



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM BIOTECNOLOGIA EM
SAÚDE HUMANA E ANIMAL
MESTRADO PROFISSIONAL EM BIOTECNOLOGIA EM SAÚDE
HUMANA E ANIMAL

LEONARDO RAPHAEL SANTOS RODRIGUES

ELETROMIOGRAFIA DE SUPERFÍCIE COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO
NEUROFUNCIONAL INOVADOR EM PACIENTES COM ESPASTICIDADE
SUBMETIDOS À RIZOTOMIA DORSAL SELETIVA

TERESINA-PIAUI

2020

LEONARDO RAPHAEL SANTOS RODRIGUES

ELETROMIOGRAFIA DE SUPERFÍCIE COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO
NEUROFUNCIONAL INOVADOR EM PACIENTES COM ESPASTICIDADE
SUBMETIDOS À RIZOTOMIA DORSAL SELETIVA

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal da Faculdade de Veterinária da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Biotecnologia. Área de concentração: Biotecnologia em Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Luiz Martins
Maia Filho

TERESINA-PIAUÍ

2020

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Estadual do Ceará
Sistema de Bibliotecas**

Rodrigues, Leonardo Raphael Santos.

Eletromiografia de superfície como instrumento de avaliação neurofuncional inovador em pacientes com espasticidade submetidos à rizotomia dorsal seletiva [recurso eletrônico] / Leonardo Raphael Santos Rodrigues. - 2020.

93 f. : il.

Dissertação (MESTRADO PROFISSIONAL) - Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Veterinária, Curso de Programa de Pós-graduação Em Biotecnologia Em Saúde Humana E Animal Nível Mestrado, Teresina, 2020.

Orientação: Prof. Dr. Antônio Luiz Martins Maia Filho.

1. Eletromiografia de Superfície. 2. Espasticidade. 3. Rizotomia Dorsal Seletiva. I. Título.

LEONARDO RAPHAEL SANTOS RODRIGUES

ELETROMIOGRAFIA DE SUPERFÍCIE COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO
NEUROFUNCIONAL INOVADOR EM PACIENTES COM ESPASTICIDADE
SUBMETIDOS À RIZOTOMIA DORSAL SELETIVA

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal da Faculdade de Veterinária da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biotecnologia. Área de concentração: Biotecnologia em Saúde.

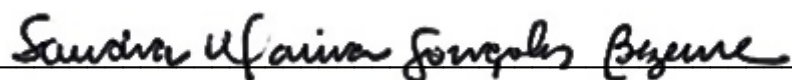
Aprovada em: 8 de outubro de 2020.

AVALIAÇÃO



Prof. Dr. Antônio Luiz Martins Maia Filho (Orientador)

Universidade Estadual do Piauí – UESPI



Profa. Dra. Sandra Marina Gonçalves Bezerra

Universidade Estadual do Piauí – UESPI



Profa. Dra. Fabiana Teixeira de Carvalho Portela

Universidade Estadual do Piauí – UESPI

À minha esposa e alicerce da nossa família, Ana Patrícia Petillo Rodrigues, pelo carinho, companheirismo e incentivo. Às nossas filhas, Nina Maria e Laís, amor incondicional e razão pela qual todo esforço vale a pena. Aos meus pais, Pedro Antônio e Crislaine, pelo esforço e dedicação em educar os filhos. Aos meus irmãos, Thiago e Luana, pela parceria; e a toda minha família, pela torcida constante.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e saúde para enfrentar todos os obstáculos.

A toda minha Família pelo incondicional apoio.

Ao Prof. Dr. Antônio Luiz Martins Maia Filho pela orientação, aprendizado e confiança.

Ao Prof. Dr. Rômulo José Vieira, Prof. Dr. Fabrício Pires de Moura do Amaral e Prof. Dr. Ney Rômulo de Oliveira Paula pelos valorosos ensinamentos.

Ao amigo Fisioterapeuta Prof. Dr. Kelson Nonato Gomes da Silva pelas orientações técnicas e incentivo.

Aos companheiros mestrandos e amigos para a vida, Francisco José Alencar e Josione Rêgo Ferreira, pelo exemplo de profissionalismo no exercício da medicina e dedicação aos pacientes.

Aos pacientes, pela oportunidade de nos tornarmos pessoas melhores na arte do cuidar.

À minha esposa e parceira profissional Fisioterapeuta, Ana Patrícia de Carvalho Petillo Rodrigues, pela troca de conhecimentos e experiências.

À amiga e parceira profissional, Terapeuta Ocupacional Leylane Auzeni Mendes Rilzer Lopes, pelo empenho e constante busca do aprendizado.

À amiga Médica, Clara Linda Correia Lima Alencar, pela sensibilidade e dedicação nos cuidados aos pacientes e familiares.

Aos meus alunos da Liga Acadêmica Multidisciplinar de Espasticidade da UESPI – LAME pelo envolvimento e amor aos nossos projetos.

Às Instituições Associação Reabilitar/Centro Integrado de Reabilitação – CEIR e Hospital Infantil Lucídio Portela – HILP, pela oportunidade e apoio na execução das atividades.

Aos colegas da Turma IV e a todos que fazem o Programa Profissional de Pós-Graduação em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal pelo convívio, atenção e cordialidade.

A Pedra

O distraído tropeçou nela.
O violento projetou-a.
O empreendedor construiu com ela.
O homem do campo cansado, usou-a como assento.
As crianças brincaram com ela.
Drummond poetizou-a.
David usou-a para matar Golias.
Miguel Ângelo fez com ela as mais belas esculturas.

Em todos os exemplos, a diferença não estava na Pedra,
mas sim no tipo de Homem.
Não existe pedra no teu caminho que não possas usar para teu próprio benefício.

Antônio Pereira (Apon)

RESUMO

A Rizotomia Dorsal Seletiva (RDS) tem sido usada para o tratamento da espasticidade com ampla evidência científica. Não há um consenso acerca do melhor teste que possa abordar todos os aspectos influenciados pela espasticidade, mas uma avaliação objetiva é válida para mensurar os resultados do tratamento instituído. A Eletromiografia de Superfície (EMGs) é um método não invasivo que registra a atividade elétrica muscular. Diante disso, objetivou-se verificar a utilização da EMGs na prática clínica, como um instrumento de avaliação neurofuncional pré e pós-operatória na RDS. Trata-se de um estudo observacional, longitudinal, retrospectivo, descritivo com abordagem quantitativa e qualitativa, realizado em hospital de referência em neurocirurgia pediátrica e centro de reabilitação na cidade de Teresina-PI. Participaram do estudo 23 pacientes, de ambos os gêneros, idade entre 02 e 14 anos, com espasticidade secundária à paralisia cerebral, submetidos à RDS lombar de único nível pela mesma equipe multidisciplinar. Foram avaliados 322 grupos musculares pela escala de Ashworth Modificada e 104 músculos-alvos através da EMGs, na condição de repouso muscular e movimentação passiva articular em membros inferiores, nas fases pré e pós-operatória, sendo realizada pelo mesmo fisioterapeuta neurofuncional com experiência em avaliação de pacientes espásticos. Na análise descritiva, foram utilizadas frequências absoluta e relativa, bem como medidas de posição e dispersão. O Teste de normalidade Shapiro-Wilk foi empregado para mensurar o comportamento das variáveis quantitativas onde se verificou a não normalidade dos valores da escala de Ashworth Modificada e dos valores da atividade elétrica muscular em *Root Mean Square* (RMS) medidos através da EMGs. Para análise bivariada, foi empregado o teste de Wilcoxon para dados pareados onde se comparou os valores mensurados pelos instrumentos aplicados. Em todas as análises, utilizou-se o nível de significância de 5%. Os grupos musculares avaliados através da escala de Ashworth Modificada demonstraram significância estatística ($P < 0,05$). Os valores em microvolts da atividade elétrica muscular em RMS, mensurados através da EMGs em cada músculo-alvo relacionado com níveis medulares abordados no procedimento, demonstraram significância estatística nas condições de repouso muscular e movimentação passiva articular ($P < 0,05$). O uso da EMGs possibilitou a

mensuração de forma objetiva do mecanismo de ação da RDS para redução da espasticidade, demonstrando valores comparativos em microvolts da atividade elétrica muscular entre a avaliação pré e pós-operatória. Diferente do resultado obtido pela escala de Ashworth Modificada, pois a escolha da pontuação é dependente da interpretação e experiência do examinador. Concluímos que o uso da EMGs, na prática clínica, apresentou-se como um instrumento de avaliação neurofuncional com significância estatística nos pacientes estudados, submetidos à RDS lombar para o tratamento da espasticidade.

Palavras-chave: Eletromiografia de Superfície. Espasticidade. Rizotomia Dorsal Seletiva.

ABSTRACT

Selective Dorsal Rhizotomy (SDR) has been used to treat spasticity with ample scientific evidence. There is no consensus on the best test that can address all aspects influenced by spasticity, but an objective assessment is valid to measure the results of the treatment instituted. Surface Electromyography (sEMG) is a non-invasive method that records muscle electrical activity. Therefore, the objective was to verify the use of sEMG in clinical practice, as an instrument for neurofunctional pre and postoperative assessment in the SDR. This is an observational, longitudinal, retrospective, descriptive study with a quantitative and qualitative approach, carried out in a referral hospital for pediatric neurosurgery and a rehabilitation center in the city of Teresina-PI. The study included 23 patients, of both genders, aged between 02 and 14 years, with spasticity secondary to cerebral palsy who underwent single level lumbar SDR by the same multidisciplinary team. 322 muscle groups were evaluated using the Modified Ashworth scale and 104 target muscles through sEMG, in the condition of muscle rest and passive joint movement in lower limbs, in the pre and postoperative phases, being performed by the same neurofunctional physiotherapist with experience in assessing spastic patients. In the descriptive analysis, absolute and relative frequencies were used, as well as position and dispersion measures. The Shapiro-Wilk normality test was used to measure the behavior of the quantitative variables where the non-normality of the Modified Ashworth scale values and the values of the electrical electrical activity in Root Mean Square (RMS) measured through the sEMG was verified. For bivariate analysis, the Wilcoxon test for paired data was used where the values measured by the applied instruments were compared. In all analyzes, the significance level of 5% was used. The muscle groups evaluated using the Modified Ashworth scale showed statistical significance ($P < 0.05$). The values in microvolts of muscle electrical activity in SMR, measured through sEMG in each target muscle related to spinal levels addressed in the procedure, demonstrated statistical significance in the conditions of muscle rest and passive joint movement ($P < 0.05$). The use of sEMG made it possible to objectively measure the mechanism of action of SDR to reduce spasticity, demonstrating comparative values in microvolts of muscle electrical activity between the pre and postoperative evaluation. Different from the result obtained by the Modified Ashworth scale, as the choice of punctuation depends on the examiner's

interpretation and experience. We conclude that the use of sEMG, in clinical practice, presented itself as an instrument of neurofunctional evaluation with statistical significance in the studied patients, submitted to lumbar SDR for the treatment of spasticity.

Keywords: Surface electromyography. Spasticity. Selective Dorsal Rhizotomy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Foto 1 - Coleta dos dados através da escala de Ashworth Modificada.....	33
Foto 2 - Coleta dos dados eletromiográficos com o paciente em decúbito dorsal na condição de repouso muscular.....	34
Foto 3 - Coleta dos dados eletromiográficos com o paciente em decúbito dorsal na condição de movimentação passiva articular na qual o examinador provoca o estiramento muscular.....	35
Foto 4 - Posicionamento dos membros da equipe multidisciplinar no centro cirúrgico (acima e à esquerda estão o neurocirurgião pediátrico e o fisioterapeuta neurofuncional; à direita se encontra a instrumentadora cirúrgica; e abaixo o neurofisiologista clínico).....	37
Foto 5 - Processo de monitorização neurofisiológica intraoperatória realizado pelo médico neurofisiologista.....	39
Foto 6 - Processo de avaliação da resposta muscular comportamental intraoperatória realizado pelo fisioterapeuta neurofuncional.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Caracterização do perfil dos pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 23.....	45
Tabela 2 -	Análise de Normalidade da avaliação através da escala de Ashworth Modificada dos pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 23.....	46
Tabela 3 -	Análise de comparação entre as avaliações pré e pós-operatória através da escala de Ashworth Modificada dos pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 23.....	46
Tabela 4 -	Caracterização do perfil dos pacientes avaliados através da Eletromiografia de Superfície e escala de Ashworth Modificada submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 13.....	49
Tabela 5 -	Análise de Normalidade da avaliação através da escala de Ashworth Modificada em pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 13.....	50
Tabela 6 -	Análise de comparação entre as avaliações pré e pós-operatória através da escala de Ashworth Modificada em pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 13.....	50
Tabela 7 -	Análise de Normalidade entre os valores da atividade elétrica muscular em RMS das avaliações pré e pós-operatória através da Eletromiografia de Superfície realizada em condição de repouso muscular, para os membros inferiores em pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de	52

	Teresina-Piauí. 2020. N: 13.....	
Tabela 8 -	Análise de comparação entre os valores da atividade elétrica muscular em RMS das avaliações pré e pós-operatória através da Eletromiografia de Superfície realizada em condição de repouso muscular, para o membro inferior direito em pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 13.....	53
Tabela 9 -	Análise de comparação entre os valores da atividade elétrica muscular em RMS das avaliações pré e pós-operatória através da Eletromiografia de Superfície realizada em condição de repouso muscular, para o membro inferior esquerdo em pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N:.....	55
Tabela 10 -	Análise de Normalidade entre os valores da atividade elétrica muscular em RMS das avaliações pré e pós-operatória através da Eletromiografia de Superfície realizada em condição de movimentação passiva articular para os membros inferiores em pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 13.....	57
Tabela 11 -	Análise de comparação entre os valores da atividade elétrica muscular em RMS das avaliações pré e pós-operatória através da Eletromiografia de Superfície realizada em condição de movimentação passiva articular para o membro inferior direito em pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 13.....	58
Tabela 12 -	Análise de comparação entre os valores da atividade elétrica muscular em RMS das avaliações pré e pós-operatória através da Eletromiografia de Superfície realizada em condição de movimentação passiva articular para o membro	61

inferior esquerdo em pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 13.....

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Média dos valores entre as avaliações pré e pós-operatória através da escala de Ashworth Modificada dos pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 23.....	48
Gráfico 2 - Média dos valores entre as avaliações pré e pós-operatória através da escala de Ashworth Modificada em pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 13.....	51
Gráfico 3 - Média dos valores da atividade elétrica muscular em RMS das avaliações pré e pós-operatória através da Eletromiografia de Superfície realizada em condição de repouso muscular para o membro inferior direito em pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 13.....	53
Gráfico 4 - Média dos valores da atividade elétrica muscular em RMS das avaliações pré e pós-operatória através da Eletromiografia de Superfície realizada em condição de repouso muscular para o membro inferior esquerdo em pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 13.....	56
Gráfico 5 - Média dos valores da atividade elétrica muscular em RMS das avaliações pré e pós-operatória através da Eletromiografia de Superfície realizada em condição de movimentação passiva articular para o membro inferior direito em pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 13.....	59
Gráfico 6 - Média dos valores da atividade elétrica muscular em RMS	62

das avaliações pré e pós-operatória através da Eletromiografia de Superfície realizada em condição de movimentação passiva articular para o membro inferior esquerdo em pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 13.....

