referência são esféricos, com 19 mm de diâmetro. Os segmentos construídos serão pelve, coxa, perna e pé. As referências anatômicas para a colocação dos marcadores são identificadas por meio da palpação e incluem os seguintes pontos: crista ilíaca ântero superiores, ponto médio do sacro entre as espinhas ilíacas póstero-superiores, epicôndilos laterais femorais, maléolos laterais, tuberosidade dos calcâneos e ponto médio entre II

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO  
Bairro: MONTE ALEGRE CEP: 14.048-900  
UF: SP Município: RIBEIRÃO PRETO  
Telefone: (16)3833-2228 Fax: (16)3833-1144 E-mail: cep@hcrp.usp.br



USP - HOSPITAL DAS  
CLÍNICAS DA FACULDADE DE  
MEDICINA DE RIBEIRÃO  
PRETO DA USP -



Continuação do Parecer 4.026.013

e III metatarsos, de acordo com a Figura 1.

Os marcadores de rastreamento têm como objetivo rastrear a trajetória de cada segmento durante o movimento por meio de no mínimo três marcadores por segmento, posicionados de forma não-colinear (Perry, 2005, Collins et al., 2009). Nos segmentos coxa, perna e pé são usados os marcadores de rastreamento, fixados lateralmente no ponto médio de coxa e perna.

**Critério de Inclusão:**

Foram considerados os seguintes critérios de Inclusão:

1. Ambos os sexos.
2. Pacientes com idade entre 18 a 70 anos.
3. Diagnóstico clínico de mielopatia espondilótica cervical (MEC), confirmado por exame de imagem (ressonância magnética).
4. Concordância em participar do estudo assinando o TCLE.

**Critério de Exclusão:**

Serão considerados os seguintes critérios de exclusão:

- 1) Doença respiratória ou cardíaca grave que impedisse a realização da marcha.
- 2) Distúrbios neurológicos coexistentes ou história de doença neurológica com déficit persistente que pudessem influenciar na marcha.
- 3) Problemas musculoesqueléticos sintomáticos que afetam a marcha.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os termos foram corrigidos conforme parecer do CEP.

**Recomendações:**

Não há.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Diante do exposto e à luz da Resolução CNS 466/2012, o projeto de pesquisa v2 – março de 2020., assim como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido v2–março de 2020, podem ser enquadrados na categoria APROVADO.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Projeto Aprovado: Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados ao CEP, relatórios parciais anuais referentes ao andamento da pesquisa e relatório final ao término do trabalho. Qualquer modificação do projeto original deve ser apresentada a este CEP em nova versão, de forma objetiva e com justificativas, para nova apreciação.

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO  
Bairro: MONTE ALEGRE CEP: 14.048-000  
UF: SP Município: RIBEIRÃO PRETO  
Telefone: (16)3602-2228 Fax: (16)3635-1144 E-mail: cep@hcrp.usp.br



USP - HOSPITAL DAS  
CLÍNICAS DA FACULDADE DE  
MEDICINA DE RIBEIRÃO  
PRETO DA USP -



Contribuição do Parecer: 4.026.013

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_1471548.pdf	01/03/2020 18:07:55		Aceito
Outros	Carta_de_resposta_CEP_marco_2020_ Diara.doc	01/03/2020 18:07:31	Thabata Pasquini Soelra	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_v2_Diara_MEC_x_marcha.docx	01/03/2020 18:06:47	Thabata Pasquini Soelra	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_v2_Diara_MEC_x_marcha.docx	01/03/2020 18:06:22	Thabata Pasquini Soelra	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	06/02/2020 11:34:24	Thabata Pasquini Soelra	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.docx	29/01/2020 11:05:15	Thabata Pasquini Soelra	Aceito
Cronograma	Cronograma.docx	29/01/2020 11:04:58	Thabata Pasquini Soelra	Aceito
Outros	Orcamento_UPC.pdf	02/12/2019 17:03:20	Thabata Pasquini Soelra	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	22/11/2019 09:46:03	Thabata Pasquini Soelra	Aceito
Orçamento	Analise_de_custos.docx	13/11/2019 14:06:30	Thabata Pasquini Soelra	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIBEIRAO PRETO, 13 de Maio de 2020

