

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto

Ricardo André Acácio dos Santos

Importância da ressonância magnética dinâmica da coluna cervical no tratamento da mielopatia espondilótica cervical

Ribeirão Preto – SP

2021

RICARDO ANDRÉ ACÁCIO DOS SANTOS

Importância da ressonância magnética dinâmica da coluna cervical no tratamento da mielopatia espondilótica cervical

Versão Original

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação em Ciências da Saúde Aplicadas ao Aparelho Locomotor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto para obtenção do título de Mestre em Ciências.

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

Ribeirão Preto –SP

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.

Dos Santos, Ricardo André Acácio

Importância da ressonância magnética dinâmica da coluna cervical no tratamento da mielopatia espondilótica cervical. Ribeirão Preto, 2021.

44 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. Imagem por ressonância magnética. 2. Vértebras cervicais.
3. Espondilose. 4. Compressão da medula espinhal.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Ricardo André Acácio dos Santos

Título: Importância da ressonância magnética dinâmica da coluna cervical no tratamento da mielopatia espondilótica cervical

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação em Ciências da Saúde Aplicadas ao Aparelho Locomotor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

DEDICATÓRIA

Gostaria de agradecer o apoio incondicional de minha esposa Angela e minha filha Luisa durante todos os momentos de ausência enquanto realizava este projeto.

Meus pais Antonio e Maria por uma vida de dedicação e incentivos a que me tornasse um profissional comprometido. Meus professores e pacientes que foram fundamentais em minha trajetória médica, servindo de alicerces em minha formação profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço todos meus colegas do *Brazilian Spine Study Group* que me serviram de exemplo e inspiração a iniciar mais esta jornada em minha vida e me fizeram lembrar da importância que tem a manutenção do interesse científico e acadêmico na carreira de um médico, servindo de combustível para que o desejo de se tornar um profissional a cada dia mais interessado e comprometido nunca se apague.

E de maneira especial, agradeço meu orientador e amigo Dr. Carlos Fernando Pereira da Silva Herrero, que de forma tão altruísta e dedicada me conduziu a conclusão deste mestrado como um verdadeiro professor.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

À Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto e ao Programa de pós-graduação em ciências da saúde aplicadas ao aparelho locomotor por terem me recebido, ensinado e auxiliado durante todo o processo.

EPÍGRAFE

“O paciente é o centro do universo médico em torno do qual todos os nossos trabalhos giram e para o qual todos os nossos esforços se direcionam.”

John Benjamin Murphy

RESUMO

DOS SANTOS, Ricardo André Acácio. **Importância da ressonância magnética dinâmica da coluna cervical no tratamento da mielopatia espondilótica cervical**. 2021. 44 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2021.

A mielopatia espondilótica cervical (MEC) é uma condição crônica, não traumática, progressiva e a causa mais comum de problemas relacionados a disfunções na medula espinhal. Acredita-se que na maioria dos casos a MEC origina-se de uma degeneração discal, muitas vezes natural em decorrência da idade, que por sua vez leva a redução na altura discal e a alterações na distribuição de cargas na coluna cervical. O diagnóstico clínico de mielopatia cervical espondilótica busca identificar sinais de lesão medular, contudo tendo em vista a variedade de manifestações clínicas e os possíveis diagnósticos diferenciados que podem apresentar sinais físicos semelhantes ao de uma mielopatia, os exames de imagem vem cada vez mais ocupando um espaço de destaque no diagnóstico dos quadros de mielopatia espondilótica cervical. Dentre os exames de imagem, a ressonância magnética (RM) é com certeza o mais utilizado para a detecção da MEC, no entanto análises da história natural e dos quadros clínicos de pacientes com mielopatia espondilótica cervical vêm apontando que é possível que haja um comportamento dinâmico da compressão em determinados casos, ou seja, que a compressão pode se agravar quando em posição de extensão ou flexão na região cervical. Deste modo o objetivo do presente estudo foi verificar se os achados de compressão medular da ressonância magnética dinâmica apresentam correlação com o escore da escala mJOA. Os parâmetros morfométricos considerados foram diâmetro do canal vertebral (DCV) e largura da medula espinhal (LM) e o mJOA. Dois observadores avaliaram os parâmetros independentemente e as reprodutibilidades intra e interobservador foram avaliadas pelo coeficiente de correlação intraclass e a correlação entre o mJOA e o DCV ou LM foi analisada por meio do teste de spearman. 18 pacientes foram incluídos no estudo, com escore de mJOA entre 6 e 18 pontos, com média de 14 pontos. Quanto a reprodutibilidade das medidas intra e inter-observador houve reprodutibilidade excelente e perfeita entre as medidas. posicionamento do paciente. Não houve correlação entre os desfechos analisados e o escore de mJOA. Apesar de claras

alterações terem sido observadas entre o tamanho do canal e ou tamanho da medula em relação ao posicionamento do paciente, não houve correlação entre os valores destas variáveis e o escore de mJOA dos pacientes.

Palavras-Chave: Imagem por ressonância magnética. Vértebras cervicais. Espondilose. Compressão da medula espinhal.

ABSTRACT

DOS SANTOS, Ricardo André Acácio. **Importance of dynamic magnetic resonance of the cervical spine on the treatment of cervical spondylotic myelopathy.** 2021. 44 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2021.

Cervical spondylotic myelopathy (CSM) is a chronic, non-traumatic, progressive condition and the most common cause of problems related to spinal cord disorders. It is believed that in most cases, ECM originates from disc degeneration, often natural due to age, which in turn leads to a reduction in disc height and changes in the distribution of loads in the cervical spine. The clinical diagnosis of spondylotic cervical myelopathy seeks to identify signs of spinal cord injury, however, given the variety of clinical manifestations and the possible differential diagnoses that may present physical signs similar to that of myelopathy, imaging tests are increasingly occupying space prominent in the diagnosis of cervical spondylotic myelopathy. Among imaging tests, magnetic resonance imaging (MRI) is certainly the most used for the detection of ECM, however, analyzes of the natural history and clinical pictures of patients with cervical spondylotic myelopathy have shown that there may be a dynamic behavior of compression in certain cases, that is, that compression can worsen when in an extension or flexion position in the cervical region. Thus, the present study aimed to verify whether the spinal cord compression findings from dynamic magnetic resonance are correlated with the mJOA scale score. The morphometric parameters considered were spinal canal diameter (SCD) and spinal cord width (SCW) and mJOA. Two observers independently assessed the parameters and intra- and inter-observer reproducibility was assessed by the intraclass correlation coefficient and the correlation between mJOA and DCV or LM was analyzed using the Spearman test. 18 patients were included in the study, with an mJOA score between 6 and 18 points, with a mean of 14 points. As for the reproducibility of intra- and inter-observer measurements, there was excellent and perfect reproducibility between measurements. patient positioning. There was no correlation between the analyzed outcomes and the mJOA score. Although clear changes were observed between the size of the canal and/or the size of the spinal cord concerning the positioning of the patient, there was no correlation between the values of these variables and the

patients' mJOA score.