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVC	Acidente Vascular Cerebral
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CIF	Classificação Internacional de Funcionalidade
EMGs	Eletromiografia de Superfície
FA	Frequência de Amostragem
FIMTM	<i>Functional Independence Measure Wee</i>
GAS	<i>Goal Attainment Scale</i>
GMFM	<i>Gross Motor Function Measure</i>
GMFCS	<i>Gross Motor Function Classification System</i>
MACS	<i>Manual Ability Classification System</i>
OMS	Organização Mundial de Saúde
PC	Paralisia Cerebral
PEDI	<i>Pediatric Evaluation of Disability Inventory</i>
RDS	Rizotomia Dorsal Seletiva
RMS	<i>Root Mean Square</i>
SENIAM	<i>Surface EMG for a non- invasive assessment of muscles</i>
TCE	Traumatismo Cranioencefálico
TRM	Traumatismo Raquimedular
UESPI	Universidade Estadual do Piauí
UTI	Unidade de Terapia Intensiva

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	20
1.1	Objetivos	22
1.1.1	Objetivo geral.....	22
1.1.2	Objetivos específicos.....	22
2	REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1	Espasticidade	23
2.1.1	Definição, fisiopatologia e epidemiologia.....	23
2.1.2	Instrumentos de avaliação.....	25
2.2	Eletromiografia de Superfície (EMGs)	26
2.2.1	Eletromiografia geral e aquisição do sinal.....	26
2.2.2	Posicionamento dos eletrodos e recomendações da SENIAM.....	27
2.3	Rizotomia Dorsal Seletiva (RDS)	28
2.3.1	Definição, critérios de indicação e procedimento cirúrgico.....	28
3	METODOLOGIA	31
3.1	Procedimentos éticos	31
3.2	Local da pesquisa	31
3.3	Desenho do estudo	31
3.3.1	Caracterização da amostra.....	31
3.3.2	Critérios de inclusão.....	32
3.3.3	Critérios de exclusão.....	32
3.4	Coleta de dados	32
3.4.1	Avaliação neurofuncional multidisciplinar pré e pós-operatória.....	32
3.4.2	Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar com abordagem interdisciplinar.....	35
3.4.2.1	<i>Técnica cirúrgica</i>	35
3.4.2.2	<i>Monitorização multimodal</i>	38
3.4.2.2.1	<i>Monitorização neurofisiológica intraoperatória</i>	38
3.4.2.2.2	<i>Avaliação da resposta muscular comportamental intraoperatória</i>	40
3.4.3	Reabilitação intensiva pós-operatória.....	42
3.5	Organização e análise dos dados	43
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
5	CONCLUSÃO	64

REFERÊNCIAS.....	65
APÊNDICE A – ARTIGO CIENTÍFICO.....	69
APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).....	89
ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.....	91
ANEXO B – CONFIRMAÇÃO DE SUBMISSÃO DE ARTIGO ORIGINAL NA REVISTA EUROPEAN JOURNAL OF PHYSICAL AND REHABILITATION MEDICINE.....	93

1 INTRODUÇÃO

No cotidiano do profissional que atua em reabilitação, encontram-se pacientes que sofreram lesão no sistema nervoso central e apresentam espasticidade como uma complicação frequente, trazendo como consequência, impacto negativo na sua capacidade funcional e na qualidade de vida, sendo essa, também, um fator limitador durante as terapias e um grande desafio para a equipe multiprofissional e familiares envolvidos nesse complexo contexto (FORSMARK *et al.*, 2020). Segundo Lance, a espasticidade é um distúrbio motor caracterizado por um aumento dependente da velocidade no tônus muscular, com instabilidade exagerada do tendão, resultante da hiperexcitabilidade do reflexo de estiramento como um componente da síndrome do neurônio motor superior (LANCE, 1980). Pandyan e colaboradores (2005) conceituaram espasticidade como uma desordem do controle sensório-motor, resultante de uma lesão do neurônio motor superior, apresentando-se como ativação involuntária intermitente ou sustentada dos músculos (PANDYAN *et al.*, 2005). Importante ressaltar que a discussão e compreensão da fisiologia da espasticidade, hoje, versa sobre a lesão do trato reticuloespinhal e seu papel na redução da atividade muscular (ENSLIN; LANGERAK; FIEGGEN, 2019).

Não há um consenso acerca do melhor teste que possa abordar todos os aspectos influenciados pela espasticidade e nortear o tratamento clínico multidisciplinar. A maioria dos instrumentos avaliativos utilizados na prática clínica analisam a espasticidade de forma subjetiva, qualitativa e dependente de vários fatores, tais como: estado emocional do paciente, temperatura ambiente, variação interexaminador e intraexaminador, entre outros (MESEGUER-HENAREJOS *et al.*, 2018).

Em recente revisão de literatura, discutiu-se que escalas clínicas atuais, como a Escala de Ashworth Modificada, Escala de Tardieu Modificada, Escala de Avaliação do Tônus e a Escala de Tônus dos Flexores Plantares, amplamente utilizadas pelos profissionais que atuam na reabilitação, apresentam confiabilidade e reprodutibilidade limitadas, e não discriminam as contribuições neurais e não neurais envolvidas na espasticidade. A EMGs pode fornecer informações neurais e avaliar objetivamente e quantitativamente a espasticidade, fornecendo informações valiosas para estudos sobre tratamento e reabilitação, quando comparada a escalas clínicas. É um método não invasivo e conveniente para registrar a intensidade da atividade

muscular e o padrão de atividade em pacientes com espasticidade, que sofreram lesão encefálica por acidente vascular cerebral (LUO *et al.*, 2019; YU *et al.*, 2020).

A Rizotomia Dorsal Seletiva (RDS) tem sido usada para o tratamento de diplegia espástica em crianças com paralisia cerebral nos últimos anos, com evidências de Classe I. Recentemente, também demonstrou ser eficaz na população adulta, com melhorias observadas na qualidade de vida e nas atividades de vida diária. Há também dados disponíveis mostrando um resultado melhorado, a longo prazo, de pacientes após a RDS. Vários centros também utilizaram esse procedimento para tratar espasticidade devido a outras causas, com resultados encorajadores (AGRAWAL *et al.*, 2020; ABBOT, 1992; HAYS *et al.*, 1997; MITTAL *et al.*, 2001; PEACOCK *et al.*, 1991; PARK *et al.*, 1992). Para tanto, faz-se necessária uma avaliação neurofuncional instrumentalizada, realizada por equipe multiprofissional com abordagem interdisciplinar, para maior nível de segurança e eficácia na intervenção cirúrgica (TILTON, 2003; HEINEN *et al.*, 2006; BECKUNG *et al.*, 2002; ROSENBAUM *et al.*, 2004).

Neste estudo, objetivou-se verificar a utilização da EMGs na prática clínica, como um instrumento inovador de avaliação neurofuncional pré e pós-operatória, mensurando quantitativamente e objetivamente a atividade muscular no paciente com espasticidade submetido à RDS.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Verificar o uso da EMGs na prática clínica como parâmetro de avaliação neurofuncional inovador no paciente com espasticidade submetido à RDS.

1.1.2 Objetivos específicos

- Analisar a atividade muscular do paciente com espasticidade pré e pós-RDS, mensurada pela escala de Ashworth Modificada;
- Analisar a atividade muscular do paciente com espasticidade pré e pós-RDS, mensurada pela EMGs;
- Comparar a avaliação da atividade muscular do paciente com espasticidade pré e pós-RDS pela EMGs e escala de Ashworth Modificada.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Espasticidade

2.1.1 Definição, fisiopatologia e epidemiologia

A espasticidade é uma manifestação comum de lesões no Sistema Nervoso Central, que geralmente afeta negativamente a funcionalidade e pode causar incapacidade grave. O manejo físico é uma parte fundamental do tratamento, frequentemente e preferencialmente integrado ao tratamento farmacológico para alcançar objetivos mais amplos de reabilitação (FORSMARK *et al.*, 2020). Lance definiu, em 1980, a espasticidade como sendo um distúrbio motor caracterizado por um aumento dependente da velocidade no tônus muscular, com instabilidade exagerada do tendão, resultante da hiperexcitabilidade do reflexo de estiramento como um componente da síndrome do neurônio motor superior (LANCE, 1980). Pandyan e colaboradores (2005) conceituaram espasticidade como uma desordem do controle sensório-motor, resultante de uma lesão do neurônio motor superior, apresentando-se como ativação involuntária intermitente ou sustentada dos músculos (PANDYAN *et al.*, 2005).

Ressalta-se que a discussão e compreensão atual da fisiologia da espasticidade, versa sobre a lesão do trato reticuloespinal, e seu papel na redução da atividade muscular (ENSLIN *et al.*, 2019). Os principais neurônios motores superiores, que possuem influência sobre a atividade reflexa, surgem do tronco encefálico. No entanto, a área do núcleo reticular bulbar, que origina o trato reticuloespinal bulbar, o principal trato inibitório, está sob controle cortical, de modo que as áreas motoras do córtex facilitam essa região, aumentando sua função inibitória para a medula espinal. Uma lesão dessas fibras corticobulbares, seja no córtex ou na cápsula interna, ocasiona retirada da facilitação cortical para o núcleo reticular bulbar, conduzindo à um reduzido controle de inibição e uma hiperexcitabilidade da atividade espinal reflexa, especialmente do reflexo de estiramento tônico. A fisiopatologia da espasticidade pode ser considerada complexa e multifatorial, pois diversas áreas do sistema nervoso central parecem estar envolvidas. Entretanto, quaisquer que sejam os mecanismos neurofisiopatológicos que desencadeiam a espasticidade, acredita-se que o principal problema resulte da

diminuição de controle inibitório supraespinhal para os mecanismos de regulação da atividade reflexa, de modo que o equilíbrio de controle é deslocado em favor da excitação, resultando na hiperexcitabilidade do reflexo de estiramento (SILVA, 2013).

Clinicamente, a espasticidade pode ser observada como espasmos musculares dolorosos, reflexos exaltados, com comprometimento na cinética, na destreza e no controle do movimento, evoluindo cronicamente com encurtamentos músculo-ligamentares, levando a deformidades articulares com postura corporal anormal, deformante e estruturada, com prejuízo na higiene corporal e em outros cuidados diários (PATEL *et al.*, 2005; KERR *et al.*, 2003; WISSEL *et al.*, 2000; JOZEFczyk, 2002). No paciente espástico, há grande atividade muscular com o estiramento, mesmo em movimentos lentos. Porém, com uma boa relação linear, quanto mais rápido o membro espástico é estirado, maior será a atividade reflexa e, conseqüentemente, maior será a contração muscular. Isso representa a característica velocidade dependente da espasticidade (SILVA, 2013).

Segundo a Portaria Conjunta nº 2, de 29 de maio de 2017, do Ministério da Saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017), que versa sobre o protocolo clínico e as diretrizes terapêuticas de espasticidade, as suas principais causas e epidemiologia são: a Paralisia Cerebral (PC), com prevalência de 2/1.000 nascidos vivos, sendo que 70-80% apresentam espasticidade; o Traumatismo Raquimedular (TRM), com prevalência de 27/100.000 habitantes, sendo que 60-78% apresentam espasticidade; o Acidente Vascular Cerebral (AVC), com prevalência de 2-3/100 habitantes, sendo que 20-30% apresentam espasticidade; e o Traumatismo Cranioencefálico (TCE), com prevalência 1-2/1.000 habitantes, sendo que 13-20% apresentam espasticidade. Condição clínica multicausal, parte da síndrome do neurônio motor superior, a espasticidade acomete milhões de pessoas em todo o mundo e está associada à redução da capacidade funcional, limitação da amplitude do movimento articular, dor, contraturas, luxações, deformidades, aumento do gasto energético metabólico e limitação nas atividades de vida diária.

2.1.2 Instrumentos de avaliação

Clinicamente, o tônus muscular é avaliado pela extensão ou flexão passiva dos membros do paciente, sentindo-se a resistência oferecida pelos músculos. O método comumente utilizado para avaliação da espasticidade, na prática clínica, baseia-se nessa avaliação do tônus muscular, e é realizado através da aplicação da escala de Ashworth, ou escala modificada de Ashworth. Essa medida clínica de avaliação da espasticidade possui a vantagem de poder ser aplicada de forma rápida, simples e não requerer equipamento ou outros gastos materiais. Entretanto, possui limitações, sendo, uma delas, a falta de padronização, uma vez que a velocidade para a realização do estiramento não é especificada e, portanto, irá variar entre os avaliadores. Além disso, a subjetividade da escala faz com que ela seja menos fidedigna, pois a escolha da pontuação depende da interpretação e experiência do examinador (SILVA, 2013).

Existem instrumentos avaliativos que analisam a espasticidade de forma subjetiva e dependente de vários fatores, tais como: estado emocional do paciente, temperatura ambiente, variação interexaminador e intraexaminador, entre outros (MESEGUER-HENAREJOS *et al.*, 2018). Não há um consenso sobre o melhor teste que possa abordar todos os aspectos influenciados pela espasticidade e nortear o tratamento clínico multidisciplinar. Uma avaliação objetiva tem muito valor para determinar o quão a espasticidade é nociva para cada paciente, individualmente, respeitando-se os aspectos técnicos, funcionais e pessoais (FERNANDES *et al.*, 2007).

Em recente revisão de literatura, discutiu-se que as escalas clínicas atuais, como a Escala de Ashworth Modificada, Escala de Tardieu Modificada, Escala de Avaliação do Tônus e a Escala de Tônus dos Flexores Plantares, amplamente utilizadas pelos profissionais que atuam na reabilitação, apresentam confiabilidade e reprodutibilidade limitadas, e não discriminam as contribuições neurais e não neurais envolvidas na espasticidade. Acredita-se que a Eletromiografia de Superfície pode fornecer informações neurais e avaliar objetivamente e quantitativamente a espasticidade, podendo fornecer informações valiosas para estudos sobre tratamento e reabilitação, do que escalas clínicas. A EMGs é um método não invasivo e conveniente para registrar a intensidade da atividade muscular e o padrão de atividade em pacientes com espasticidade, que sofreram lesão encefálica por

acidente vascular cerebral. Essa técnica tem potencial para uso extensivo no cenário clínico (LUO *et al.*, 2019; YU *et al.*, 2020).

O manejo de crianças e adultos com distúrbio do neurônio motor superior é complexo e o processo de avaliação desses pacientes deve ser individualizado e realizado por equipe multiprofissional com abordagem interdisciplinar; devendo ser documentado, através de escalas avaliativas padronizadas, o comprometimento funcional de cada paciente, com vistas ao delineamento dos objetivos terapêuticos e a escolha do melhor tratamento para cada caso, podendo ser clínico e/ou cirúrgico (TILTON, 2003).

Tomando por base o Consenso Europeu de 2006 para o tratamento da Paralisia Cerebral, deve-se usar métodos avaliativos validados segundo os conceitos da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) da Organização Mundial de Saúde (OMS). Nesse consenso, as avaliações são divididas em dois grupos: avaliação da estrutura ou função corporal (Amplitude de Movimento, Escala de Ashworth Modificada, Escala de Tardieu, Análise de Marcha 3D, Vídeo Documentação e *Goal Attainment Scale* – GAS) e avaliação das atividades e participação (Análise de Marcha, *Gross Motor Function Measure* – GMFM, *Manual Ability Classification System* – MACS, *Gross Motor Function Classification System* – GMFCS, *Functional Independence Measure Wee* – FIMTM, *Paediatric Evaluation of Disability Inventory* – PEDI) (HEINEN *et al.*, 2006; BECKUNG *et al.*, 2002; ROSENBAUM *et al.*, 2004).

2.2 Eletromiografia de Superfície (EMGs)

2.2.1 Eletromiografia geral e aquisição do sinal

O equipamento de Eletromiografia com eletrodos de superfície é utilizado na prática clínica fisioterapêutica para analisar os dados elétricos de diferentes grupos musculares durante o movimento. A Eletromiografia tem sido utilizada para estudar a resposta muscular, em relação ao início e término da atividade, tipo de contração muscular e a posição articular frente aos exercícios terapêuticos comumente utilizados na reabilitação. Ela tem sido empregada para analisar a função muscular em determinadas tarefas, bem como para avaliar a eficácia de técnicas de recuperação funcional das mais variadas patologias (PORTNEY; ROY, 2004).

Na visão de Carvalho, drives descendentes do córtex motor podem ser identificados a partir de sinais eletromiográficos, pois os potenciais de ação das fibras musculares são gerados como resultado da transmissão neuromuscular. A EMGs avalia a integridade do sistema neuromuscular, incluindo os motoneurônios superiores e inferiores, a junção neuromuscular e as fibras musculares. O registro do sinal eletromiográfico requer a utilização de: eletrodos de superfície, que capturam os potenciais elétricos do músculo; amplificador, o que processa o sinal elétrico; e decodificador, que permite a visualização gráfica ou sonora de modo que os dados possam ser exibidos e registrados (CARVALHO, 2015).

Segundo Pereira e Araújo, utiliza-se a EMGs para avaliar os efeitos de drogas, procedimentos cirúrgicos e outras formas de terapia, permitindo a mensuração do potencial elétrico do músculo espástico. Trata-se de um método empregado para observação, análise e interpretação do potencial bioelétrico produzido no músculo e no nervo, num movimento voluntário ou numa atividade eletricamente induzida ou, ainda, durante o repouso, pela captação do potencial elétrico do tônus de base. Além disso, a Eletromiografia pode indicar não somente o começo e o fim da atividade muscular, mas também algo sobre o número de unidades motoras ativas e a frequência com que disparam os potenciais (PEREIRA; ARAÚJO, 2002).

2.2.2 Posicionamento dos eletrodos e recomendações da SENIAM

Para evitar resultados tendenciosos, achados contraditórios e aumentar a reprodutibilidade de experimentos e comparação de medidas entre diferentes laboratórios, é necessário padronizar os procedimentos de colocação dos eletrodos. Com base nesses objetivos, foi iniciada, em 1996, a SENIAM (*surface EMG for a non-invasive assessment of muscles*), cuja finalidade, além de criar maior colaboração entre os grupos europeus, teve como meta específica formular o desenvolvimento de recomendações sobre os itens-chave para possibilitar trocas mais úteis dos dados eletromiográficos (FORTI, 2005).

Quanto aos procedimentos para colocação dos eletrodos, inicialmente, deve-se selecionar o sensor de acordo com as recomendações. Devem ser realizadas a preparação da pele com a tricotomia do local, seguida da limpeza com álcool, devendo-se esperar que ele vaporize para que a pele esteja seca quando for colocar

o sensor. Posteriormente, deve-se posicionar o paciente na postura inicial, que depende do músculo a ser analisado. Em seguida, determinar a localização do sensor. Quanto às recomendações sobre o processamento do sinal eletromiográfico, a SENIAM recomenda uma frequência de amostragem (FA) entre 1000 e 2000 Hz, com filtro passa baixa de 500 Hz (se a FA for 1000 Hz), ou 1000 Hz (se FA for 2000 Hz), e filtro passa alta de 10-20 Hz (FORTI, 2005).

2.3 Rizotomia Dorsal Seletiva (RDS)

2.3.1 Definição, critérios de indicação e procedimento cirúrgico

A RDS tem sido usada para o tratamento de diplegia espástica em crianças com paralisia cerebral nos últimos anos, com evidências de Classe I. Recentemente, também demonstrou ser eficaz na população adulta, com melhorias observadas na qualidade de vida e nas atividades de vida diária. Há também dados disponíveis, mostrando o resultado melhorado, a longo prazo, de pacientes após a RDS. Vários centros também utilizaram esse procedimento para tratar espasticidade devido a outras causas, com resultados encorajadores (AGRAWAL *et al.*, 2020).