Assinado por:  
MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA  
(Coordenador(a))

Endereço: CAMPUS UNIVERSITÁRIO  
Bairro: MONTE ALEGRE CEP: 14.048-900  
UF: SP Município: RIBEIRAO PRETO  
Telefone: (16)3602-2228 Fax: (16)3633-1144 E-mail: cep@hosp.usp.br



# *Apêndices*

---

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

**Título do Projeto de Pesquisa:** Análise tridimensional da marcha em pacientes com mielopatia cervical submetidos a procedimento cirúrgico.

O responsável pelo atual estudo é o Dr. Fernando Herrero, CRM 112.537, que pode ser encontrado no Departamento Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – FMRP/USP. Seu contato pode ser obtido por telefone (016) 3602-2513. **Email:** fernando\_herrero@hotmail.com. **Celular:** (16) 98111-8855.

Um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é composto por um grupo de pessoas que são responsáveis por supervisionarem pesquisas em seres humanos que estão sendo feitas na instituição e tem a função de proteger e garantir os direitos, a segurança e o bem-estar de todos os participantes de pesquisa que se voluntariam a participar da mesma. O CEP do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto está localizado no Subsolo do Hospital e funciona das 8:00 às 17:00. O telefone de contato é o (16) 3602-2228.

Os pacientes com mielopatia cervical podem desenvolver fraqueza nas pernas ou nos braços, ter dores na região do pescoço. Muitas vezes, a mielopatia cervical pode ocasionar dificuldades para andar. Para verificar se esses pacientes estão melhorando em relação a qualidade da sua marcha após o processo cirúrgico, será realizada uma avaliação de marcha antes e depois da cirurgia, então convidamos você para participar deste estudo.

Se você concordar em participar, o que vamos fazer será o seguinte: um pesquisador vai avaliar a sua marcha antes do procedimento cirúrgico, depois de 1 mês, 3 meses, 6 meses e 1 ano do procedimento cirúrgico e isso servirá para saber se após a cirurgia a sua marcha melhora.

A sua participação no estudo se resumirá a avaliação de marcha, ou seja, andar sob uma plataforma onde filmaremos a sua marcha, se alguém ajudar a cuidar de você, as vezes vamos precisar conversar com essa pessoa para saber melhor como está a sua capacidade de fazer as coisas do dia-a-dia. O seu atendimento médico e de reabilitação

será o mesmo, então você não terá qualquer tipo de prejuízo. A princípio a realização desse estudo não oferece garantias para você, mas poderemos acompanhar mais de perto a evolução da sua marcha e programar melhor o seu tratamento.

A qualquer momento da pesquisa, você e seus acompanhantes poderão ter acesso aos seus dados e sobre os procedimentos em estudo e esclarecimento de dúvidas. Há total liberdade para retirada do seu consentimento durante qualquer momento da pesquisa. Sua privacidade e segurança são garantidas através da identificação por código dos participantes desse estudo. O seu prontuário será consultado para a obtenção de informações demográficas e clínicas e será garantido o anonimato dessas informações.

Caso haja alguma complicação à sua saúde em decorrência do projeto de estudo em questão, você poderá ser atendido pelos serviços do HCRP. Esse projeto de pesquisa não realiza o ressarcimento de despesas decorrente da participação na pesquisa, como transporte e alimentação, mas existe o direito à indenização conforme as leis vigentes do país.

Você receberá uma via do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado, carimbado e rubricado pelo pesquisador responsável pela pesquisa e por você.

Nome do participante: \_\_\_\_\_ assinatura: \_\_\_\_\_ data: \_\_\_\_\_

Nome do pesquisador: \_\_\_\_\_ assinatura: \_\_\_\_\_ data: \_\_\_\_\_