Keywords: Magnetic Resonance. Cervical Vertebrae. Spondylolysis. Cervical Medullar Compression.

LISTA DE ABREVIações

DCV – Diámetro do canal medular

IC – Intervalo de Confiança

ICC – Coeficiente de Correlação Interclasse

LM – Largura da Medula

MEC – Mielopatia Espondilótica Cervical

RM – Ressonância Magnética

TC – Tomográfica Computadorizada

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela com os valores obtidos para as variáveis analisadas no estudo. DCV: Diâmetro do Canal Medular; LM: Largura Medular.....	31
Tabela 2 – Tabela com valores de correlação intra-observador. DCV: Diâmetro do Canal Medular; LM: Largura Medular.....	31
Tabela 3 – Tabela com valores de correlação inter-observador. DCV: Diâmetro do Canal Medular; LM: Largura Medular.....	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Posicionamento do paciente para os exames dinâmicos.....	27
Figura 2 – Imagem das medidas realizadas. DCV: Diâmetro do Canal Medular; LM = Largura Medular.....	28

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Gráfico demonstrando a correlação entre os valores de mJOA e a medida do diâmetro do canal medular nas três posições (Flexão, Neutra, Extensão).....	32
Gráfico 2 – Gráfico demonstrando a correlação entre os valores de mJOA e a medida do diâmetro da largura da medula nas três posições (Flexão, Neutra, Extensão).....	33

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	17
1.1 Mielopatia espondilótica cervical.....	18
1.2 Diagnóstico da Mielopatia espondilótica cervical.....	19
1.3 Ressonância magnética dinâmica e mielopatia espondilótica cervical.....	21
OBJETIVOS.....	22
MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
RESULTADOS.....	29
4.1 Descrição da Amostra.....	30
4.2 Teste de Reprodutibilidade Intra e Interobservador.....	30
4.3 Correlação entre mJOA e Diâmetro do Canal Medular....	31
4.4 Correlação ente mJOA e Largura da Medula.....	32
DISCUSSÃO.....	33
CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS.....	38
ANEXOS.....	43

1. **INTRODUÇÃO**

1.1 Mielopatia espondilótica cervical

A mielopatia espondilótica cervical (MEC) é uma condição crônica, não traumática, progressiva e a causa mais comum de problemas relacionados a disfunções na medula espinhal (TRACY; BARTLESON, 2010; TU *et al.*, 2021). Apesar da pouca qualidade das evidências, uma revisão da literatura sobre a epidemiologia da MEC, estimou que esta pode ser a causa de 50% dos problemas cervicais não-traumáticos nos Estados Unidos da América e Japão e cerca de 22% dos casos na Austrália (GIBSON *et al.*, 2018; NOURI *et al.*, 2015).

Acredita-se que na maioria dos casos a MEC origina-se de uma degeneração discal, muitas vezes natural em decorrência da idade, que por sua vez leva a redução na altura discal e a alterações na distribuição de cargas na coluna cervical (LANNON; KACHUR, 2021). Essas alterações por sua vez, levam a um aumento na carga sobre as facetas e articulações uncovertebrais, que começam a falhar, levando a uma cascata de degeneração característica das espondilolises cervicais, que culmina em abaulamentos discais, osteofitose exacerbada e na hipertrofia/calcificação ligamentar (BADHIWALA *et al.*, 2020; TU *et al.*, 2021). Alterações estas que em grande parte dos casos irão causar uma redução na área do canal medular, podendo em alguns casos iniciar um processo de inflamação neural, seja por isquemia ou por lesão a barreira hemato-medular, que por fim causará a apoptose das células neurais e da glia, levando a quadros mais severos onde há presença de mielopatias.

Quanto a evolução gradativa da patologia não há uma resposta clara sobre os possíveis desfechos. No entanto a literatura aponta que apesar de alguns pacientes poderem apresentar longos períodos marcados por ausência (ou presença assintomática) de déficits neurológicos, um quantidade grande de pacientes apresentam uma redução progressiva da função neuronal (BADHIWALA; WILSON, 2018).

Por esta grande variabilidade nos quadros de progressão da doença e pela ampla gama de sintomas que lesões medulares altas podem causar, a apresentação clínica dos pacientes também é extremamente variável. Os sintomas

clínicos mais comumente apresentados pelos pacientes são, dor cervical, fraqueza nos membros superiores, perda de destreza, fraqueza nas pernas, perda de equilíbrio, incontinência ou urgência para urinar e/ou defecar (BADHIWALA; WILSON, 2018; LANNON; KACHUR, 2021)

1.2 Diagnóstico da mielopatia espondilótica cervical

1.2.1 Diagnóstico Clínico

O diagnóstico clínico de mielopatia cervical espondilótica busca identificar sinais de lesão medular, seja por sinais físicos na anamnese ou pela utilização de escalas especialmente desenvolvidas para quantificar e estimar o grau de lesão medular (BADHIWALA; WILSON, 2018; HARROP *et al.*, 2010).

Os sinais físicos mais característicos encontrados em pacientes com MEC são hiperreflexia, com o biceps sendo o mais sensível e o brachiradial o mais específico, sinal de Hoffman, sinal de Babinski e clonus (GIBSON *et al.*, 2018). Apesar de métodos de diagnósticos sub-ótimos, por poderem indicar uma extensa variedade de distúrbios e serem muitas vezes avaliador-dependente, estes sinais tendem a parecer significativamente mais vezes em pacientes com mielopatia do que em controles saudáveis (GIBSON *et al.*, 2018; RHEE *et al.*, 2009).