Nos últimos anos, houve um aumento exponencial do número de publicações científicas sobre intervenções terapêuticas aplicadas na paralisia cerebral. Por outro lado, Novak e colaboradores, analisando 166 artigos sobre essas intervenções, e estratificando os achados de acordo com critérios de evidência, mostraram que mais de 70% dessas terapias apresentaram pouco resultado clínico efetivo, ou nenhum resultado. Nesse estudo, as intervenções eleitas como efetivas foram apresentadas por grupos de acordo com seu objetivo terapêutico, e são as seguintes: toxina botulínica, diazepam e rizotomia dorsal seletiva para controle da espasticidade; órtese para melhorar e manter a amplitude de movimento do tornozelo; vigilância do quadril para manter a integridade da articulação do quadril; terapia de restrição do movimento, treinamento bimanual, terapia focada no contexto, treinamento funcional direcionado a metas, terapia ocupacional após a toxina botulínica e programas domiciliares, todos para melhorar o desempenho da atividade motora e/ou autocuidado; físico para melhorar o desempenho físico; bisfosfonatos para melhorar a densidade mineral óssea; cuidados de pontos de pressão para reduzir o risco de úlceras por pressão; e anticonvulsivantes para controle de crises convulsivas.

Portanto, é um grande desafio encontrar o tratamento certo, no momento certo, para cada criança com PC, isso se não levarmos em conta a dinâmica das alterações funcionais em cada um destes pacientes (STRAUS, 2009; NOVAK *et al.*, 2013; WESTBOM *et al.*, 2003).

A RDS é um procedimento neurocirúrgico introduzido na América do Norte, no início dos anos 1980, sendo aplicado e desenvolvido em outros países posteriormente, e se baseia na redução da estimulação sensitiva periférica através da secção parcial das raízes dorsais dos nervos espinhais. É o único tratamento capaz de reduzir a espasticidade permanentemente, e por isso, tem eficácia superior ao uso de toxina botulínica quando é necessário um relaxamento muscular amplo e permanente nos pacientes. Além disso, existe um consenso de que o melhor resultado funcional pós-RDS será obtido quando combinado com a reabilitação física multidisciplinar (ABBOT, 1992; HAYS *et al.*, 1997; PEACOCK *et al.*, 1991; PARK *et al.*, 1992).

No entanto, ainda existem controvérsias com relação a aspectos fundamentais da RDS, como o percentual de secção da raiz dorsal e o critério de escolha das radículas dorsais a serem seccionadas. McLaughlin e colaboradores, analisando esses aspectos em 3 estudos sobre RDS lombar em crianças com PC, observaram uma correlação de dose-dependência entre o percentual de secção das raízes dorsais (variou entre 25 a 45%), a redução do escore na escala de Ashworth Modificada e o aumento do escore na escala GMFM (*Gross Motor Function Measure*), sugerindo uma tendência de maior ganho funcional quanto maior fosse o percentual de secção das raízes dorsais; entretanto, diferenças metodológicas no uso da monitorização neurofisiológica intraoperatória entre os 3 estudos suscitaram a necessidade de uma pesquisa mais rigorosa para investigar essa tendência (MCLAUGHLIN *et al.*, 2002).

Em outro estudo, Yu-Long Hsin e colaboradores encontraram redução significativa do escore na escala de Ashworth Modificada em pacientes com espasticidade em membros superiores submetidos à RDS cervical; em um protocolo que incluía avaliação neurofuncional pré e pós-operatória e o uso da monitorização neurofisiológica intraoperatória, sendo alcançado 80% de secção das raízes dorsais comprometidas, não havendo achados de alterações sensitivas significativas ou persistentes no pós-RDS (YU-LONG HSIN *et al.*, 2004). Por outro lado, diversos autores criticaram o uso da técnica de eletromiografia estimulada como critério de

escolha das radículas dorsais a serem seccionadas, e até mesmo a necessidade de monitorização neurofisiológica intraoperatória na RDS (CHABAL *et al.*, 1988; LANDAU *et al.*, 1990; PHILLIPS *et al.*, 1991; STEINBOK *et al.*, 1992; WARF *et al.*, 1996).

No entanto, Mittal e colaboradores, analisando uma série de 77 crianças com PC submetidas à RDS lombar, em um total de 752 raízes estudadas em um elegante trabalho que confrontava os resultados de observadores diferentes, mostraram a validação da técnica de eletromiografia estimulada como critério de escolha das radículas dorsais, por haver concordância nas respostas observadas na eletromiografia pelo neurofisiologista e na avaliação comportamental através da palpação dos grupos musculares relacionados aos níveis medulares pelo fisioterapeuta (MITTAL *et al.*, 2001).

3 METODOLOGIA

3.1 Procedimentos éticos

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual do Piauí (UESPI), com número CAAE 16815019.7.0000.5209, tendo sido aprovado através do parecer consubstanciado do CEP n° 3.815.025.

3.2 Local da pesquisa

O estudo foi realizado em hospital de referência em neurocirurgia pediátrica e centro de reabilitação na cidade de Teresina, estado do Piauí.

3.3 Desenho do estudo

Trata-se de um estudo observacional, longitudinal, retrospectivo, descritivo com abordagem quantitativa e qualitativa, com mensuração por métodos avaliativos validados no Brasil, e com coleta de dados nos momentos pré e pós-operatório da RDS lombar.

3.3.1 Caracterização da amostra

No período de fevereiro de 2018 a junho de 2020, 84 indivíduos foram submetidos à RDS pela mesma equipe multidisciplinar. Desses, foram incluídos no estudo 23 pacientes, de ambos os gêneros, com idade entre 2 e 14 anos, com diagnóstico de espasticidade secundária a distúrbio neurológico crônico, sendo paralisia cerebral e microcefalia, com indicação de tratamento cirúrgico para espasticidade. Todos os participantes da pesquisa foram avaliados através de protocolo criteriosamente definido, sendo a equipe multiprofissional com abordagem interdisciplinar composta por: médico neurocirurgião, médico neurofisiologista, fisioterapeuta neurofuncional e terapeuta ocupacional, todos com experiência em reabilitação e no atendimento de pacientes com espasticidade.

3.3.2 Critérios de inclusão

Foram incluídos neste estudo:

- ✓ Pacientes com idade entre 2 e 14 anos, de ambos os gêneros;
- ✓ Pacientes com diagnóstico de espasticidade secundária a distúrbio neurológico crônico, sendo paralisia cerebral e microcefalia, com indicação de tratamento cirúrgico para espasticidade;
- ✓ Pacientes submetidos à técnica de RDS lombar com acesso cirúrgico no cone medular;
- ✓ Pacientes cujos responsáveis legais forneceram consentimento livre e esclarecido para sua participação.

3.3.3 Critérios de exclusão

Foram excluídos deste estudo:

- ✓ Pacientes submetidos à cirurgia de rizotomia ventral associada à cirurgia de RDS lombar para tratamento de distonia associada à espasticidade;
- ✓ Pacientes submetidos à cirurgia de RDS na região cervical;
- ✓ Pacientes com dados incompletos dos instrumentos avaliativos aplicados neste estudo.

3.4 Coleta de dados

3.4.1 Avaliação neurofuncional multidisciplinar pré e pós-operatória

O protocolo de avaliação pré e pós-operatório, realizado pelo mesmo fisioterapeuta neurofuncional com experiência em avaliação de pacientes espásticos, consistiu nas seguintes etapas: 322 grupos musculares de membros inferiores dos 23 pacientes foram submetidos à avaliação da espasticidade, segundo os conceitos da Classificação Internacional de Funcionalidade (CIF), avaliação da estrutura ou função corporal através da Escala de Ashworth Modificada. Desses, 104 músculos-alvos de membros inferiores em 13 participantes também foram

avaliados através da Eletromiografia de Superfície (EMGs), segundo os conceitos da SENIAM (*surface EMG for a non-invasive assessment of muscles*), na condição de repouso muscular e movimentação passiva articular, relacionados aos níveis medulares abordados na RDS. Esses parâmetros objetivaram o mapeamento do perfil de acometimento da espasticidade com impacto funcional individualizado dos pacientes, direcionando e compondo o planejamento cirúrgico para auxílio na definição do percentual de secção das raízes nervosas.

A Escala de Ashworth Modificada classifica o tônus muscular da seguinte forma: grau 0 – tônus muscular normal; grau 1 – discreto aumento do tônus muscular, manifestado por contração e relaxamento ou por resistência mínima no final do arco de movimento quando o segmento afetado é movido em flexão ou extensão; grau 1+ – discreto aumento do tônus muscular, manifestado por contração associada a uma resistência mínima durante o restante da ADM (menos da metade); grau 2 – aumento mais acentuado do tônus muscular durante a maior parte da ADM, porém, o segmento é movido facilmente; grau 3 – aumento considerável do tônus muscular, o movimento passivo é realizado com dificuldade; grau 4 – o segmento afetado está rígido em flexão ou extensão (PANDYAN *et al.*, 1999). A Figura 1 ilustra a coleta dos dados através da escala de Ashworth Modificada.

Foto 1 - Coleta dos dados através da escala de Ashworth Modificada

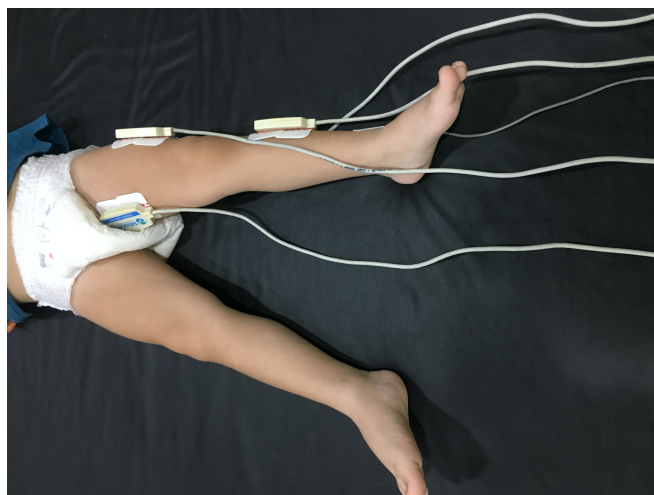


Fonte: Acervo do autor.

Na avaliação através da EMGs (Eletromiógrafo de superfície Miotool 400 ®, número de série 00259, registro ANVISA nº 80351690001, marca Miotec, *software*

de aquisição de dados MioGraph, *hardware* Miotool USB, 04 canais, sensor SDS 500, filtro Passa Alta 10 Hz e Passa baixa 400 Hz), inicialmente, o paciente foi colocado em decúbito dorsal num tablado, foi realizado tricotomia e assepsia com álcool a 70% na região de colocação dos eletrodos, em seguida os sensores, com seus respectivos eletrodos, foram colocados nos músculos-alvos previamente definidos, correspondendo a alguns níveis medulares abordados na fase intraoperatória, sendo: Adutor magno (L1-L2), Vasto lateral (L2-L3), Semitendinoso (L5-S1), Gastrocnêmio medial (S1-S2) e maléolo lateral à esquerda para o eletrodo “terra”. Inicialmente, foi realizada aquisição da atividade elétrica muscular em microvolts em condição de repouso; nessa fase, a atividade muscular foi gravada no intervalo de 10 segundos, para posterior análise em *Root Mean Square* (RMS); em seguida, na condição de movimentação passiva das articulações do quadril, joelho e tornozelo, respectivamente, através de um movimento abrupto de estiramento muscular, executado pelo próprio fisioterapeuta neurofuncional avaliador. Nessa fase, a atividade muscular também foi gravada no intervalo de 10 segundos, para posterior análise da *Root Mean Square* (RMS). Realizou-se a coleta sempre na perna esquerda, inicialmente; e depois na perna direita. As Figuras 2 e 3 ilustram a coleta dos dados eletromiográficos.

Foto 2 - Coleta dos dados eletromiográficos com o paciente em decúbito dorsal na condição de repouso muscular



Fonte: Acervo do autor.

Foto 3 - Coleta dos dados eletromiográficos com o paciente em decúbito dorsal na condição de movimentação passiva articular na qual o examinador provoca o estiramento muscular



Fonte: Acervo do autor.

3.4.2 Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar com abordagem interdisciplinar

3.4.2.1 Técnica cirúrgica

Os pacientes foram admitidos no hospital no dia anterior, ou na manhã da data de realização do procedimento. Todos os pacientes foram atendidos pela equipe de anestesiologia, com avaliações pré-anestésica e imediatamente antes da entrada no centro cirúrgico, estando os pacientes nos seus melhores estados físico e neurológico, e sob jejum pré-operatório padrão. Na sala operatória, foram monitorizados com cardioscópio de 5 vias, oxímetro de pulso e pressão arterial não invasiva. Foi realizada indução inalatória com sevoflurano. Após essa etapa, procederam-se: 1) punção de veia periférica; 2) pré-oxigenação; 3) indução anestésica, via intravenosa (IV), com lidocaína 2% sem vasoconstrictor 1mg/kg, midazolam 0,1mg/kg, fentanil 3mg/kg, e propofol (até 3mg/kg); 4) intubação orotraqueal sob laringoscopia direta; 5) checagem de intubação com capnografia e ausculta; 6) ventilação mecânica em modo controlado a pressão, em sistema fechado de baixo fluxo.

Em seguida, o mesmo fisioterapeuta neurofuncional que realizou a quantificação da espasticidade na fase pré-operatória, realizou uma segunda avaliação dos pacientes, já após ação relaxante da anestesia, imediatamente antes

de iniciar a incisão cirúrgica, através da movimentação passiva articular dos membros inferiores e medida da amplitude de movimento com um goniômetro (Goniômetro grande pvc 20cm Carci), bem como a vídeo documentação do teste. Logo após, o enfermeiro procedeu com a sondagem vesical de demora. Na sequência, o médico neurofisiologista iniciou o processo de monitorização neurofisiológica com a colocação de eletrodos de agulha em músculos-alvos previamente definidos em criterioso protocolo, para captação de parâmetros neurofisiológicos. Posicionaram-se os pacientes em decúbito ventral, postura em trendelemburg, para minimizar perda liquórica. Manteve-se anestesia venosa total no intraoperatório com propofol e cloridrato de remifentanil. O neurocirurgião fez a localização do cone medular, inicialmente com ultrassom e, em seguida, a marcação da primeira vértebra lombar (L1) com auxílio de aparelho de Raio-X, executada pelo técnico em radiologia.

Após todos os procedimentos adequados de antissepsia do neurocirurgião, auxiliares, local de incisão no paciente, colocação de placa do bipolar, colocação dos arcos cirúrgicos e colocação do campo cirúrgico, sendo esse especialmente desenhado pelo neurocirurgião para atender às necessidades de mínima exposição de regiões específicas (tóraco-lombar e membros inferiores), que o procedimento exige, e confeccionado por uma costureira, foi realizada a laminotomia vertebral com exposição do canal raquiano e abertura longitudinal da dura-máter para que fosse realizada a exploração dos nervos espinhais, com conseqüente diferenciação entre níveis medulares, raízes ventrais e dorsais, e criteriosa radiculotomia de um percentual de radículas dorsais previamente definidas ambulatorialmente e discutidas no centro cirúrgico, apresentadas ao neurocirurgião e ao médico neurofisiologista pelo fisioterapeuta neurofuncional, para nova discussão e alinhamento final do plano terapêutico singular funcional traçado individualmente para cada paciente, através do planejamento já descrito na etapa pré-operatória; e testagem de cada radícula dorsal com resposta anormal partícipes no mecanismo de espasticidade e graduadas, utilizando-se de critérios anatômicos pelo neurocirurgião, da resposta eletrofisiológica analisada pelo médico neurofisiologista e da resposta comportamental através da palpação muscular durante a contração e movimentos articulares analisados pelo fisioterapeuta neurofuncional. A Figura 4 representa o posicionamento da equipe multidisciplinar no centro cirúrgico.

Foto 4 - Posicionamento dos membros da equipe multidisciplinar no centro cirúrgico (acima e à esquerda estão o neurocirurgião pediátrico e o fisioterapeuta neurofuncional; à direita se encontra a instrumentadora cirúrgica; e abaixo o neurofisiologista clínico)



Fonte: Acervo do autor.

O processo de testagem das radículas foi realizado inicialmente à esquerda, em todos os níveis medulares (L1 a S2), e depois à direita, na mesma sequência. Ressalta-se especial cuidado no nível medular S2, seccionando-se especificamente radículas anormais relacionadas à flexão dos artelhos e poupando radículas esfinterianas. Finalmente, foi realizada a sutura hermética da dura-máter com uso de cola cirúrgica biológica para evitar fístula líquórica, seguida de laminoplastia vertebral para manter a integridade e estabilidade da coluna vertebral. Logo após, a enfermagem procedeu com o curativo da incisão cirúrgica e o médico neurofisiologista fez a retirada dos eletrodos de agulha.

A hidratação intravenosa (IV) foi realizada com solução fisiológica 0,9% ou solução com ringer com lactato. A taxa de sangramento, em todos os casos, foi mínima, e não se observaram quaisquer complicações hemodinâmicas ou respiratórias. A analgesia pós-operatória padrão foi morfina 0,1mg/kg, cetorolaco 1mg/kg e dipirona 30mg/kg, intravenosa, bem como realizou-se profilaxia de náuseas e vômitos. A extubação foi realizada em sala operatória, sem intercorrências, com adequados níveis de consciência, parâmetros respiratórios e hemodinâmicos. A alta para a Unidade de Terapia Intensiva (UTI) foi realizada com os pacientes ativos e acordados, sem dor, com respiração espontânea e sinais vitais

estáveis.

3.4.2.2 Monitorização multimodal

3.4.2.2.1 Monitorização neurofisiológica intraoperatória

O procedimento de monitorização neurofisiológica intraoperatória objetivou a diferenciação eletrofisiológica entre as raízes ventrais e dorsais, e selecionar as radículas dorsais que foram submetidas à secção cirúrgica, fornecendo ao cirurgião informações relevantes para a execução do planejamento cirúrgico, também segurança na vigilância e prevenção de lesões neurológicas indesejadas.

No paciente anestesiado, utilizou-se técnica estéril para inserção de pares de eletrodos de agulha descartável, denominados G1 e G2, em músculos específicos inervados por raízes espinhais de interesse cirúrgico. O procedimento consistiu em duas etapas: eletromiografia estimulada a 1 Hertz ou estimulação limiar e eletromiografia estimulada a 50 Hertz ou estimulação tetânica. A estimulação elétrica foi realizada com sonda bipolar de 0,5cm de distância entre os polos. Em cada teste, foram realizados pelo menos três estímulos consecutivos com resultados semelhantes, antes de prosseguir com a interpretação das respostas musculares.

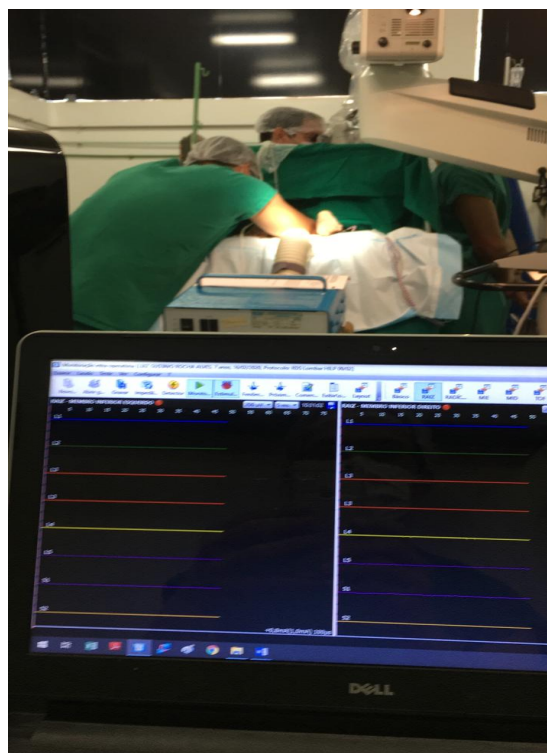
Na estimulação limiar, cada raiz recebeu o estímulo elétrico de corrente contínua, com pulso de onda quadrada, duração de 0,1 milissegundo, frequência de 1 Hertz e intensidade entre 0,1 a 10 miliamperes, para a obtenção de uma resposta muscular reflexa limiar. Nessa etapa, foi realizado o mapeamento anatômico das raízes espinhais expostas, em função das diferenças existentes nos parâmetros neurofisiológicos entre as raízes dorsais e as raízes ventrais, sendo possível informar a função sensitiva ou motora, e o território de inervação de cada raiz testada.

Na estimulação tetânica, cada raiz dorsal foi dissecada em 4 a 6 radículas, que foram testadas separadamente, com estímulo elétrico de corrente contínua, em trens de onda quadrada, com duração de 1 milissegundo e frequência de 50 Hertz, na intensidade de estímulo obtida no teste de estimulação limiar. Nessa etapa, foi realizada a escolha das radículas dorsais para secção cirúrgica, de acordo com o grau de sua resposta motora reflexa, que foram classificadas da seguinte forma: grau 0 quando não havia resposta motora reflexa; grau 1 quando havia resposta

motora reflexa somente no nível segmentar correspondente à estimulação; grau 2 quando havia resposta motora reflexa no nível segmentar correspondente à estimulação com propagação dessa resposta ao nível segmentar adjacente; grau 3 quando havia resposta motora reflexa em todo o membro inferior ipsilateral à estimulação; e grau 4 quando havia resposta motora reflexa em ambos os membros inferiores.

Foram consideradas normais as respostas grau 0, grau 1 e grau 2, e anormais as respostas grau 3 e grau 4. A monitorização neurofisiológica foi realizada com o equipamento Neuro-IOM 16 canais, registrado na ANVISA sob o número 80969860001. O equipamento foi configurado da seguinte forma: filtro passa baixa 1.000 Hz, filtro passa alta 10 Hz e taxa de amostragem de 10.000 pontos. As telas de visualização foram ajustadas para atender às diferentes etapas da estimulação eletrofisiológica, do seguinte modo: eletromiografia estimulada – sensibilidade de 200 microvolts/divisão e varredura 5 milissegundos/divisão, estimulação tetânica – sensibilidade de 400 microvolts/divisão e varredura 400 milissegundos/divisão. A Figura 5 representa o processo de monitorização neurofisiológica intraoperatória.

Foto 5 - Processo de monitorização neurofisiológica intraoperatória realizado pelo médico neurofisiologista



Fonte: Acervo do autor.

3.4.2.2.2 Avaliação da resposta muscular comportamental intraoperatória

O processo de avaliação da resposta comportamental, visualmente e através da palpação de cada grupo muscular relacionado aos níveis medulares e análise dos movimentos das articulações durante a fase de estimulação intraoperatória das raízes na RDS, associado ao procedimento de análise dos critérios eletrofisiológicos, é descrito na literatura desde o surgimento e ao longo do desenvolvimento da técnica. Baseados nos princípios da abordagem interdisciplinar para análise quantitativa e qualitativa do impacto funcional da espasticidade e suas repercussões clínicas, na estrutura e função, bem como atividades e participação dos pacientes, realizou-se a avaliação comportamental intraoperatória como extensão da avaliação funcional pré-operatória, já descrita nesse estudo, executada pelo mesmo fisioterapeuta neurofuncional, em todos os pacientes.

Os parâmetros avaliados em nosso protocolo são descritos a seguir: inicialmente, após o relaxamento muscular total promovido pela anestesia geral, restrições observadas na amplitude de movimento articular foram quantificadas por técnica padronizada com goniômetro e vídeo-documentação. Desse modo, é possível ter maior clareza dos objetivos a serem alcançados pela RDS, e da necessidade de indicação de outras intervenções cirúrgicas, sobretudo ortopédicas, como alongamentos músculo-tendíneos, transferências de tendões, entre outras.

Durante o processo de estimulação das raízes, avaliou-se visualmente e através da palpação muscular, a resposta comportamental dos grupos musculares estimulados, relacionando-os aos níveis medulares, bem como a respostas dos movimentos articulares envolvidos. Dessa forma, para primeira etapa, na qual o neurocirurgião necessita de informações para confirmar e definir o nível medular, após estímulo elétrico, verificou-se a localização do grupo muscular com resposta de contração mais consistente e articulação envolvida primariamente no movimento.

Em seguida, o neurocirurgião necessitou de informações para confirmar e diferenciar raiz motora e raízes sensitivas para aquele nível. Após o estímulo elétrico de mesma frequência e intensidade em cada raiz separadamente, classificou-se e diferenciou-se a intensidade de resposta da contração no grupo muscular inicialmente definido, observando maior intensidade de contração muscular para o estímulo na raiz motora e menor intensidade de contração muscular para o estímulo na raiz sensitiva.

Observou-se, ainda, tendência de resposta muscular com contração isotônica de curta duração para estimulação em raiz motora e resposta muscular com contração isométrica sustentada para estimulação em raiz sensitiva. Após definição precisa da porção sensitiva daquele nível, o neurocirurgião dividiu a raiz em radículas para iniciar a etapa seguinte de secção definitiva daquelas consideradas com respostas mais anômalas. Nessa fase, foram utilizados os parâmetros já estratificados do impacto funcional da espasticidade, mensurados quantitativamente e qualitativamente na fase pré-operatória pelo fisioterapeuta neurofuncional e terapeuta ocupacional, apresentados pelo mesmo fisioterapeuta neurofuncional no centro cirúrgico e discutidos com o neurocirurgião e o médico neurofisiologista, definindo-se, definitivamente, o percentual de secção que cada nível medular necessitava, conectando intimamente o procedimento com a individualidade de cada paciente, caracterizando a seletividade funcional na fase de radiculotomia.

Após novo estímulo elétrico com parâmetros de frequência e intensidade ajustados para essa fase, testou-se cada radícula, outrora denominadas pelo neurocirurgião de A, B, C e D, a depender da quantidade, e verificou-se a distribuição topográfica de resposta de contração muscular, observando se houve maior ou menor distribuição de contração nos membros inferiores e o predomínio do tipo de contração isotônico de alta intensidade ou isométrico sustentado.

Além da percepção clínica, o fisioterapeuta neurofuncional também utilizou a escala de graduação de resposta motora para classificar as radículas mais hiperativas, descritas na literatura, para somar a esse processo. As respostas motoras são classificadas numericamente, após estimulação das radículas, a saber: grau 0 – resposta normal; grau 1+ – potencial de ação sustentado com contração dos músculos inervados pelo nível segmentar da radícula dorsal estimulada; grau 2+ – resposta semelhante à do grau 1+ com contração dos músculos inervados por nível segmentar adjacente; grau 3+ – resposta semelhante à do grau 2+ com contração dos músculos inervados por múltiplos níveis segmentares ipsilaterais; grau 4+ – resposta semelhante à do grau 3+ com resposta motora na perna contralateral ou extremidade superior.

Com a soma desses parâmetros, definiram-se quais radículas geravam respostas mais anormais, sendo elegíveis para secção, prioritariamente, as de grau 4+ e 3+. Também se observou a presença ou não de contração dos esfíncteres, de forma visual e através de palpação, durante a estimulação das radículas sacrais,

verificando se havia resposta dos flexores de artelhos de forma isolada ou associada com a contração dos esfíncteres, auxiliando na diferenciação da porção não esfíncteriana de S2. Foi testada, também, a presença de clônus em cada membro inferior, antes da fase de radiculotomia, e retestou-se ao longo da fase de secção, observando-se a ausência do clônus após a radiculotomia, de todos os níveis segmentares de cada lado, sugerindo o término da necessidade de secções, devido à adequação do arco reflexo como resposta ao estiramento muscular. Conforme o exposto, a avaliação comportamental intraoperatória forneceu ao neurocirurgião parâmetro clínico-funcional para a tomada de decisões durante o ato cirúrgico. A Figura 6 representa o processo de avaliação da resposta muscular comportamental intraoperatória.

Foto 6 - Processo de avaliação da resposta muscular comportamental intraoperatória realizado pelo fisioterapeuta neurofuncional



Fonte: Acervo do autor.

3.4.3 Reabilitação intensiva pós-operatória

A abordagem fisioterapêutica neurofuncional nos pacientes do estudo baseou-se no uso da cinesioterapia, aplicada sob a égide dos princípios do aprendizado e recuperação motora, ou seja: prática intensiva, *feedback* aumentado,

repetição, motivação e engajamento da criança, associado ao uso de tarefas orientadas para objetivos motores específicos. O terapeuta ocupacional buscou tratar os componentes de desempenho ocupacional, de forma a interferir nas habilidades funcionais, proporcionando melhor qualidade de vida em relação aos déficits apresentados.

Em nosso protocolo, a partir do 2º dia de pós-operatório, realizou-se visita aos pacientes para orientar seus cuidadores quanto ao deslocamento, uso de órteses, cuidados básicos, alongamentos e documentações audiovisuais. No sétimo dia, tiveram início os atendimentos de fisioterapia neurofuncional e terapia ocupacional ambulatorial. Durante a primeira semana, realizou-se o treino para reaprendizado de atividades motoras antes realizadas, como rolar, arrastar, engatinhar, ficar de 4 apoios e em pé (para pacientes GMFCS Níveis II e III), assim como rolar e arrastar (IV e V), e orientação quanto ao uso de parapódio diário domiciliar.

A partir da segunda semana, realizou-se a eletroestimulação funcional, associada ao exercício ativo ou ativo assistido e à função, pilates adaptado à neurofuncionalidade, treino em esteira com e/ou sem suporte parcial de peso, integração sensorial, treino de restrição e indução do movimento, treino bimanual, método neuroevolutivo Bobath, recursos do método Therasuit (exceto suit) e treino de qualidade de movimentos.

3.5 Organização e análise dos dados

Para organização e tabulação das informações foi utilizado o *software* Microsoft Excel 2016 e, para a análise estatística, o *software* SPSS versão 22.

Na análise descritiva, foram utilizadas frequências absoluta e relativa, bem como as medidas de posição (média e mediana) e dispersão (desvio padrão). O Teste de normalidade Shapiro-Wilk foi empregado para mensurar o comportamento das variáveis quantitativas onde se verificou a não normalidade dos valores da escala de Ashworth Modificada e dos valores da atividade elétrica muscular em RMS medidos através da EMGs na condição de repouso muscular e movimentação passiva articular em membros inferiores. No que diz respeito à análise bivariada, foi empregado o teste de Wilcoxon para dados pareados onde se utilizou para comparar os valores mensurados pelos instrumentos aplicados nos momentos pré e

pós RDS lombar. Importante enfatizar que em todas as análises foi utilizado o nível de significância de 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme o desenho metodológico anteriormente descrito, apresentou-se os resultados encontrados através de tabelas e representação em gráficos da análise estatística da amostra da pesquisa. Abordou-se o perfil dos pacientes, os instrumentos utilizados para avaliação na fase pré e pós operatória do procedimento de RDS lombar e discutiu-se tais achados com base na literatura.

Tabela 1 - Caracterização do perfil dos pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 23

	N (%)	Média ± Dp	Med
Sexo			
Masculino	18(78,3)		
Feminino	5(21,7)		
GMFCS			
II	1(4,3)		
III	3(13,0)		
IV	13(56,5)		
V	6(26,1)		
MACS			
I	1(4,3)		
II	11(47,8)		
III	3(13,0)		
IV	2(8,7)		
V	6(26,1)		
Tipo			
Diparesia	3(13,0)		
Tetraparesia	20(87,0)		
Anos		5,09±3,26	4,00
Meses		1,43±0,51	1,00

Fonte: Elaborada pelo autor.
Dp= Desvio padrão
Med= Mediano

Com relação à caracterização do perfil dos 23 participantes submetidos à RDS lombar, observou-se o predomínio do gênero masculino (78,3%), GMFCS nível IV (56,5%), MACS nível II (47,8%), classificação quanto aos membros afetados com quadro clínico de tetraparesia (87%), média de idade 5,09 anos e média de 1,43 meses de intervalo entre a cirurgia e a avaliação pós-operatória (Tabela 1).

Tabela 2 - Análise de Normalidade da avaliação através da escala de Ashworth Modificada dos pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 23

	Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	P-valor
Flexores quadris (PRÉ)	0,868	23	0,006
Adutores quadril (PRÉ)	0,760	23	0,000
Extensores joelho (PRÉ)	0,867	23	0,006
Extensores joelho (PÓS)	0,215	23	<0,001
Flexores joelhos (PRÉ)	0,788	23	<0,001
Flexores Dorsais (PRÉ)	0,538	23	<0,001
Flexores Plantares (PRÉ)	0,402	23	<0,001
Flexores Artelhos (PRÉ)	0,853	23	0,003

Fonte: Elaborada pelo autor.

No teste de normalidade Shapiro-Wilk da população estudada, verificou-se a não normalidade dos valores da escala de Ashworth Modificada (P-valor<0,05) (Tabela 2).

Tabela 3 - Análise de comparação entre as avaliações pré e pós-operatória através da escala de Ashworth Modificada dos pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 23

	Média ± Dp	Med	P-valor ¹
Quadril/Joelho			
Flexores quadril			<0,001
Pré	1,48±0,79	1	
Pós	0,00±0,00	0	
Adutores quadril			<0,001
Pré	2,39±0,66	2	
Pós	0,00±0,00	0	
Extensores joelhos			<0,001
Pré	1,26±0,81	1	
Pós	0,04±0,21	0	
Flexores joelhos			<0,001
Pré	1,74±0,75	2	
Pós	0,00±0,00	0	
Tornozelo / artelhos			
Flexores Dorsais			0,038
Pré	0,30±0,63	0	
Pós	0,00±0,00	0	

Flexores Plantares			<0,001
Pré	2,87±0,34	3	
Pós	0,00±0,00	0	
Flexores Artelhos			<0,001
Pré	1,13±0,92	1	
Pós	0,00±0,00	0	

Fonte: Elaborada pelo autor.