Dentre as escalas mais utilizadas para quantificar e/ou avaliar o grau de lesão na região medular e realizar avaliação da evolução do paciente está o *modified japanese orthopedic association* (mJOA) e a escala de Nurick (LANNON; KACHUR, 2021). O mJOA é hoje em dia a ferramenta mais utilizada para avaliar o status neurológico de pacientes com suspeita de MEC, sendo dividida em 4 sessões, disfunção motora de membros superiores, disfunção motora de membros inferiores, disfunções sensoriais de membros superiores e disfunções esfintéricas (KATO *et al.*, 2015; PRATALI *et al.*, 2017). No entanto por se basear muito em achados físicos e por ter um gradiente de escore intra-sessão muito amplo (Ex: Sessão disfunção motora em membros inferiores pode variar de 0-7), a escala apresenta pouca sensibilidade e reprodutibilidade moderada (BADHIWALA *et al.*, 2020)

1.2.2 Diagnóstico por imagem e neurofisiológicos

Tendo em vista a variedade de manifestações clínicas e os possíveis diagnósticos diferenciais que podem apresentar sinais físicos semelhantes ao de uma mielopatia (LANNON; KACHUR, 2021), os exames de imagem vem cada vez mais ocupando um espaço de destaque no diagnóstico dos quadros de mielopatia espondilótica cervical (BADHIWALA *et al.*, 2020; HARROP *et al.*, 2010).

Dentre os exames de imagem, a ressonância magnética (RM) é com certeza o mais utilizado para a detecção da MEC, pois a mesma é capaz de indentificar com muita precisão diversos marcos característicos da mielopatia espondilótica, como degeneração discal, estenose de canal ou radicular, processos inflamatórios e de remodelação óssea e alterações ligamentares (NOURI *et al.*, 2016). Ademais, a RM é capaz de indentificar sinais de sofrimento medular (mielopatia), sendo que alterações da intensidade de sinais entre janelamento T1 e T2 e a presença de sinais em múltiplos níveis sendo indicativos de mal-prognóstico para recuperação (BADHIWALA *et al.*, 2020; NOURI *et al.*, 2016).

Outros exames também podem ser utilizados para auxiliar no diagnóstico por imagem da MEC, entre eles estão as tomografias computadorizadas (TC), indicadas para avaliar a presença e extensão de ossificações dos ligamentos posteriores, a TC mielográfica que permite a identificação de níveis de estenose em pacientes com contra indicação para a receberem exame de RM (FUJIWARA *et al.*, 2017; HOUSER *et al.*, 1994). E radiografias em perfil e dinâmicas, que tem grande utilidade para verificar o alinhamento cervical além de permitirem a quantificação da instabilidade segmentar no nível afetado (BADHIWALA *et al.*, 2020).

Por fim podemos mencionar os exames neurofisiológicos que possuem grande capacidade de detectar sinais de lesão medular e diferenciar os sinais de lesões característicos da MEC de outros sinais que podem estar associados a diagnósticos diferenciais (DVORAK; SUTTER; HERDMANN, 2003). Dentre essas exames se destacam a eletroneuromiografia e os estudos de pontical evocado, sejam motores (MEPs) ou somatosinsitivos (SSEPs) (BEDNAŘÍK *et al.*, 1998;

NARDONE *et al.*, 2016).

1.3 Ressonância magnética dinâmica e mielopatia espondilótica cervical

Análises da história natural e dos quadros clínicos de pacientes com mielopatia espondilótica cervical vêm apontando que é possível que haja um comportamento dinâmico da compressão em determinados casos, ou seja, que a compressão pode se agravar quando em posição de extensão ou flexão na região cervical (JOAQUIM *et al.*, 2019; NOURI *et al.*, 2015). Diversos estudos apontam que os ligamentos e o a medula podem alongar ou comprimir seu tamanho a depender do posicionamento da cervical (BREIG; TURNBULL; HASSLER, 1966; PRATALI *et al.*, 2019). Ademais, estudos recentes vêm demonstrando que o tamanho do canal cervical em níveis com MEC é diferente a depender da posição do paciente (flexão, neutra ou extensão) (LEE; KIM; KIM, 2018; PRATALI *et al.*, 2019). Por fim diversos autores também vêm identificando casos onde a ressonância padrão (em posição neutra) não foi capaz de detectar a presença de compressões que foram visualizadas após exames de ressonância dinâmica (FUJIWARA *et al.*, 2017; HAYASHI *et al.*, 2014).

Deste modo o objetivo do presente estudo foi verificar se os achados de compressão medular da ressonância magnética dinâmica apresentam correlação com o escore da escala mJOA.

2. OBJETIVOS

O objetivo do estudo foi verificar se há correlação entre os parâmetros morfométricos da medula e do canal vertebral cervical na ressonância magnética dinâmica com os escores obtidos na escala de mJOA em pacientes com mielopatia espondilótica cervical

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Tipo de Estudo e Aprovação Ética

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto (CAAE: 45414615.9.0000.5440) (**ANEXO A**). Estudo transversal, cujos dados foram obtidos de uma amostra de pacientes que realizaram o exame de ressonância magnética no Hospital das clínicas de Ribeirão Preto como para diagnóstico de mielopatia cervical espondilótica em 2015, todos pacientes encontravam sinais clínicos e radiológicos de doença mielopatia cervical de causa degenerativa e com indicação para cirurgia.

3.2 Critérios de inclusão e exclusão

Os seguintes critérios de inclusão foram utilizados, paciente maior de 18 anos, diagnóstico de mielopatia cervical espondilótica, ter realizado exame de ressonância magnética dinâmica

Os critérios de exclusão foram questionário mJOA indisponível, cirurgia cervical prévia, presença de outras condições neurológicas.

3.3 Protocolo do Exame de RM Dinâmica

Todos os exames de RM foram realizados no mesmo aparelho (1.5 Tesla, Achieva, Philips, Eindhoven, Netherlands), sendo utilizada a bobina Spine de quinze canais (Philips, Eindhoven, Netherlands), ao invés da bobina neurovascular, para permitir maior amplitude de movimento do segmento cervical da coluna vertebral durante a aquisição de imagens nas posições em flexão e extensão. Os exames foram supervisionados por um médico pesquisador colaborador do estudo. Os pacientes foram orientados a se manifestar sobre eventual ocorrência de desconforto, como dor cervical ou braquialgia, ou piora dos sintomas neurológicos durante a aquisição das imagens e foram constantemente questionados sobre tal ocorrência. O intuito dessa avaliação constante foi aumentar a segurança durante a realização do protocolo utilizado e evitar possíveis complicações neurológicas.

O grau de flexão e extensão máxima que o paciente poderia passivamente tolerar, sem piora dos sintomas, através da colocação progressiva de coxins de lençóis sob sua cabeça e ombros respectivamente. Primeiramente o paciente foi posicionado em flexão (com a colocação dos coxins com a mesma altura testada antes do exame sob a cabeça do paciente) posteriormente em extensão (com a colocação dos coxins com a mesma altura testada previamente sob seus ombros) (Figura 1). A posição cervical em flexão e extensão para o presente protocolo foi testada e aplicada baseada na capacidade individual de cada paciente e não em um valor constante. Foram obtidas imagens nas ponderações T1 e T2 nos cortes sagitais e na ponderação T2 nos cortes axiais das imagens adquiridas com a posição cervical neutra. Nas imagens em posição cervical em flexão e extensão foram obtidas apenas cortes sagitais e na ponderação T2. Foi optado por limitar a aquisição de imagens nas posições cervical em flexão e extensão com o objetivo de reduzir o tempo que o paciente deveria permanecer exposto a essas posições cervicais e, assim, reduzir o risco de complicações neurológicas.