*Teste de Wilcoxon

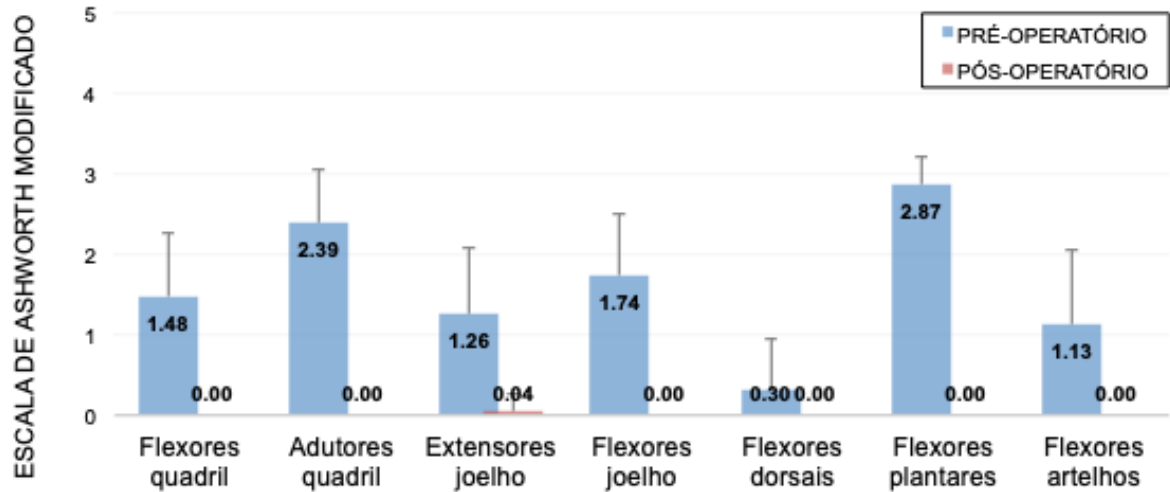
Dp= Desvio padrão

Med= Mediano

Quanto à comparação entre as avaliações pré e pós-operatória, através da escala de Ashworth Modificada nos 322 grupos musculares dos pacientes submetidos à RDS lombar, verificou-se redução significativa da espasticidade em todos os grupos musculares avaliados, como observado pelo teste de Wilcoxon ($P < 0,05$) (Tabela 3).

A redução da espasticidade observada no presente estudo corrobora com Novak e colaboradores (2013), que através da análise de 166 artigos sobre intervenções terapêuticas aplicadas na PC, estratificaram os achados de acordo com critérios de evidências e mostraram que mais de 70% dessas terapias tinham pouco resultado clínico efetivo, ou nenhum resultado. Com relação ao tratamento da espasticidade, as intervenções eleitas como efetivas foram a RDS, toxina botulínica e o diazepam (NOVAK *et al.*, 2013). Em outro estudo, McLaughlin e colaboradores (2002) observaram uma correlação de dose-dependência entre o percentual de secção das raízes dorsais e a redução do escore na escala de Ashworth Modificada, quando comparados os valores medidos nos momentos pré e pós-operatório (MCLAUGHLIN *et al.*, 2002). Em recente estudo, Agrawal e colegas (2020) ressaltam, através de uma revisão sistemática, o resultado favorável com complicações mínimas do uso da RDS no tratamento da espasticidade em crianças e adultos (AGRAWAL *et al.*, 2020).

Gráfico 1 - Média dos valores entre as avaliações pré e pós-operatória através da escala de Ashworth Modificada dos pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 23



Fonte: Elaborado pelo autor.

Observou-se redução na média nos graus de espasticidade e consequente redução da resistência ao movimento mensurados através da escala de Ashworth Modificada, principalmente nos grupos flexores plantares e adutores de quadril, seguido dos flexores de joelhos, flexores de quadril, extensores de joelhos e flexores de artelhos. Quanto aos flexores dorsais, observamos menor redução, entretanto, esse grupo muscular já apresentava menor grau de espasticidade verificado na avaliação pré-operatória (Gráfico 1). Com relação ao uso da escala de Ashworth Modificada como instrumento clínico para avaliação da espasticidade, Meseguer-Henarejos e colaboradores (2018) concluíram, através de uma revisão sistemática e meta-análise, que a concordância inter e intraexaminadores foi satisfatória e os escores da referida escala exibiram melhor confiabilidade ao medir as extremidades superiores do que as inferiores (MESEGUER-HENAREJOS *et al.*, 2018). Segundo Silva (2013), esta medida clínica possui a vantagem de ser aplicada de forma rápida, simples e não requerer equipamento ou outros gastos materiais. No entanto, a subjetividade da escala faz com que ela seja menos fidedigna, pois a escolha da pontuação é dependente da interpretação e experiência do examinador (SILVA, 2013).

Tabela 4 - Caracterização do perfil dos pacientes avaliados através da Eletromiografia de Superfície e escala de Ashworth Modificada submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 13

	N (%)	Média±Dp	Med
Sexo			
Masculino	11(89,6)		
Feminino	2(15,4)		
GMFCS			
III	2(15,4)		
IV	8(61,5)		
V	3(23,1)		
MACS			
II	7(53,8)		
III	2(15,4)		
IV	1(7,7)		
IV	3(23,1)		
Tipo			
Diparesia	2(15,4)		
Tetraparesia	11(84,6)		
Idade		5,15±3,26	4
Meses		1,31±0,48	1

Fonte: Elaborada pelo autor.

¹Teste de Wilcoxon

Dp= Desvio padrão

Med= Mediano

Com relação à caracterização do perfil dos 13 participantes submetidos à RDS lombar, avaliados pela EMGs e escala de Ashworth Modificada, observou-se o predomínio do gênero masculino (89,6%), GMFCS nível IV (61,5%), MACS nível II (53,8%), classificação quanto aos membros afetados com quadro clínico de tetraparesia (84,6%), média de idade 5,15 anos e média de 1,31 meses de intervalo entre a cirurgia e a avaliação pós-operatória (Tabela 4).

Tabela 5 - Análise de Normalidade da avaliação através da escala de Ashworth Modificada em pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 13

	Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	P-valor
Flexores quadris (PRÉ)	0,790	13	0,005
Adutores quadril (PRÉ)	0,709	13	0,001
Extensores joelho (PRÉ)	0,894	13	0,111
Extensores joelho (PÓS)	0,311	13	0,000
Flexores joelhos (PRÉ)	0,825	13	0,014
Flexores Dorsais (PRÉ)	0,446	13	<0,001
Flexores Plantares (PRÉ)	0,446	13	<0,001
Flexores Artelhos (PRÉ)	0,886	13	0,087

Fonte: Elaborada pelo autor.

No teste de normalidade Shapiro-Wilk da população estudada, verificou-se a anormalidade dos dados da escala de Ashworth Modificada, somente na classificação dos extensores de joelhos (p-valor=0,111) e flexores de artelhos (p-valor=0,087), as demais variáveis não apresentaram comportamento de normalidade (Tabela 5).

Tabela 6 - Análise de comparação entre as avaliações pré e pós-operatória através da escala de Ashworth Modificada em pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 13

	Média ± Dp	Med	P-valor ¹
Quadril/Joelho			
Flexores quadris			0,001
Pré	1,69±0,75	2	
Pós	0,00±0,00	0	
Adutores quadril			0,001
Pré	2,54±0,66	3	
Pós	0,00±0,00	0	
Extensores joelho			0,003
Pré	1,38±0,87	1	
Pós	0,08±0,28	0	
Flexores joelhos			0,001
Pré	1,92±0,76	2	
Pós	0,00±0,00	0	
TORNOZELO / ARTELHOS			
Flexores Dorsais			0,157

Pré	0,31±0,75	0	
Pós	0,00±0,00	0	
Flexores Plantares			0,001
Pré	2,85±0,38	3	
Pós	0,00±0,00	0	
Flexores Artelhos			0,004
Pré	1,31±0,95	1	
Pós	0,00±0,00	0	

Fonte: Elaborada pelo autor.

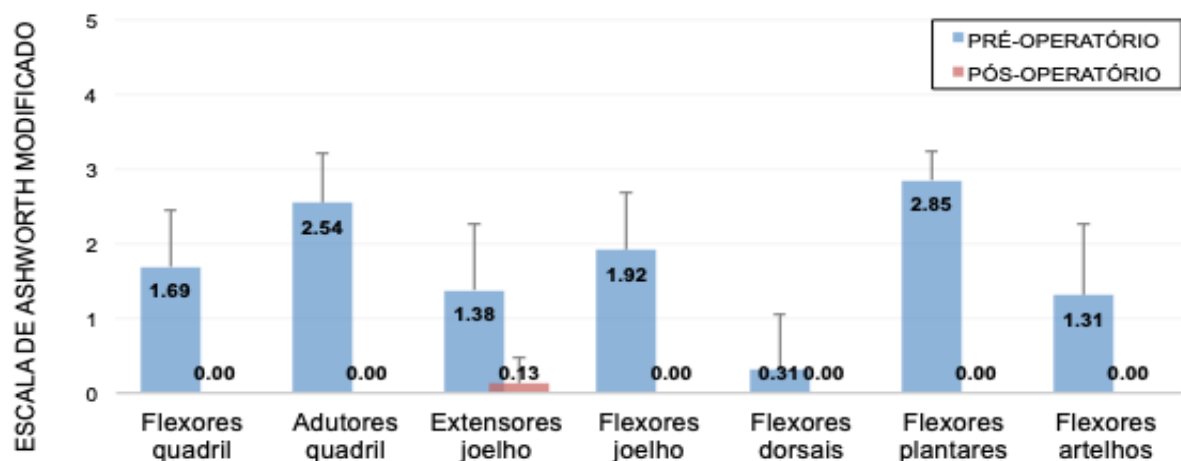
*Teste de Wilcoxon

Dp= Desvio padrão

Med= Mediano

Quanto à comparação entre as avaliações pré e pós-operatória através da escala de Ashworth Modificada nos 182 grupos musculares desses pacientes submetidos à RDS lombar, verificou-se redução da espasticidade em todos os grupos musculares avaliados, com significância estatística $P < 0,05$, exceto no grupo dos flexores dorsais, provavelmente devido ao grau de espasticidade muito leve verificado na avaliação pré-operatória (Tabela 6).

Gráfico 2 - Média dos valores entre as avaliações pré e pós-operatória através da escala de Ashworth Modificada em pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 13



Fonte: Elaborado pelo autor.

Observou-se diferença na média nos graus de espasticidade mensurados nos membros inferiores através da escala de Ashworth Modificada, principalmente nos

grupos flexores plantares e adutores de quadril; seguido dos flexores de joelhos, flexores de quadril, flexores de artelhos e extensores de joelhos. Quanto aos flexores dorsais, observamos menor redução, entretanto, esse grupo muscular já apresentava menor grau de espasticidade, verificado na avaliação pré-operatória (Gráfico 2).

Tabela 7 - Análise de Normalidade entre os valores da atividade elétrica muscular em RMS das avaliações pré e pós-operatória através da Eletromiografia de Superfície realizada em condição de repouso muscular, para os membros inferiores em pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 13

	Shapiro-Wilk					
	MEMBRO INFERIOR DIREITO			MEMBRO INFERIOR ESQUERDO		
	Estatística	df	P-valor	Estatística	df	P-valor
Adutor Magno (PRÉ)	0,934	13	0,381	0,939	13	0,442
Adutor Magno (PÓS)	0,844	13	0,024	0,847	13	0,026
Vasto Lateral (PRÉ)	0,595	13	<0,001	0,873	13	0,057
Vasto Lateral (PÓS)	0,617	13	<0,001	0,892	13	0,102
Semitendinoso(PRÉ)	0,944	13	0,508	0,720	13	0,001
Semitendinoso(PÓS)	0,817	13	0,011	0,813	13	0,010
Gastrocnêmio Medial(PRÉ)	0,666	13	<0,001	0,512	13	<0,001
Gastrocnêmio Medial(PÓS)	0,734	13	0,001	0,906	13	0,162

Fonte: Elaborada pelo autor.

No teste de normalidade Shapiro-Wilk da população estudada, verificou-se normalidade dos valores da atividade elétrica muscular no adutor magno direito (pré) (p-valor=0,381) e semitendinoso direito (pré) (p-valor=0,508); e adutor magno esquerdo (pré) (p-valor=0,442), vasto lateral esquerdo (pré) (p-valor=0,057), vasto lateral esquerdo (pós) (p-valor=0,102) e gastrocnêmio medial esquerdo (pós) (p-valor=0,162); as demais variáveis não apresentaram evidência de normalidade comprovada pelo teste (Tabela 7).

Tabela 8 - Análise de comparação entre os valores da atividade elétrica muscular em RMS das avaliações pré e pós-operatória através da Eletromiografia de Superfície realizada em condição de repouso muscular, para o membro inferior direito em pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 13

MEMBRO INFERIOR DIREITO	Média ± Dp	Med	P-valor¹
Adutor Magno			0,007
Pré	12,20±6,89	12,54	
Pós	4,88±1,92	3,96	
Vasto Lateral			0,011
Pré	7,94±6,50	5,33	
Pós	5,46±2,49	4,81	
Semitendinoso			0,003
Pré	7,56±3,23	7,70	
Pós	4,54±1,52	3,84	
Gastrocnêmio Medial			0,023
Pré	8,68±6,93	6,58	
Pós	5,79±2,71	4,58	

Fonte: Elaborada pelo autor.

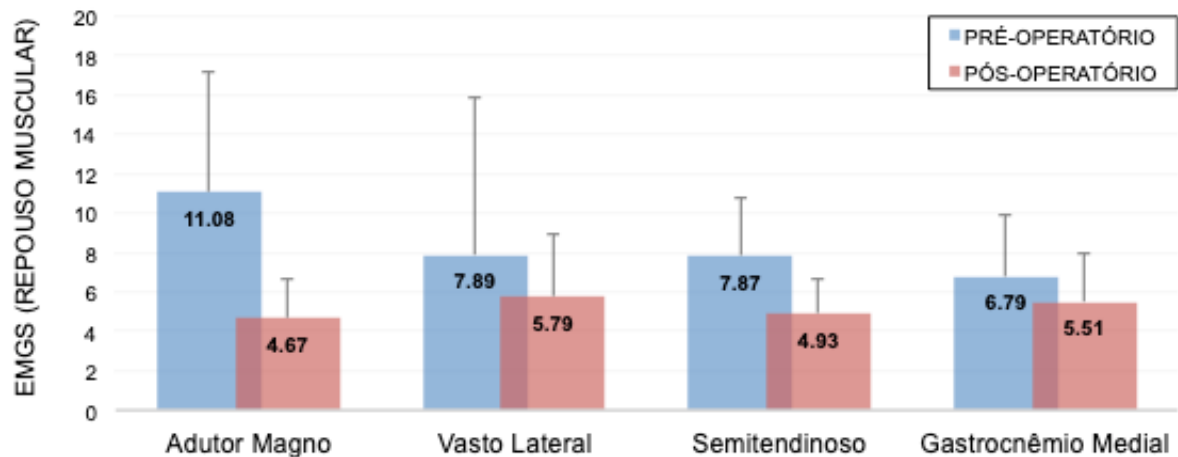
¹Teste de Wilcoxon

Dp= Desvio padrão

Med= Mediano

Com relação à comparação entre os valores da atividade elétrica muscular em RMS das avaliações pré e pós-operatória de 52 músculos-alvos, através da EMGs realizada em condição de repouso muscular para o membro inferior direito nos pacientes submetidos à RDS lombar, verificou-se redução da espasticidade em todos os músculos avaliados, com significância estatística $P < 0,05$. Através dessa análise, obtivemos parametrização quantitativa em microvolts de cada músculo relacionado aos níveis medulares abordados no procedimento, possibilitando-nos avaliar, inicialmente e detalhadamente, o comportamento muscular em repouso do membro inferior direito (Tabela 8), diferentemente do observado quando aplicamos a escala de Ashworth Modificada, em que verificamos o comportamento de um grupo de músculos através da movimentação de cada articulação testada, conforme já apresentado na tabela 6.

Gráfico 3 - Média dos valores da atividade elétrica muscular em RMS das avaliações pré e pós-operatória através da Eletromiografia de Superfície realizada em condição de repouso muscular para o membro inferior direito em pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 13



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme o gráfico 3, observou-se redução da média nos valores em RMS da atividade elétrica nos músculos mensurados pela EMGs nas avaliações pré e pós-operatória, principalmente no músculo adutor magno direito, seguido do semitendinoso direito, vasto lateral direito e gastrocnêmio medial direito. O resultado obtido através da análise com uso desse instrumento nos possibilitou mensurar quantitativamente e objetivamente o valor tanto da redução da atividade elétrica muscular quanto o valor residual, após procedimento neurocirúrgico ablativo, evidenciando a manutenção da condução elétrica para os músculos relacionados aos níveis medulares submetidos à radiculotomia, diferentemente do resultado obtido através da aplicação da escala de Ashworth Modificada, já demonstrado no gráfico 2, no qual se considera o valor residual de um grupo muscular testado através da movimentação articular de forma qualitativa e subjetiva igual a zero.

A medula espinhal é o nível mais inferior da hierarquia do sistema motor. Ela possui circuitos neuronais mediadores tanto de movimentos reflexos quanto de movimentos voluntários. Todos os sinais de comandos e controle da motricidade convergem para os motoneurônios, os quais inervam as fibras musculares esqueléticas, e, por isso, podem ser considerados a via final comum do controle

motor. O controle adequado da função motora requer, além da excitação dos músculos pelos motoneurônios anteriores, uma retroalimentação contínua a respeito da informação sensorial de cada músculo. Para fornecer essa informação contínua ao sistema nervoso central, sobre seu estado funcional, os músculos possuem dois tipos especializados de receptores sensoriais distribuídos difusamente, sendo eles os Órgãos Tendinosos de Golgi e os Fusos musculares (SILVA, 2013). Dessa forma, corroborando com a literatura, demonstrou-se, através da EMGs, valores numéricos tanto da redução dessa hiperatividade quanto da manutenção dessa complexa rede neuromuscular.