Figura 1- Posicionamento do paciente para os exames dinâmicos



3.4 Análise das Imagens

As imagens foram analisadas usando OsiriX MD v.7.0 64 bit software (Primeo SARL, Geneva, Switzerland), com aumento de 300%, por dois observadores independentes, os mesmos que aplicaram a escala de mJoa. em todos pacientes participantes do estudo. Sendo medidos o diâmetro do canal medular e a largura da corda medular ao nível afetado pela mielopatia. Após 30 dias, um dos observadores repetiram as mesmas medidas prévias em RNM. O

diametro do canal medular, foi estabelecido a distancia entre o ponto médio do disco intervertebral em sua parede posterior anteriormente e a margem anterior do ligamento amarelo posteriormente ao nível de cada espaço discal (Figura 2). A largura da corda medular (LM) é definida como a medida entre a parede anterior e posterior da corda ao nível medido no diâmetro do canal medular (Figura 2).

Figura 2- Imagem das medidas realizadas. DCV: Diâmetro do Canal Medular; LM = Largura Medular

3.5 Análise de Severidade Clínica

Os pacientes foram avaliados por um dos colaboradores do estudo quanto à gravidade do acometimento neurológico, pelo escore funcional mJOA traduzido para o português e adaptado culturalmente para a população brasileira (PRATALI *et al.*, 2017).

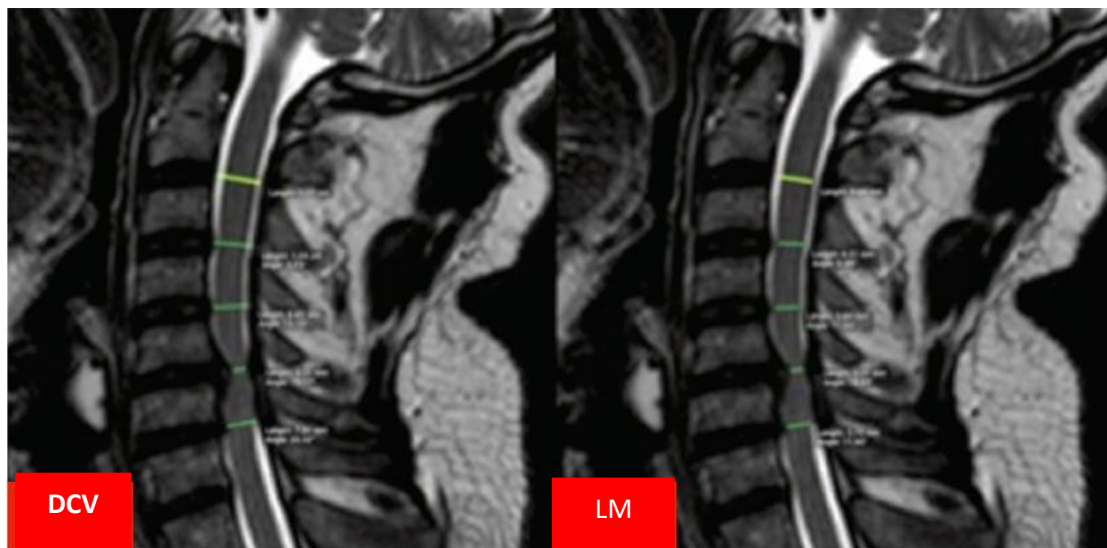


Figura 3 Imagem das medidas realizadas. DCV: Diâmetro do Canal Medular; LM = Largura Medular

3.6 Análise Estatística

A análise estatística foi feita com STATA13 (Stata-Corp, 2013, Stata Statistical Software: Release 13. College Station, TX: StataCorp LP). A confiabilidade intra e inter-observadores dos parâmetros morfométricos da RNM foram quantificados usando o coeficiente de correlação inter-classes (ICC), com

intervalo de confiança de 95%. ICC com valores de 0.00 a 0.20 foram considerados de concordância fraca, 0.21 a 0.40 leve, 0.41 a 0.60 moderada, 0.61 a 0.80 forte e 0.81 a 1.00 perfeito. Análise de correlação estatística foi avaliada entre a severidade da MEC, representada pelo escore mJOA e as medidas dinâmicas usando o Teste de Spearman das correlações. Valores de $P \leq 0.05$ foram considerados estatisticamente significantes.

4. Resultados

4.1 Descrição da Amostra

18 pacientes foram incluídos no estudo, sendo 14 homens e 4 mulheres, com idade média de 58.4 anos (37-76). Quanto a escala de mJOA foi vista uma variação entre 6 e 18 pontos, com média de 14 pontos. Tabela 1.

Tabela 1- Dados do tamanho do canal vertebral (DCV) e da Largura Medular (LM) nas diferentes posições de ressonância magnética

PACIENTE	mJOA	DCV Neutro	DCV Extensão	DCV Flexão	Delta DCV	LM Neutro	LM Extensão	LM Flexão	Delta LM	Nível de Compressão
1	15,00	4,61	3,42	6,12	2,70	1,25	1,96	1,88	0,0	C3-C4
2	14,00	10,30	8,72	11,30	2,60	6,50	5,20	5,85	0,6	C5-C6
3	16,00	9,10	8,66	9,20	0,60	4,97	5,62	5,54	0,0	C6-C7
4	13,00	4,97	5,72	7,27	1,60	2,83	3,03	2,83	-0,2	C3-C4
5	9,00	4,66	4,36	8,60	4,30	2,96	4,35	5,16	0,8	C4-C5
6	18,00	4,08	4,06	8,20	4,20	2,07	2,91	2,65	-0,3	C5-C6
7	16,00	6,44	8,20	8,45	0,20	3,69	5,11	5,03	-0,1	C5-C6
8	7,00	4,96	5,72	6,74	1,00	3,87	4,02	2,92	-1,1	C3-C4
9	18,00	8,80	10,40	10,50	0,10	5,45	5,50	5,10	-0,4	C6-C7
10	16,00	4,35	4,50	4,63	0,10	1,63	2,63	3,17	0,6	C5-C6
11	14,00	3,77	4,02	6,60	2,60	1,60	2,44	3,30	0,9	C4-C5
12	15,00	5,98	5,94	3,88	2,00	4,12	2,95	2,64	-0,3	C3-C4
13	15,00	7,04	4,25	6,41	2,20	3,97	3,18	3,63	0,4	C3-C4
14	15,00	6,52	3,86	6,61	2,80	3,25	2,55	3,48	1,0	C4-C5
15	6,00	5,12	5,82	7,97	2,20	2,83	5,82	5,07	-0,7	C4-C5
16	15,00	5,75	7,09	8,50	1,40	4,47	4,96	3,89	-1,0	C3-C4
17	17,00	8,15	8,42	11,20	2,80	3,76	4,15	6,25	2,1	C5-C6
18	15,00	6,98	7,98	10,10	2,10	3,78	3,22	5,00	1,8	C3-C4
Média	14,11	6,20	6,17	7,90	1,97	3,50	3,87	4,08	0,14	
Desvio Padrão	3,41	1,89	2,12	2,09	1,25	1,38	1,25	1,30	0,81	NA

4.2 Teste de Reprodutibilidade intra e interobservador

Quanto a reprodutibilidade das medidas intra-observador, foi visto que houve reprodutibilidade de excelente a perfeita, tanto para o diâmetro do canal, quanto para a largura da medula (Tabela 2).

Tabela 2- Reprodutibilidade intraobservador

Níveis	Flexão (IC 95%)	Neutro (IC 95%)	Extensão (IC 95%)
Diâmetro do Canal Medular (DCV)			
C2-C3	0.96 (0.91-0.98)	0.98 (0.97-0.99)	0.99 (0.97-0.99)
C3-C4	0.98 (0.95-0.99)	0.99 (0.98-0.99)	0.98 (0.97-0.99)
C4-C5	0.94 (0.86-0.98)	0.96 (0.91-0.98)	0.99 (0.99-0.99)
C5-C6	0.98 (0.96-0.99)	0.98 (0.94-0.99)	0.93 (0.83-0.97)
Largura da Medula (LM)			
C2-C3	0.84 (0.59-0.94)	0.96 (0.91-0.98)	0.94 (0.86-0.98)
C3-C4	0.92 (0.80-0.97)	0.95 (0.88-0.98)	0.94 (0.84-0.97)
C4-C5	0.84 (0.57-0.94)	0.91 (0.77-0.96)	0.95 (0.89-0.98)
C5-C6	0.95 (0.87-0.98)	0.95 (0.87-0.98)	0.90 (0.75-0.96)

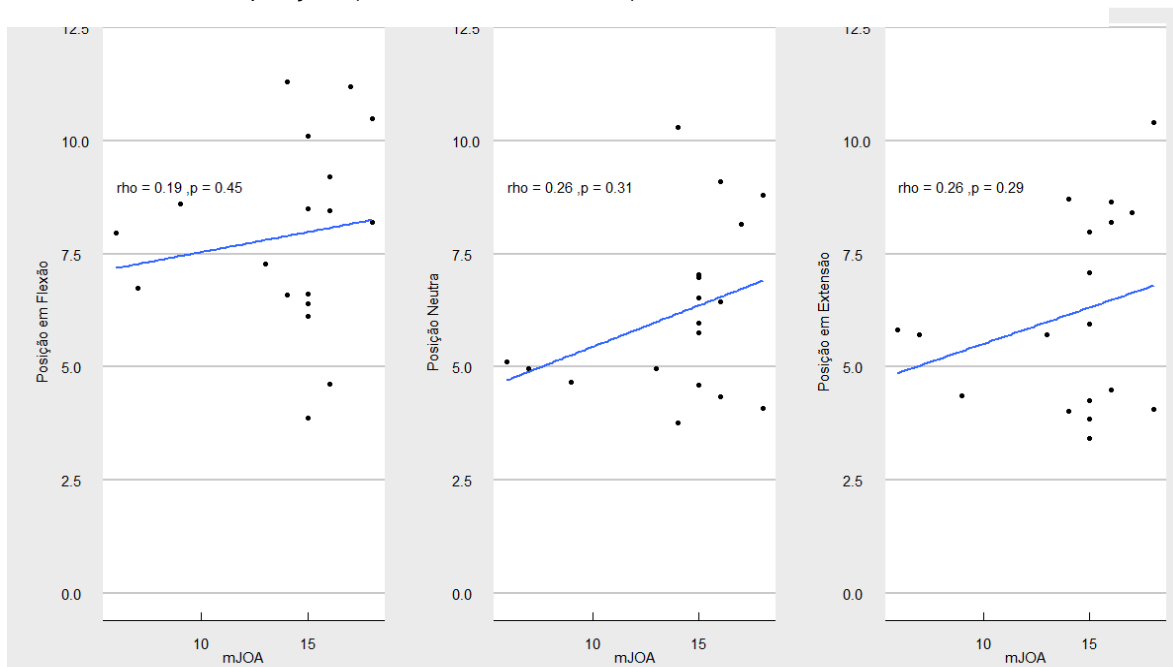
De maneira similar a reprodutibilidade inter-observador ficou entre excelente e perfeita em todos o níveis e posicionamentos de ambas variáveis (Tabela 3).

Tabela 3- Reprodutibilidade Inter-observador

	Flexão (IC 95%)	Neutro (IC 95%)	Extensão (IC 95%)
Diâmetro do Canal Medular (DCV)			
C2-C3	0.94 (0.86-0.98)	0.95 (0.87-0.98)	0.97 (0.92-0.98)
C3-C4	0.89 (0.73-0.96)	0.98 (0.95-0.99)	0.95 (0.88-0.98)
C4-C5	0.87 (0.66-0.95)	0.94 (0.86-0.98)	0.89 (0.70-0.95)
C5-C6	0.93 (0.83-0.97)	0.93 (0.81-0.97)	0.92 (0.78-0.98)
C6-C7	0.90 (0.75-0.96)	0.83 (0.56-0.93)	0.91 (0.78-0.96)
Largura da Medula (LM)			
	0.84 (0.59-0.94)	0.96 (0.91-0.98)	0.94 (0.86-0.98)
C3-C4	0.92 (0.80-0.97)	0.95 (0.88-0.98)	0.94 (0.84-0.97)
C4-C5	0.84 (0.57-0.94)	0.91 (0.77-0.96)	0.95 (0.89-0.98)
C5-C6	0.95 (0.87-0.98)	0.95 (0.87-0.98)	0.90 (0.75-0.96)
C6-C7	0.73 (0.29-0.90)	0.82 (0.54-0.93)	0.82 (0.52-0.93)