Tabela 9 - Análise de comparação entre os valores da atividade elétrica muscular em RMS das avaliações pré e pós-operatória através da Eletromiografia de Superfície realizada em condição de repouso muscular, para o membro inferior esquerdo em pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 13

MEMBRO INFERIOR ESQUERDO	Média ± Dp	Med	P-valor¹
Adutor Magno			0,005
Pré	13,11±6,63	13,78	
Pós	6,22±3,15	5,15	
Vasto Lateral			0,007
Pré	6,86±2,17	5,85	
Pós	4,91±,87	4,65	
Semitendinoso			0,023
Pré	8,07±6,07	6,14	
Pós	4,86±1,66	4,76	
Gastrocnêmio Medial			0,006
Pré	11,63±13,88	7,25	
Pós	5,58±1,21	5,60	

Fonte: Elaborada pelo autor.

¹Teste de Wilcoxon

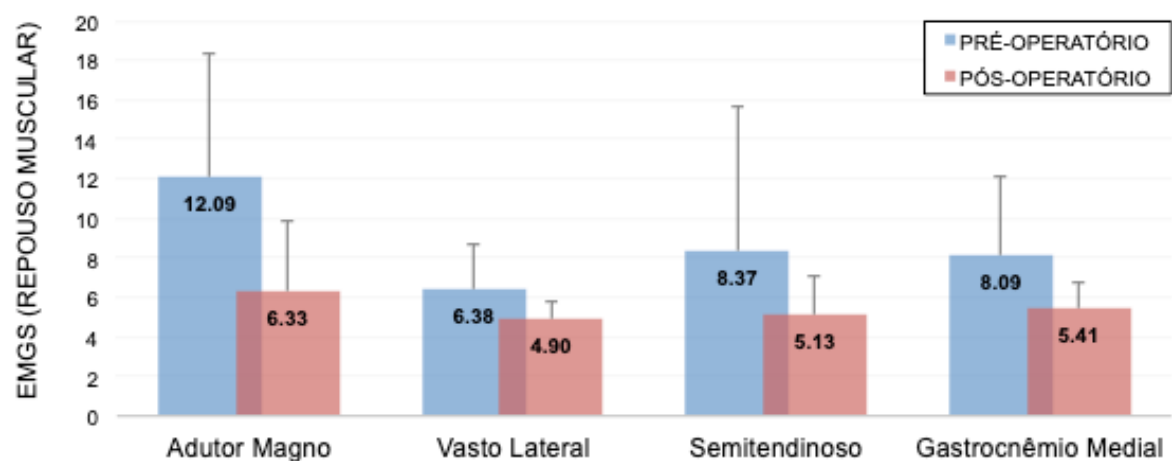
Dp= Desvio padrão

Med= Mediano

No que diz respeito à comparação entre os valores da atividade elétrica muscular em RMS das avaliações pré e pós-operatória de 52 músculos- alvos, através da EMGs realizada em condição de repouso muscular para o membro inferior esquerdo nos pacientes submetidos à RDS lombar, verificou-se redução da espasticidade em todos os músculos avaliados, com significância estatística $P < 0,05$.

Ressaltamos que através dessa análise obtivemos parametrização quantitativa em microvolts de cada músculo relacionado aos níveis medulares abordados no procedimento, possibilitando-nos avaliar, inicialmente e detalhadamente, o comportamento muscular em repouso do membro inferior esquerdo (Tabela 9); diferentemente do observado quando aplicamos a escala de Ashworth Modificada, em que verificamos o comportamento de um grupo de músculos através da movimentação de cada articulação, conforme já apresentado na tabela 6.

Gráfico 4 - Média dos valores da atividade elétrica muscular em RMS das avaliações pré e pós-operatória através da Eletromiografia de Superfície realizada em condição de repouso muscular para o membro inferior esquerdo em pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 13



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme o gráfico 4, observou-se redução da média nos valores em RMS da atividade elétrica nos músculos mensurados pela EMGs nas avaliações pré e pós-operatória, principalmente no músculo adutor magno esquerdo, seguido do semitendinoso esquerdo, gastrocnêmio medial esquerdo e vasto lateral esquerdo. O resultado obtido através da análise com uso desse instrumento nos possibilitou mensurar, quantitativamente e objetivamente, o valor tanto da redução da atividade elétrica muscular quanto o valor residual, após procedimento neurocirúrgico ablativo, evidenciando a manutenção da condução elétrica para os músculos relacionados aos níveis medulares submetidos à radiculotomia; diferente do resultado obtido

através da aplicação da escala de Ashworth Modificada, já demonstrado no gráfico 2, em que se considera o valor residual de um grupo muscular testado através da movimentação articular de forma qualitativa e subjetiva igual a zero.

Enfatizamos que tais achados fisiológicos se assemelham aos já discutidos anteriormente no membro inferior direito. Com relação ao músculo vasto lateral, também verificamos que mesmo com valores menores, a diferença entre a média da atividade elétrica obtida na avaliação pré e pós-operatória, evidenciou-se diferença estatística mensurável através da EMGs, diferentemente do achado na mensuração através da escala de Ashworth Modificada no grupo muscular dos flexores dorsais, demonstrado na tabela 6, em que através desse instrumento não foi possível a mensuração com significância estatística na situação apresentada com espasticidade leve verificada na avaliação pré-operatória.

Tabela 10 - Análise de Normalidade entre os valores da atividade elétrica muscular em RMS das avaliações pré e pós-operatória através da Eletromiografia de Superfície realizada em condição de movimentação passiva articular para os membros inferiores em pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 13

	Shapiro-Wilk					
	MEMBRO INFERIOR DIREITO			MEMBRO INFERIOR ESQUERDO		
	Estatística	df	P-valor	Estatística	df	P-valor
Aductor Magno(PRÉ)	0,863	13	0,042	0,922	13	0,265
Aductor Magno(PÓS)	0,852	13	0,030	0,797	13	0,006
Vasto Lateral(PRÉ)	0,914	13	0,205	0,850	13	0,029
Vasto Lateral(PÓS)	0,822	13	0,012	0,870	13	0,052
Semitendinoso(PRÉ)	0,785	13	0,005	0,935	13	0,399
Semitendinoso(PÓS)	0,943	13	0,498	0,753	13	0,002
Gastrocnêmio Medial(PRÉ)	0,863	13	0,043	0,661	13	0,000
Gastrocnêmio Medial(PÓS)	0,951	13	0,614	0,913	13	0,201

Fonte: Elaborada pelo autor.

No teste de normalidade Shapiro-Wilk da população estudada, verificou-se normalidade dos valores da atividade elétrica muscular nos grupos vasto lateral direito (pré) (P-valor=0,205), semitendinoso direito (pós) (p-valor=0,498) e

gastrocnêmio medial direito (pós) (P-valor=0,614). No membro inferior esquerdo, nos grupos adutor magno (pré) (p-valor=0,265), vasto lateral (pós) (P-valor=0,052), semitendinoso (pré) (p-valor=0,399) e gastrocnêmio medial (pós) (P-valor=0,201). As demais variáveis não apresentaram evidência de normalidade (Tabela 10).

Tabela 11 - Análise de comparação entre os valores da atividade elétrica muscular em RMS das avaliações pré e pós-operatória através da Eletromiografia de Superfície realizada em condição de movimentação passiva articular para o membro inferior direito em pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 13

MEMBRO INFERIOR DIREITO	Média ± Dp	Med	P-valor¹
Adutor Magno			<0,001
Pré	27,39±12,25	20,36	
Pós	8,88±3,87	6,80	
Vasto Lateral			<0,001
Pré	18,24±9,64	14,84	
Pós	7,05±2,48	6,49	
Semitendinoso			<0,001
Pré	21,57±10,82	18,70	
Pós	7,59±2,31	8,31	
Gastrocnêmio Medial			<0,001
Pré	19,22±5,86	16,12	
Pós	10,12±3,90	10,47	

Fonte: Elaborada pelo autor.

¹Teste de Wilcoxon

Dp= Desvio padrão

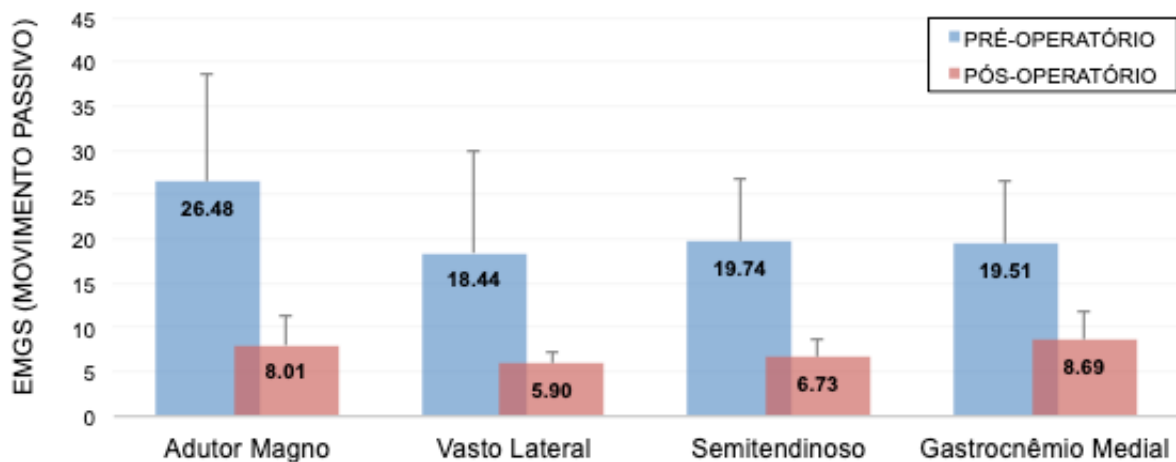
Med= Mediano

No que concerne à comparação entre os valores da atividade elétrica muscular em RMS das avaliações pré e pós-operatória de 52 músculos-alvos através da EMGs realizada em condição de movimentação passiva articular para o membro inferior direito nos pacientes submetidos à RDS lombar, verificou-se redução da espasticidade em todos os músculos avaliados com significância estatística $P < 0,05$.

Ressaltamos que através dessa análise obtivemos parametrização em microvolts de cada músculo relacionado aos níveis medulares abordados no procedimento, possibilitando-nos avaliar o comportamento muscular durante o seu estiramento, quando submetido ao movimento articular de forma abrupta, evocado

pelo examinador. Diante dos resultados obtidos, evidenciamos a diferença significativa, quantitativa e objetiva, entre os valores elétricos de resposta ao estiramento dos músculos mensurados antes e após a realização da secção das radículas dorsais. Desta forma, considerando o conceito de espasticidade definido por Lance, como um distúrbio motor caracterizado por um aumento dependente da velocidade no tônus muscular, com instabilidade exagerada do tendão resultante da hiperexcitabilidade do reflexo de estiramento como um componente da síndrome do neurônio motor superior, mostrou-se a atenuação desse mecanismo de hiperatividade (Tabela 11); diferentemente do observado quando aplicamos a escala de Ashworth Modificada, em que verificamos, de forma qualitativa e subjetiva, o comportamento de um grupo de músculos através da movimentação passiva articular, conforme já apresentado na tabela 6.

Gráfico 5 - Média dos valores da atividade elétrica muscular em RMS das avaliações pré e pós-operatória através da Eletromiografia de Superfície realizada em condição de movimentação passiva articular para o membro inferior direito em pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 13



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme De acordo com o gráfico 5, observou-se redução da média nos valores em RMS da atividade elétrica nos músculos mensurados pela EMGS nas avaliações pré e pós-operatória, principalmente no músculo adutor magno direito, seguido do semitendinoso direito, vasto lateral direito e gastrocnêmio medial direito.

Ressaltamos que o resultado obtido através da análise com uso desse instrumento nos possibilitou mensurar, quantitativamente e objetivamente, tanto o valor de redução da atividade elétrica muscular quanto o valor residual, após procedimento neurocirúrgico ablativo, evidenciando a manutenção da condução elétrica para os músculos relacionados aos níveis medulares submetidos à radiculotomia; diferentemente do resultado obtido através da aplicação da escala de Ashworth Modificada, já demonstrado no gráfico 2, em que se considera o valor residual de um grupo muscular testado através da movimentação articular, de forma qualitativa e subjetiva, igual a zero.

O reflexo de estiramento muscular basicamente consiste na contração reflexa de um músculo quando o mesmo é estirado. Assim, é a manifestação mais simples da função do fuso muscular, pois sempre que o músculo é estendido rapidamente, a excitação dos fusos causa a contração reflexa das fibras musculares extrafusais do próprio músculo estirado, e também dos músculos sinérgicos estreitamente relacionados. Anatomicamente, é o mais simples de todos os reflexos, sendo mediado por um arco reflexo monossináptico, ou seja, só depende de conexões monossinápticas entre as fibras aferentes primárias dos fusos musculares e os neurônios motores alfa que inervam o mesmo músculo. A fibra Ia entra pela raiz dorsal da medula espinhal e uma de suas ramificações segue diretamente para o corno ventral da substância cinzenta medular, fazendo sinapse excitatória com o motoneurônio alfa. Essa via monossináptica possibilita que um sinal reflexo retorne ao músculo, com menor atraso, após a excitação do fuso. Outras ramificações da fibra Ia estabelecem sinapse excitatória com interneurônio inibitório Ib, que terminam em motoneurônio alfa dos músculos antagonistas, provocando sua inibição.

Dessa forma, o estiramento muscular causa contração dos músculos agonistas e inibição dos músculos antagonistas; essa dupla ação é chamada de inervação recíproca. O reflexo de estiramento dinâmico é provocado por um estiramento rápido do músculo, que origina um sinal dinâmico potente transmitido pelas fibras aferentes do tipo Ia, que irão causar a contração reflexa do mesmo músculo de origem do sinal. Portanto, esse componente do reflexo se opõe às alterações rápidas no comprimento do músculo. Ele termina em uma fração de segundo após o músculo ter sido estirado, e depois, um reflexo de estiramento estático mais fraco continua por um período prolongado (SILVA, 2013). Dessa forma, corroborando com a literatura, demonstrou-se, através da EMGs, valores

numéricos do mecanismo de ação da rizotomia dorsal seletiva através da secção de parte das radículas dorsais do tipo Ia. (ABBOT, 1992; HAYS *et al.*, 1997; PEACOCK *et al.*, 1991; PARK *et al.*, 1992).

Tabela 12 - Análise de comparação entre os valores da atividade elétrica muscular em RMS das avaliações pré e pós-operatória através da Eletromiografia de Superfície realizada em condição de movimentação passiva articular para o membro inferior esquerdo em pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020. N: 13

MEMBRO INFERIOR ESQUEDO	Média ± Dp	Med	P-valor¹
Adutor Magno			0,002
Pré	27,49±9,74	26,31	
Pós	13,60±10,44	10,00	
Vasto Lateral			0,001
Pré	22,75±15,16	16,31	
Pós	7,89±3,76	6,40	
Semitendinoso			0,002
Pré	22,69±11,69	19,14	
Pós	9,87±6,50	7,46	
Gastrocnêmio Medial			0,001
Pré	26,48±19,94	20,13	
Pós	9,09±3,23	8,42	

Fonte: Elaborada pelo autor.

¹Teste de Wilcoxon

Dp= Desvio padrão

Med= Mediano

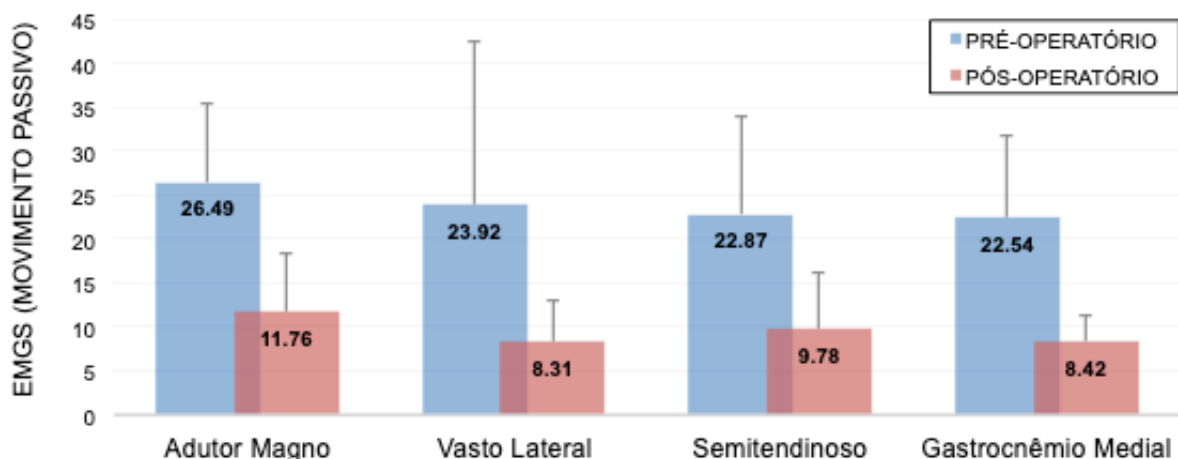
Com relação à comparação entre os valores da atividade elétrica muscular em RMS das avaliações pré e pós-operatória de 52 músculos-alvos através da EMGs realizada em condição de movimentação passiva articular para o membro inferior esquerdo nos pacientes submetidos à RDS lombar, verificou-se redução da espasticidade em todos os músculos avaliados, com significância estatística $P < 0,05$.