4.3 Correlação entre mJOA e Diâmetro do Canal Medular

Gráfico 1- Gráfico demonstrando a correlação entre os valores de mJOA e a medida do diâmetro do canal medular nas três posições (Flexão, Neutra, Extensão)

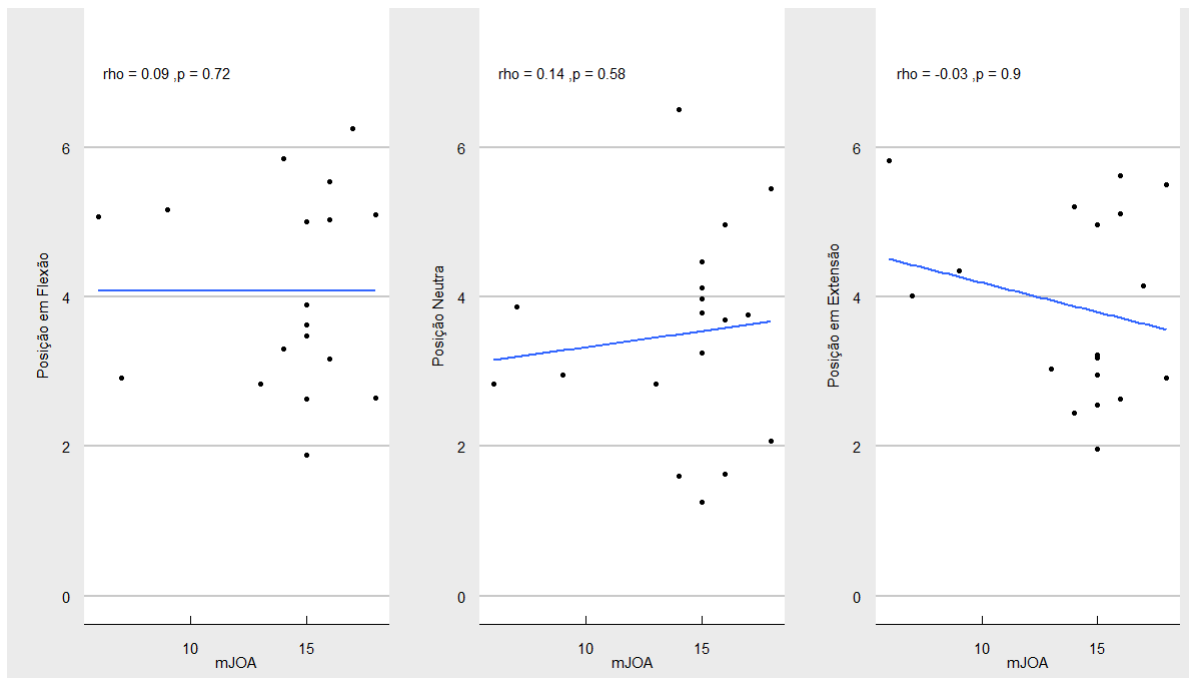


Não houve significado estatístico quando comparado a DCV nas diferentes posições. Não houve correlação entre DCV e mJOA em neutro ($r=0.25$, $p=0.31$), flexão ($r=0.191$, $p=0.45$) e extensão ($r=0.26$, $p=0.29$).

4.4 Correlação entre mJOA e Largura da Medula

Também não houve significância estatística comparado LM e mJOA em neutro ($r=0.14$, $p=0.58$), extensão ($r=-0.03$, $p=0.90$) or flexão ($r=0.09$; $p=0.73$)

Gráfico 2- Gráfico demonstrando a correlação entre os valores de mJOA e a medida de largura da medula nas três posições (Flexão, Neutra, Extensão)



5. DISCUSSÃO

Mielopatia espondilótica cervical (MEC) é o termo usado para descrever a patologia cervical compressiva, decorrente de patogênese espondilótica e que tenha repercussão neurológica clinicamente (BOOGAARTS; BARTELS, 2015).

Sua incidência e prevalência ainda é objeto de discussão, mas sabe-se que com envelhecimento da população o número de casos vem aumentando gradualmente, e dados da literatura mostram variação 1.6 a 4.0 casos que necessitaram intervenção para cada 100,000 habitantes (BOOGAARTS; BARTELS, 2015; WU *et al.*, 2013).

A patofisiologia é multifatorial, mas sabe-se que os componentes estáticos e dinâmicos atuam em conjunto na sua gênese. Sendo o componente estático causa de compressão direta estrutural e o dinâmico, devido a deterioração da estabilidade anatômica no segmento, gerador de compressão cíclica progressiva. O insulto repetitivo provocado, leva a alterações isquêmicas irreversíveis com perda neuronal e desmielinização, culminando em mielopatia sintomática clínica (BADHIWALA *et al.*, 2020; BENZEL; GHOGAWALA, 2013).

Muito se tem pesquisado com objetivo de se estabelecer protocolos de imagem e de avaliação clínica no intuito de se diagnosticar precocemente a MCE. Por exemplo escalas de avaliação clínica como a mJOA são sensíveis para quadros moderados e graves, no entanto, pouco fidedigna nos casos leves (HOSONO *et al.*, 2010; TETREULT *et al.*, 2014). No quesito exame de imagem, inúmeros estudos demonstraram que a RNM dinâmica é capaz de identificar casos ocultos de compressão que passam despercebidos na ressonância magnética padrão é incapaz de determinar a fonte da compressão nos pacientes com mielopatia sintomática (JOAQUIM *et al.*, 2019; LORD *et al.*, 2014).

O presente estudo teve por objetivo estabelecer se havia a correlação entre os escores encontrados pela escala de mJOA e as alterações morfométricas encontradas durante exame de RM dinâmica em pacientes diagnosticados com MEC. Nossos dados corroboram achados de outros estudos que demonstraram haver alterações no tamanho relativo do canal medular em diferentes posicionamentos da região cervical (PRATALI *et al.*, 2019; ZHANG *et al.*, 2011), o

que poderia indicar que em pacientes que apresentassem redução do canal em posicionamento de extensão ou flexão poderia haver um acréscimo do escore mJOA em relação a pacientes que mantivessem o tamanho do canal estável.

No entanto, nossos resultados demonstraram que não houve correlação entre os valores do diâmetro do canal medular ou da largura da medula e o escore do mJOA. Como não encontramos na literatura nenhum trabalho que fizesse a mesma correlação, não temos dados de comparação.