Ressaltamos que através dessa análise obtivemos parametrização em microvolts de cada músculo relacionado aos níveis medulares abordados no procedimento, possibilitando-nos avaliar o comportamento muscular durante o seu estiramento, quando submetido ao movimento articular de forma abrupta, evocado pelo examinador. Diante dos resultados obtidos, evidenciamos a diferença

significativa, quantitativa e objetiva, entre os valores elétricos de resposta ao estiramento dos músculos mensurados antes e após a realização da secção das radículas dorsais. Desta forma, mostrou-se a atenuação do mecanismo de hiperatividade (Tabela 12), diferentemente do observado quando aplicamos a escala de Ashworth Modificada, em que verificamos, de forma qualitativa e subjetiva, o comportamento de um grupo de músculos através da movimentação passiva articular, conforme já apresentado na tabela 6.

Gráfico 6 - Média dos valores da atividade elétrica muscular em RMS das avaliações pré e pós-operatória através da Eletromiografia de Superfície realizada em condição de movimentação passiva articular para o membro inferior esquerdo em pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Lombar para o tratamento da espasticidade na cidade de Teresina-Piauí. 2020.

N: 13



Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme o gráfico 6, observou-se redução da média nos valores em RMS da atividade elétrica nos músculos mensurados pela EMGs nas avaliações pré e pós-operatória, principalmente no músculo vasto lateral esquerdo, adutor magno esquerdo, gastrocnêmio medial esquerdo e semitendinoso esquerdo. Ressaltamos que o resultado obtido através da análise com uso desse instrumento nos possibilitou mensurar, quantitativamente e objetivamente, tanto o valor de redução da atividade elétrica muscular quanto o valor residual, após procedimento neurocirúrgico ablativo, evidenciando a manutenção da condução elétrica para os

músculos relacionados aos níveis medulares submetidos à radiculotomia; diferentemente do resultado obtido através da aplicação da escala de Ashworth Modificada, já demonstrado no gráfico 2, em que se considera o valor residual de um grupo muscular testado através da movimentação articular, de forma qualitativa e subjetiva, igual a zero. Enfatizamos que tais achados fisiológicos, assemelham-se aos já discutidos anteriormente no membro inferior direito.

Ressalta-se que os dados apresentados trazem informações pioneiras e relevantes acerca da discussão para implementação desse instrumento na prática clínica de equipes multidisciplinares, que realizam RDS para o controle permanente da espasticidade. Pereira e Araújo (2002) publicaram um trabalho demonstrando o uso da EMGs para mensurar a espasticidade em pacientes que sofreram acidente vascular cerebral, em que verificaram diferença estatística significativa da intensidade da atividade muscular do bíceps braquial no hemicorpo espástico em comparação ao sadio, num grupo de 25 pacientes. Entretanto, não foi feita nenhuma relação comparativa com tratamento específico para espasticidade no grupo estudado (PEREIRA; ARAÚJO, 2002). Da mesma forma, em estudos recentes, Luo e colegas (2019) e Yu e colaboradores (2020) reforçaram o uso da EMGs com protocolo específico para mensurar as contribuições neurais da espasticidade na prática clínica; no entanto, também não houve aplicação de forma comparativa antes e após tratamento terapêutico específico (LUO *et al.*, 2019; YU *et al.*, 2020).

5 CONCLUSÃO

Concluiu-se que o uso da EMGs na prática clínica apresentou-se como um instrumento de avaliação neurofuncional inovador para mensuração da atividade elétrica muscular com significância estatística nos pacientes com espasticidade estudados, submetidos à RDS. Verificou-se, também, a redução do grau de espasticidade dos grupos musculares mensurados pela escala de Ashworth Modificada de forma qualitativa e subjetiva. Evidenciou-se a parametrização, de forma quantitativa e objetiva, através da mensuração da atividade elétrica muscular em RMS em pacientes com espasticidade antes e após o procedimento de RDS através da EMGs. Acreditamos que novos estudos com um número maior de pacientes, será útil para ampliar a discussão a respeito desse instrumento relacionado a RDS.

REFERÊNCIAS

ABBOT, R. Complications with selective posterior rhizotomy. **J. Pediatr. Neurosurg.**, n. 18, p. 43-47, 1992.

AGRAWAL, M.; SAMALA, R.; DODDAMANI, R.; AGRAWAL, D. CHANDRA S. The role of selective dorsal rhizotomy in the management of post-traumatic spasticity: systematic review. **Neurosurgical Review**, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10143-020-01255-w>. Acesso em: 27 mai. 2020.

BECKUNG, E.; HAGBERG, G. Neuroimpairments, activity limitations, and participation restrictions in children with cerebral palsy. **Dev. Med. Child Neurol.**, v. 44, n. 5, p. 309-316, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **Portaria Conjunta nº 2, de 29 de maio de 2017**. Aprova o Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas de Espasticidade. Brasília, DF, 2017.

CARVALHO, F. T. de. **Efeitos da facilitação neuromuscular proprioceptiva e pilates em controle motor de idosos**. 2015. 71f. Tese (Doutorado em Engenharia Biomédica) – Universidade Camilo Castelo Branco, São José dos Campos, 2015.

CHABAL, C.; JACOBSON, L.; LITTLE, J. Effects of intrathecal fentanyl and lidocaine on somatosensory evoked potentials, the H-reflex, and clinical responses. **Anesth. Analg.**, v. 67, n. 6, p. 509-513, 1988.

COHEN, A. R.; WEBSTER, H. C. How selective is selective posterior rhizotomy? **Surg. Neurol.**, n. 35, p. 267-272, 1991.

ENSLIN, J.; LANGERAK, N.; FIEGGEN, A. The Evolution of Selective Dorsal Rhizotomy for the Management os Spasticity. **Neurotherapeutics**, n. 16, p. 3-8, 2019.

FERNANDES, A. C.; RAMOS, A. C. R.; CASALIS, M. E. P.; HEBERT, S. K. **AACD Medicina e Reabilitação: princípios e prática**. São Paulo: Artes Médicas, 2007.

FORSMARK, A.; ROSENGREN, L.; ERTZGAARD, P. Inequalities in pharmacologic treatment of spasticity in Sweden – health economic consequences of closing the treatment gap. **Economics Review**, v. 10, n. 4, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13561-020-0261-7>. Acesso em: 25 fev. 2020.

FORTI, F. **Análise do sinal eletromiográfico em diferentes posicionamentos, tipos de eletrodos, ângulos articulares e intensidades de contração**. 2005. 146f. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) – Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, SP, 2005.

HAYS, R. M.; MCLAUGHLIN, J. F.; GEIDUSCHEK, J. M.; BJORNSON, K. F.; GRAUBERT, C. S. Evaluation of the effects of selective dorsal rhizotomy. **Ment. Retard. Dev. Disabil. Res. Rev.**, v. 3, n. 2, p. 168-174, 1997.

HEINEN, F.; MOLENAERS, G.; FAIRHURST, C.; CARR, L. J.; DESLOOVERE, K.; CHALEAT, V. E. European consensus table 2006 on botulinum toxin for children with cerebral palsy. **Eur. J. Paediatr. Neurol.**, v. 10, n. 5-6, p. 215-25, 2006.

HENAREJOS, A.; MECA, J.; PINA, J.; HERNANDEZ, R. Inter and intra-rater reliability of the Modified Ashworth Scale: a systematic review and meta-analysis. **European Journal of Physical Rehabilitation Medicine**, v. 54, n. 4, p. 576-90, 2018.

JOZEFczyk, P. B. The management of focal spasticity. **Clin. Neuropharmacol.**, v. 25, n. 3, p. 158-73, 2002.

KERR, G. H.; SELBER, P. Musculoskeletal aspects of cerebral palsy. **J. Bone Joint Surg Br.**, v. 85, n. 2, p. 157-66, 2003.

LANCE, J. Symposium synopsis. *In*: FELDMAN, R. G.; YOUNG, R. R. K.W. (eds.). **Spasticity: disordered motor control**. Chicago: Year Book Medical Publishers; 1980. p. 485-95.

LANDAU, W. M.; HUNT, C. C. Dorsal rhizotomy, a treatment of un- proven efficacy. **J. Child. Neurol.**, n. 5, p. 174-178, 1990.

LUO, Z.; LO, W.; BIAN, R.; WONG, S.; LI, L. Advanced quantitative estimation methods for spasticity: a literature review. **Journal of International Medical Research**, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0300060519888425>. Acesso em: 13 mar. 2020.

MCLAUGHLIN, J.; BJORNSON, K.; TEMKIN, N.; STEINBOK, P.; WRIGHT, V.; REINER, A.; ROBERTS, T.; DRAKE, J.; O'DONNELL, M.; ROSENBAUM, P.; BARBER, J.; FERREL, A. Selective dorsal rhizotomy: meta-analysis of three randomized controlled trials. **Dev. Med. Child. Neurol.**, v. 44, n. 1, p. 17-25, 2002.

MITTAL, S.; FARMER, J. P.; POULIN, C.; SILVER, K. Reliability of intraoperative electrophysiological monitoring in selective posterior rhizotomy. **Journal of Neurosurgery.**, v. 95, p. 67-75, 2001.

NHS ENGLAND. **Specialised commissioning team, clinical commissioning policy statement: selective dorsal rhizotomy (SDR) for the treatment of spasticity in cerebral palsy (children aged 3–9 years): reference 170063P**. July, 2018. Disponível em: <https://www.england.nhs>. Acesso em: 26 fev. 2020.

NOVAK, I.; MCINTYRE, S.; MORGAN, C.; CAMPBELL, L.; DARK, L.; MORTON, N.; STUMBLES, E.; WILSON, S. A.; GOLDSMITH, S. A systematic review of

interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence. **Dev. Med. Child. Neurol.**, v. 55, n. 10, p. 885-910, 2013.

PANDYAN, A.; JOHNSON, G.; PRICE, C. A review of the properties and limitations of the Ashworth and modified Ashworth Scales as measures of spasticity. **Clin. Rehabil.**, v. 13, p. 373-383, 1999.

PANDYAN, A. D.; GREGORIC, M.; BARNES, M. P.; WOOD, D.; VAN WIJCK, F.; BURRIDGE, J. Spasticity: Clinical perceptions, neurological realities and meaningful measurement. **Disabil. Rehabil.**, v. 27, p. 1-2, 2005.

PARK, T. S.; OWEN, J. H. Surgical management of spastic diplegia in cerebral palsy. **N. Engl. J. Med.**, n. 326, p. 745-749, 1992.

PATEL, D. R.; SOYODE, O. Pharmacologic interventions for reducing spasticity in cerebral palsy. **Indian J. Pediatr.**, v. 72, n. 10, p. 869-72, 2005.

PEACOCK, W. J.; STAUDT, L. A. Functional outcomes following selective dorsal rhizotomy in children with cerebral palsy. **J. Neurosurg.**, n. 74, p. 380-385, 1991.

PEREIRA, A. C.; ARAÚJO, R. C. Estudo sobre a eletromiografia de superfície em pacientes portadores de espasticidade. **Rev. Bras. de Fisioter.**, v. 6, n. 3, p. 127-134, set./dez. 2002.

PHILLIPS, L. H. II.; PARK, T. S. Electrophysiologic mapping of the segmental anatomy of the muscles of the lower extremity. **Muscle Nerve.**, v. 14, p. 1213-1218, 1991.

PORTNEY, L. G.; ROY, S. H. Eletromiografia e testes de velocidade de condução nervosa. In: O'SULLIVAN, S. B.; SCHMITZ, T. J. **Fisioterapia avaliação e tratamento**. 4. ed. São Paulo: Manole, 2004. p. 213-256.

ROSENBAUM, P.; STEWART, D. The World Health Organization International Classification of Functioning, Disability, and Health: a model to guide clinical thinking, practice and research in the field of cerebral palsy. **Semin. Pediatr. Neurol.**, v. 11, n. 1, p. 5-10, 2004.

SILVA, M. B. **Método para avaliação quantitativa da espasticidade baseado no limiar do reflex de estiramento tônico**. 2013. 102f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2013.

STEINBOK, P.; LANGILL, L.; COCHRANE, D. D. Observations on electrical stimulation of lumbosacral nerve roots in children with and without lower limb spasticity. **Childs. Nerv. Syst.**, n. 8, p. 376-382, 1992.

STRAUS, S.; HAYNES, R. B. Managing evidence-based knowledge: the need for reliable, relevant and readable resources. **CMAJ.**, n. 180, p. 942-945, 2009.

TILTON, A. H. Approach to the rehabilitation of spasticity and neuromuscular disorders in children. **Neurol Clin.**, v. 21, n. 4, p. 853-81, 2003.

WARF, B. C.; NELSON, K. R. The electromyographic responses to dorsal rootlet stimulation during partial dorsal rhizotomy are inconsistent. **Pediatr. Neurosurg.**, n. 25, p. 13-19, 1996.

WESTBOM, L.; HÄGGLUND, G.; LUNDKVIST, A.; NORDMARK, E.; STRÖMBLAD, L-G. New treatment methods for spasticity and dystonia in children with cerebral palsy dictate multidisciplinary teamwork. Comprehensive approach yields good results. **Lakartidningen**, n. 100, p. 125-130, 2003.

WISSEL, J.; MÜLLER, J.; DRESSNANDT, J.; HEINEN, F.; NAUMANN, M.; TOPKA, H. Management of spasticity associated pain with botulinum toxin A. **J. Pain Symptom Manage.**, v. 20, n.1, 2000.

YU-LONG, H.; TOMOR, H.; TERRY, B. J.; KUO, C-F. S.; SHINN-ZONG, L. Selective Cervical Dorsal Rhizotomy to Relieve Upper-limb Spasticity after Stroke or Spinal Cord Injury - Report of Five Cases. **Tzu Chi Med J.**, n. 16, p. 371-375, 2004.

YU, S.; CHEN, Y.; CAI, Q.; MA, K.; ZHENG, H.; XIE, L. A novel quantitative spasticity evaluation method based on surface eletromyogram signals and adaptive neuro fuzzy inference system. **Neuroscience**, v. 14, n. 462, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00462>. Acesso em: 23 jun. 2020.

APÊNDICE A – ARTIGO CIENTÍFICO

SURFACE ELECTROMYOGRAPHY IN THE EVALUATION OF SPASTIC PATIENTS SUBMITTED TO THE SELECTIVE DORSAL RHIZOTOMY

sEMG EVALUATION OF SPASTIC PATIENTS IN THE SDR

Leonardo R. S. RODRIGUES^{1,3,4,6*}; Ana P. C. P. RODRIGUES⁴; Francisco J. ALENCAR^{1,2,3}; Josione R. FERREIRA^{1,5}; Leylane A. M. R. LOPES^{3,4}; Clara L. C. L. ALENCAR²; Kelson N. G. SILVA⁶; Antônio L. M. M. FILHO^{1,6}

1 Post-graduation program in Biotechnology in Human and Animal Health – PPGBiotec – Focal point – Universidade Estadual do Piauí, Teresina, PI, BRA;; 2 Lucídio Portela Children’s Hospital, Teresina, PI, BRA; 3 Spasticity Ambulatory of Centro Integrado de Reabilitação (Rehabilitation Integrated Center), Teresina, PI, BRA; 4 Espaço Neurofuncional, Teresina, PI, BRA; 5 Meneses Rêgo Clinic – Medclínica, Teresina, PI, BRA; 6 Physiotherapy Course of Universidade Estadual do Piauí, Teresina, PI, BRA;

***Corresponding author:** Master’s student of the Post-graduation program in Biotechnology in Human and Animal Health – PPGBiotec, Focal Point – Universidade Estadual do Piauí – UESPI – Rua João Cabral, 2231, Zona Norte – Bairro: Pirajá, CEP.: 64.002-224, Teresina/PI – Brasil; Neurofunctional physiotherapist of Espaço Neurofuncional and Spasticity Ambulatory of Centro Integrado de Reabilitação de Teresina (Rehabilitation Integrated Center) – CEIR – Auxiliar Professor of Universidade Estadual do Piauí – UESPI, leofisiot@hotmail.com;

ABSTRACT

BACKGROUND: The selective dorsal rhizotomy (SDR) has been used in the treatment of spasticity in patients with brain paralysis, with broad scientific evidence. There is no consensus about the best test that could encompass all the aspects influenced by spasticity, an objective evaluation is valid to measure the results of the applied treatment. The Surface Electromyography (sEMG) is a non-invasive method that registers the muscular electrical activity.

OBJECTIVE: Verify the use of sEMG in the clinical practice, as an instrument of pre and post-operative neurofunctional evaluation in the SDR.

APPROACH: This is an observational, longitudinal, retrospective and descriptive study with a quantitative and qualitative approach.

ENVIRONMENT: Held in a neurosurgery reference hospital and pediatric rehabilitation center.

POPULATION: In the period of 5 years, 97 individuals with brain paralysis diagnose were submitted to single stage lumbar SDR by the same multidisciplinary team. Out of these, 23 patients were included in the study, from both genders, with age ranging between 2 and 14 years old.

METHODS: 322 muscular groups were evaluated by the Modified Ashworth scale and 104 target muscles through the sEMG, in the condition of muscular rest and articular passive movement, in the pre and post-operative stages. It was performed by the same neurofunctional physiotherapist with experience in evaluating spastic patients.