As limitações do nosso estudo talvez estejam no número pequeno de pacientes avaliados, na homogeneidade dos pacientes com estágio clínico pouco sintomático e na dificuldade de identificar especificamente a causa anatômica geradora da compressão medular. Talvez modalidades de ressonância fusional ou até mesmo de maior capacidade em 3.0T pudessem trazer detalhes morfológicos que nos auxiliassem a determinar grau de acometimento estrutural ou até mesmo alterações vasculares presentes e assim categorizar os pacientes conforme gravidade (JOAQUIM *et al.*, 2019; RINDLER *et al.*, 2017).

Esperamos que novos estudos com a correlação aqui estabelecida, possam ser conduzidos, com o maior número de pacientes possíveis distribuídos em grupos de gravidade diferentes e talvez poderemos ter resultados diferentes dos obtidos por nós. Tendo assim talvez uma nova ferramenta na análise do paciente com mielopatia cervical, que nos ajudasse a estabelecer critérios prognósticos e indicação cirúrgica assertiva.

6. CONCLUSÃO

Os protocolos de ressonância dinâmica permitem realização imagens com qualidade que permitem a realização de medidas reprodutíveis independente do posicionamento do paciente.

Apesar de claras alterações terem sido observadas entre o tamanho do canal e ou tamanho da medula em relação ao posicionamento do paciente, não houve correlação entre os valores destas variáveis e o escore de mJOA dos pacientes.

REFERÊNCIAS¹

- BADHIWALA, J. H. *et al.* Degenerative cervical myelopathy — update and future directions. **Nature Reviews Neurology**, London, v. 16, n. 2, p. 108-124, 2020. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41582-019-0303-0>. Acesso em: 17 out. 2021.
- BADHIWALA, J. H.; WILSON, J. R. The natural history of degenerative cervical myelopathy. **Neurosurgery Clinics of North America**, Philadelphia, v. 29, n. 1, p. 21-32, 2018.
- BEDNAŘÍK, J. *et al.* The value of somatosensory and motor evoked potentials in pre-clinical spondylotic cervical cord compression. **European Spine Journal**, Heidelberg, v. 7, n. 6, p. 493-500, 1998. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3611297/>. Acesso em: 17 out. 2021.
- BENZEL, E. C.; GHOGAWALA, Z. Introduction: cervical spondylotic myelopathy. **Neurosurgical focus**. **Neurosurgical Focus**, Charlottesville, v. 35, n. 1, 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23815255/>. Acesso em: 21 jun. 2021.
- BOOGAARTS, H. D.; BARTELS, R. H. M. A. Prevalence of cervical spondylotic myelopathy. **European Spine Journal**, Heidelberg, v. 24, p. 139-41, 2015. Suppl. 2. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00586-013-2781-x>. Acesso em: 22 jun. 2021.
- BREIG, A.; TURNBULL, I.; HASSLER, O. Effects of mechanical stresses on the spinal cord in cervical spondylosis: a study on fresh cadaver material. **Journal of Neurosurgery**, Charlottesville, v. 25, n. 1, p. 45–56, 1966. Disponível em: <https://thejns.org/view/journals/j-neurosurg/25/1/article-p45.xml>. Acesso em: 17 out. 2021.
- DVORAK, J.; SUTTER, M.; HERDMANN, J. Cervical myelopathy: clinical and neurophysiological evaluation. **European Spine Journal**, Heidelberg, v. 12, p. S181, 2003. Suppl. 2. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3591830/>. Acesso em: 17 out. 2021.
- FUJIWARA, Y. *et al.* Extraordinary positional cervical spinal cord compression in extension position as a rare cause of postoperative progressive myelopathy after cervical posterior laminoplasty detected using the extension/flexion positional CT myelography: one case after laminectomy following failure of a single-door laminoplasty/one case after double-door laminoplasty without interlaminar spacers. **European Spine Journal**, Heidelberg, v. 26, n. 1, p. 170–177, 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00586-017-5001-2>. Acesso em: 17 out. 2021.
- GIBSON, J. *et al.* Focus: sensory biology and pain: degenerative cervical myelopathy: a clinical review. **The Yale Journal of Biology and Medicine**, New Haven, v. 91, n.

¹ De acordo com as normas da ABNT.

1, p. 43, 1 mar. 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5872640/>. Acesso em: 17 out. 2021.

HARROP, J. S. *et al.* Cervical myelopathy: a clinical and radiographic evaluation and correlation to cervical spondylotic myelopathy. **Spine**, Hagerstown, v. 35, n. 6, p. 620–624, 15 mar. 2010. Disponível em: https://journals.lww.com/spinejournal/Fulltext/2010/03150/Cervical_Myelopathy__A_Clinical_and_Radiographic.5.aspx. Acesso em: 17 out. 2021.

HAYASHI, T. *et al.* Risk factors for missed dynamic canal stenosis in the cervical spine. **Spine**, Hagerstown, v. 39, n. 10, p. 812–819, 2014. Disponível em: https://journals.lww.com/spinejournal/Fulltext/2014/05010/Risk_Factors_for_Missed_Dynamic_Canal_Stenosis_in.9.aspx. Acesso em: 17 out. 2021.

HOSONO, N. *et al.* Myelopathy hand: new evidence of the classical sign. **Spine**, Hagerstown, v. 35, n. 8, p. E273-E277, 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20354474/>. Acesso em: 22 jun. 2021.

HOUSER, O. W. *et al.* Cervical spondylotic stenosis and myelopathy: evaluation with computed tomographic myelography. **Mayo Clinic Proceedings**, Oxford, v. 69, n. 6, p. 557-563, 1994. Disponível em: <http://www.mayoclinicproceedings.org/article/S0025619612622484/fulltext>. Acesso em: 17 out. 2021.

JOAQUIM, A. F. *et al.* Dynamic cord compression causing cervical myelopathy. **Neurospine**, Seoul, v. 16, n. 3, p. 448-453, 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6790743/>. Acesso em: 17 out. 2021.

KATO, S. *et al.* Comparison of the Japanese Orthopaedic Association (JOA) Score and Modified JOA (mJOA) score for the assessment of cervical myelopathy: a multicenter observational study. **PLoS One**, San Francisco, v. 10, n. 4, p. e0123022, 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4383381/>. Acesso em: 17 out. 2021.

LANNON, M.; KACHUR, E. Degenerative cervical myelopathy: clinical presentation, assessment, and natural history. **Journal of Clinical Medicine**, Basel, v. 10, n. 16, p. 3626, 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8396963/>. Acesso em: 17 out. 2021.

LEE, Y.; KIM, S. Y.; KIM, K. A dynamic magnetic resonance imaging study of changes in severity of cervical spinal stenosis in flexion and extension. **Annals of Rehabilitation Medicine**, Korea, v. 42, n. 4, p. 584-590, 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6129716/>. Acesso em: 17 out. 2021.

LORD, E. L. *et al.* Kinetic magnetic resonance imaging of the cervical spine: a review of the literature. **Global Spine Journal**, London, v. 4, n. 2, p. 121-127, 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25054099/>. Acesso em: 22 jun. 2021.

NARDONE, R. *et al.* The contribution of neurophysiology in the diagnosis and management of cervical spondylotic myelopathy: a review. **Spinal Cord**, Houndmills,

v. 54, n. 10, p. 756-766, 2016. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/sc201682>. Acesso em: 17 out. 2021.

NOURI, A. *et al.* Degenerative cervical myelopathy: epidemiology, genetics, and pathogenesis. **Spine**, Hagerstown, v. 40, n. 12, p. E675-E693, 2015. Disponível em: https://journals.lww.com/spinejournal/Fulltext/2015/06150/Degenerative_Cervical_Myelopathy__Epidemiology,.8.aspx. Acesso em: 17 out. 2021.

NOURI, A. *et al.* Magnetic resonance imaging assessment of degenerative cervical myelopathy: a review of structural changes and measurement techniques. **Neurosurgical Focus**, Charlottesville, v. 40, n. 6, p. E5, 1 jun. 2016. Disponível em: <https://thejns.org/focus/view/journals/neurosurg-focus/40/6/article-pE5.xml>. Acesso em: 17 out. 2021.

PRATALI, R. R. *et al.* A Brazilian portuguese cross-cultural adaptation of the modified joa scale for myelopathy. **Clinics**, São Paulo, v. 72, n. 2, p. 103-105, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28273233/>. Acesso em: 21 jun. 2021.

PRATALI, R. R. *et al.* A technique for dynamic cervical magnetic resonance imaging applied to cervical spondylotic myelopathy: a reliability study. **Spine**, Hagerstown, v. 44, n. 1, p. E26–E32, 2019.

RHEE, J. M. *et al.* Prevalence of physical signs in cervical myelopathy: A prospective, controlled study. **Spine**, Hagerstow, v. 34, n. 9, p. 890-895, 2009. Disponível em: https://journals.lww.com/spinejournal/Fulltext/2009/04200/Prevalence_of_Physical_Signs_in_Cervical.6.aspx. Acesso em: 17 out. 2021.

RINDLER, R. S. *et al.* Spinal diffusion tensor imaging in evaluation of preoperative and postoperative severity of cervical spondylotic myelopathy: systematic review of literature. **World Neurosurgery**, New York, v. 99, p. 150–158, 2017.

TETREAUULT, L. *et al.* A clinical prediction rule for functional outcomes in patients undergoing surgery for degenerative cervical Myelopathy Analysis of an international prospective Multicenter data Set of 757 Subjects. **Journal of Bone and Joint Surgery - American Volume**, Boston, v. 97, n. 24, p. 2038–2046, 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26677238/>. Acesso em: 22 jun. 2021.

TRACY, J. A.; BARTLESON, B. J. Cervical spondylotic myelopathy. **Neurologist**, Hagerstown, v. 16, n. 3, p. 176-187, 2010. Disponível em: https://journals.lww.com/theneurologist/Fulltext/2010/05000/Cervical_Spondylotic_Myelopathy.5.aspx. Acesso em: 17 out. 2021.

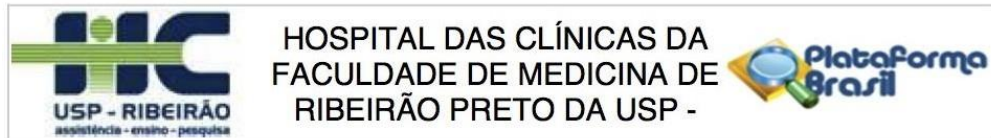
TU, J. *et al.* Degenerative cervical myelopathy: insights into its pathobiology and molecular mechanisms. **Journal of Clinical Medicine**, Basel, v. 10, n. 6, p. 1-28, 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8001572/>. Acesso em: 17 out. 2021.

WU, J.-C. *et al.* Epidemiology of cervical spondylotic myelopathy and its risk of causing spinal cord injury: a national cohort study. **Neurosurgical Focus**, Charlottesville, v. 35, n. 1, p. E10, 1 jul. 2013. Disponível em:

<<https://thejns.org/focus/view/journals/neurosurg-focus/35/1/article-pE10.xml>>.
Acesso em: 20 out. 2021.

ZHANG, L. *et al.* Preoperative evaluation of the cervical spondylotic myelopathy with flexion-extension magnetic resonance imaging: about a prospective study of fifty patients. **Spine**, Hagerstown, v. 36, n. 17, p. E1134-E1139, 2011. Disponível em: https://journals.lww.com/spinejournal/Fulltext/2011/08010/Preoperative_Evaluation_of_the_Cervical.17.aspx. Acesso em: 20 out. 2021.

Anexo A – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: IMPORTÂNCIA DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA DINÂMICA DA COLUNA CERVICAL NO TRATAMENTO DA MIELOPATIA ESPONDILÓTICA CERVICAL

Pesquisador: Carlos Fernando Pereira da Silva Herrero

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 45414615.9.0000.5440

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

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.153.692

Data da Relatoria: 08/07/2015

Apresentação do Projeto:

Fatores dinâmicos podem contribuir para a ocorrência da mielopatia espondilótica cervical. No entanto, não existem estudos demonstrando a utilidade da ressonância magnética dinâmica na indicação do tratamento cirúrgico da patologia. O objetivo do estudo é avaliar em pacientes provenientes do nosso serviço o papel da RM dinâmica na avaliação da mielopatia espondilótica cervical. Serão realizados exame de ressonância magnética dinâmica, em flexão e extensão, em 20 pacientes com sinais e sintomas de mielopatia cervical espondilótica. Os parâmetros a serem avaliados incluirão as medidas morfométricas da coluna cervical nas posições neutra, em flexão e em extensão. Assim como a indicação cirúrgica nas mesmas posições.

Objetivo da Pesquisa:

Estudar, em pacientes provenientes do nosso serviço o papel da RM dinâmica na avaliação da mielopatia espondilótica cervical. Avaliar as variações no diâmetro do canal vertebral e no sinal da medula espinhal na RM dinâmica da coluna vertebral cervical em indivíduos normais, em comparação com a RM na posição supina. Pretendemos ainda estudar se as imagens obtidas na RM dinâmica afetam a decisão sobre o plano terapêutico de cirurgiões especialistas em coluna, em casos de mielopatia cervical, comparado

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@hcrp.usp.br