RESULTS: The lower limbs muscular groups evaluated through the Modified Ashworth scale demonstrated statistic significance ($P < 0,05$). The values of the electrical muscular activity in micro-volts in Root Mean Square (RMS), measured through the sEMG in each target-muscle related to the medullar levels approached in the procedure, demonstrated statistic significance in the conditions of muscular rest and passive articular movement ($P < 0,05$).

CONCLUSION: We concluded that the use of sEMG, in the clinical practice, presented itself as an instrument of quantitative and objective evaluation, with statistic significance in the patients submitted to the lumbar SDR for the treatment of spasticity.

IMPACT IN THE REHABILITATION: The use of sEMG makes the measurement of the action mechanism of SDR for the reduction of spasticity possible in an objective way, demonstrating comparative values in micro-volts of the muscular electrical activity between the pre and post-operative stages. Different from the result obtained in the Modified Ashworth scale, because the choice in scores is dependent on the interpretation and experience of the examiner.

Keywords: Surface electromyography. Spasticity. Selective Dorsal Rhizotomy.

INTRODUCTION

In the daily routine of the professional who works with rehabilitation, there are patients that suffered lesion in the central nervous system and present spasticity as a frequent complication, bringing as consequence a negative impact in his functional capacity and quality of life, being this, also, a restraining factor during the therapies and a great challenge for the multi-professional team and family members involved in this complex context¹. According to Lance, the spasticity is a motor disturbance characterized by a dependent increase in the muscular tone, with exaggerated instability in the tendon, resulting in the hiperexcitability of the stretching reflex as a component of the upper motor neuron syndrome². Pandyan and collaborators (2005), conceptualized spasticity as a sensorimotor control disorder, caused by a lesion in the upper motor neuron, presenting itself as an involuntary intermittent activation or sustained by muscles³. It's important to mention that the discussion and comprehension of the physiology of spasticity is currently about the lesion on the spinal reticulospinal tract, and its role in the reduction of muscular activity⁴.

There is no consensus about the best test that could encompass all aspects influenced by spasticity and give north to the clinical multidisciplinary treatment. The majority of evaluation instruments used in the clinical practice analyze the spasticity in a subjective and qualitative way and dependent on many factors, such as: patient's emotional state, room temperature, inter-examiner and intra-examiner variation, among others⁵.

In recent review of literature, the current clinical scales are discussed, such as the Modified Ashworth Scale, Modified Tardieu Scale, Tone Evaluation Scale and the Plantar Flexor Tone Scale, broadly used by professionals who work in rehabilitation, present limited reliability and reproducibility, and don't discriminate the neural and non-neural contributions involved in the spasticity. The sEMG can provide neural information and evaluate the spasticity objectively and quantitatively, providing valuable information for studies about treatment and rehabilitation, when compared to clinical scales. It's a non-invasive and convenient treatment to register the intensity of the muscular activity and the pattern of activity in patients with spasticity, which suffered brain damage through cerebrovascular accident^{6,7}.

The Selective Dorsal Rhizotomy (SDR) has been used in the treatment of spastic diplegia in children with brain paralysis in the last few years, with evidence of Class I. Recently, it has also shown to be effective in the adult population, with observed improvement in the quality of life and in the daily life activities. There are also available data showing an improved result, in the long run, on patients after SDR. Many centers have also used this procedure to treat spasticity due to other causes, with encouraging results⁸⁻¹³. For that, it's necessary to make an instrumentalized neurofunctional evaluation, performed by a multi-professional team with interdisciplinary approach, for a higher level of safety and efficiency in the surgical intervention¹⁴⁻¹⁷. Our team has been performing the SDR for 9 years, through a minimally invasive technique with access to the medullar cone performed by the same neurosurgeon, intraoperative neurophysiological monitoring done by the same clinical neurophysiologist, evaluation of the intraoperative motor behavior response registered by the same neurofunctional physiotherapist and pre and post-operative evaluation and intensive rehabilitation performed by the same neurofunctional physiotherapist and occupational therapist.

In this study, the objective was to verify the utilization of sEMG in the clinical practice, as an instrument of neurofunctional pre and post-operative evaluation, measuring quantitatively and objectively the muscular activity in the patient with spasticity submitted to SDR.

MATERIALS AND METHODS

Being SDR a neurosurgical procedure integrated to the rehabilitation process, from march 2015 to march 2020, 97 individuals with diagnosis of cerebral palsy presenting spasticity and indication of surgical treatment were submitted to the procedure through a protocol thoroughly defined by the same team, all with experience in rehabilitation. Out of these, 23 patients from both genders, with ages ranging between 2 and 14 years old.

PROFILE OF PATIENTS

Regarding the profile characterization of the 23 participants submitted to lumbar SDR, it was observed the predominance of the male gender (78,3%),

GMFCS level IV (56,5%), MACS level II (47,8%). classification regarding the affected limbs with clinical picture of tetra-paresis (87%), average age 5,09 years old and average interval between the surgery and the post-operative evaluation of 1,43 months. Additional information is described in the table I.

The project was submitted to the local Research Ethics Committee, under number CAAE 16815019.7.0000.5209, and was approved through the consolidated opinion of CEP nº 3.815.025. The legal representatives of the patients signed an informed consent form.

PRE AND POST-OPERATIVE NEUROFUNCTIONAL EVALUATION

The pre and post-operative evaluation protocol, performed by the same neurofunctional physiotherapist with experience in spastic patients evaluation, consisted in the following steps: 322 muscular groups of lower limbs of the 23 patients were submitted to the spasticity evaluation, following the concepts of the International Classification of Diseases, evaluation of structure or body function through the Modified Ashworth Scale. Out of these, 104 target-muscles of lower limbs in 13 participants were also evaluated through the Surface Electromyography (sEMG), following the concepts of SENIAM (surface EMG for a non-invasive assessment of muscles), in the condition of muscular rest and passive articular movement, related to the medullar levels approached in SDR. These parameters had the objective of mapping the spasticity involvement profile with individualized functional impact of the patients, directing and composing the surgical planning to support the definition of the percentage of section in the nerve rules.

The Modified Ashworth Scale classifies the muscular tone the following way: score 0 – normal muscular tone; score 1 – subtle increase of the muscular tone, shown through contraction and relaxing or through minimum resistance in the end of the range of motion when the affected segment is moved in bending or extension; score 1+ - subtle increase in the muscular tone shown through contraction associated to a minimum resistance during the rest of the range of motion (less than half); score 2 – higher increase in the muscular tone during the majority of the range of motion, however, the segment is easily moved; score 3 – considerable increase in the muscular tone, the passive movement is performed with difficulty; score 4 – the affected segment is rigid in bending or extension¹⁸.

In the evaluation through the sEMG (Surface electromyograph Miotool 400, serial number 00259, ANVISA register number 80351690001, Miotec brand, data acquisition software MioGraph, hardware Miotool USB, 4 channels, SDS 500 sensor, filter High-pass 10 Hz and low-pass 400 Hz), initially, the patient was put in dorsal decubitus in a scaffold, the epilation and asepsis with 70% alcohol were performed in the region where the electrodes would be placed. Afterwards, the sensors, with their respective electrodes, were put in the previously defined target-muscles, corresponding to some medullar levels approached in the intraoperative stage, being: Adductor Magnus (L1-L2), Lateral Vastus (L2-L3), Semitendinosus (L5-S1), Gastrocnemius Medial (S1-S2) and left lateral malleolus to the ground electrode. Initially, the acquisition of the muscular electrical activity in micro volts in the state of rest was performed; on this step, the muscular activity was recorded in the interval of 10 seconds, for later analysis in Root Mean Square (RMS); next, in the condition of passive movement of hips, knees and ankle joints, respectively, through an abrupt movement of muscle strain, executed by the same neurofunctional physiotherapist who was evaluating. On this step, the muscular activity was also recorded in the interval of 10 seconds, for subsequent analysis of Root Mean Square (RMS). The data collection was always performed on the left leg, initially, then later on the right leg.

Selective Dorsal Rhizotomy with interdisciplinary approached

Surgical technique

The patients were admitted to the hospital the day before, or in the morning of the procedure day. All patients were accommodated by the anesthesiology team, with pre-anesthetic evaluations immediately before entering the surgical center, being the patients in their best physical and neurological states and pre-operative standard fasting. In the operating room, they were monitored with cardioscope, pulse oximeter and non-invasive blood pressure. An inhalation induction with sevoflurane was done. After this step, came the following: 1) puncture of peripheral vein; 2) pre-oxygenation; 3) anesthetic induction, intravenous route, with lidocaine 2% without vasoconstrictor 1mg/kg midazolam 0,1mg/kg, fentanil 3mg/kg and propofol (up to 3mg/kg); 4) orotracheal intubation under direct laryngoscopy; 5) checking of

intubation with capnography and auscultation; 6) mechanical ventilation in pressure-controlled way, in a closed system of low flow.

Next, the same neurofunctional physiotherapist who performed the spasticity quantification in the pre-operative stage, performed a second patient evaluation, after the relaxing action of anesthesia, right after starting the surgical incision, through articular passive movement of lower limbs and measured the range of movement with a goniometer (large goniometer pvc 20cm Carci), as well as the video documentation of the test. Immediately after, the nurse proceeded a vesical probing. After this, the neurophysiologist physician initiated the process of neurophysiological monitoring, putting the needle electrodes in target-muscles, which were previously selected in a thorough protocol, for capturing neurophysiological parameters. The patients were positioned in prone position, Trendelenburg, to minimize the loss of liquid. The total intravenous anesthesia was kept in the intraoperative stage with propofol and remifentanyl hydrochloride. The neurosurgeon pinpointed the medullar cone, initially with ultrasound and, after, the marking of the first lumbar vertebra (L1) with the help of an X-Ray machine, conducted by the radiology technician.

After all the adequate antisepsis procedures of the neurosurgeon, assistants, patient's incision site, placing the bipolar plate, placing the surgical arcs and placing the surgical camp, the latter being specially defined by the neurosurgeon to meet the needs of minimum exposure of specific regions (thoracic-abdominal and lower limbs), that the procedure demand, and manufactured by a seamstress, an incision of around 4 centimeters was made, dissection of the soft tissues and vertebral lamination with exposure to the rachidian canal and lengthwise opening of the dura mater in order to explore the spinal nerves, with consequent differentiation between medullar levels, ventral and dorsal roots, and thorough radiculotomy of a percentage of dorsal radicles previously clinically defined and discussed in the surgical center, presented to the neurosurgeon and to the neurophysiologist physician by the neurofunctional physiotherapist for a new discussion and final alignment of the therapeutic singular functional plan traced individually for each patient, through a previously described plan in the pre-operative stage; and testing of every dorsal radicle with abnormal response that are part of the spasticity mechanism and graduated, using anatomical criteria by the neurosurgeon, of the electrophysiological response analyzed by the neurophysiologist physician and the behavioral response

through the muscular palpation during contraction and articular movements by the neurofunctional physiotherapist.

The process of testing the radicles was initially performed on the left side, in all medullar levels (L1 to S2), and after, on the right, in the same sequence. It's important to note that there was special care about the medullar level S2, sectioning specifically abnormal radicles related to the bending of the toes and preserving sphincter radicles. Finally, the hermetic suture of the dura mater was done using surgical biological glue to avoid liquid fistula, followed by vertebral lamination to keep the integrity and stability of the backbone. Right after, the nurse proceeded with the bandage of the surgical incision and the neurophysiologist physician removed the needle electrodes.

The intravenous hydration was held with saline solution 0,9% or solution with Ringer's lactate. The bleeding rate, in all cases, was minimum, and no hemodynamic or breathing complications were observed. The post-operative pattern sedation was morphine 0,1mg/kg, ketorolac 1mg/kg and dipyrone 30mg/kg, intravenous, as well as nausea and vomit prophylaxis. The extubation was done in an operation room, without complications, with adequate levels of conscience, breathing and hemodynamic patterns. The hospital discharge to the Intensive Care Unit happened with the patients active and awake, with no pain, with spontaneous breathing and stable vital signs.

Multimodal monitorization

Intraoperative neurophysiological monitorization

The procedure of intraoperative neurophysiological monitorization had the objective of electrophysiologically differentiate the ventral and dorsal roots and select the dorsal radicles which were submitted to the surgical section, providing relevant information to the surgeon for the execution of the surgical planning, and also safety in the vigilance and prevention of unwanted neurological lesions.

In the anesthetized patient, a sterile technique for inserting the pairs of disposable needle electrodes (denominated G1 and G2) was used in specific muscles innervated by spinal roots of surgical interest. The procedure consisted in two steps: stimulated electromyography at 1Hz or threshold stimulation and

stimulated electromyography at 50 Hz or tetanic stimulation. The electrical stimulation was performed with a bipolar probe with 0.5cm distance between the poles. In each test, at least three consecutive stimuli with similar results were conducted, before proceeding with the muscular response interpretation.

In the threshold stimulation, each root received the electrical stimulus of direct current, with square wave pulse, 0.1 ms duration, frequency of 1Hz and intensity between 0.1 to 10 milliamps, in order to obtain a reflex muscular threshold response. In this stage, the anatomic mapping of the exposed spinal roots was conducted, due to the existing differences in the neurophysiological parameters between the dorsal and ventral roots, being possible to inform the sensitive or motor function, and the innervation territory of each tested root.

In the tetanical stimulation, each dorsal root was dissected into 4 to 6 radicles, that were tested separately, with continuous current electrical stimulus, in square wave trains, with duration of 1ms e frequency of 50Hz, in the intensity of stimulus obtained in the threshold stimulation test. In this stage, the dorsal radicles for the surgical section were chosen, according to the degree of motor reflex response, which were classified as follows: grade 0 when there was no reflex motor response; grade 1 when there was reflex motor response only in the segmental level corresponding to the stimulation; grade 2 when there was reflex motor response in the segmental level corresponding to the stimulation with propagation of this response to the adjacent segmental level; grade 3 when there was reflex motor response in all the lower limb ipsilateral to the stimulation; and grade 4 when there was reflex motor response in both lower limbs.

The grades 0, 1 and 2 responses were considered normal and the grades 3 and 4 responses were considered abnormal. The neurophysiological monitoring was held with the Neuro-IOM 16 channels equipment, registered in ANVISA under the number 80969860001. The equipment was set in the following way: low-pass filter 1.000Hz, high-pass filter 10 Hz and sampling rate of 10.000 points. The viewing screens were set to serve the different stages of the electrophysiological stimulus, as follows: stimulated electromyography – sensibility of 200 micro-volts/division and 400 ms/division scan.

Evaluation of the intraoperative behavior motor response

The process of evaluating the behavioral response, visually and through palpation of each muscular group related to the medullar levels and analysis of the joints movement during the roots intraoperative stimulation stage on SDR, associated with the procedure of analysis of electrophysiological criteria, is described in the Literature since the birth and along the development of the technique. Based on the principles of interdisciplinary approach for quantitative and qualitative analysis of the functional impact of spasticity and its clinical repercussions, both in structure and function, as well as activities and participation of patients, the intraoperative behavioral evaluation was performed as an extension of the preoperative functional evaluation, already described on this study, executed by the same neurofunctional physiotherapist, in all patients.

The parameters evaluated on this protocol are described as follows: initially, after the total muscular relaxation promoted by general anesthesia, restrictions observed in the range of articular movement were quantified by patterned technique with goniometer and video-documentation. This way, it is possible to have more clarity of the objectives to be reached by SDR, and also about the need of indication to other surgical interventions, specially orthopedical, such as muscular-tendineae elongation, transfer of tendons, among others.

During the process of root stimulation, the behavioral response of the stimulated muscular groups were visually and through muscular palpation evaluated, matching them to the medullar levels, as well as to responses of the articular movements involved. This way, for the first step, on which the neurosurgeon needs information to confirm and define the medullar level, after electrical stimulus, the location of the muscular group with more consistent contraction response and articulation involved primarily on the movement were verified.

Next, the neurosurgeon needed information to confirm and distinguish the motor root and sensitive roots for that level. After electrical stimulus on the same frequency and intensity in each root separately, the intensity of response in the contraction of the muscular group initially defined was classified and differentiated, observing bigger intensity of muscular contraction for the motor root stimulus and smaller intensity of muscular contraction for the stimulus of the sensitive root.

A tendency of muscular response with isotonic contraction of short duration for stimulation on motor root and muscular response with isometric contraction sustained for sensitive root stimulation was observed. After precise definition of the sensitive portion of that level, the neurosurgeon divided the root in radicles to start the next step of the definitive section of those considered having more abnormal responses. On this step, the already stratified parameters of the functional impact of spasticity were used, measured quantitatively and qualitatively on the pre-operative stage by the neurofunctional physiotherapist and occupational therapist, presented by the same neurofunctional physiotherapist on the surgical center and discussed with the neurosurgeon and the neurophysiologist physician, defining definitely the percentage of the section that each medullar level demanded, connecting intimately the procedure with the individuality of each patient, characterizing the functional selectivity on the radiculotomy stage.

After new electrical stimulus with frequency and intensity parameters for this stage, each radicle was tested, once denominated by the neurosurgeon of A, B, C and D, depending on the amount, and the topographic distribution of muscular contraction response was verified, observing whether there was more or less distribution of contraction on the lower limbs and the predominance of the type of high intensity isotonical contraction or sustained isometric.

In addition to the clinical perception, the neurofunctional physiotherapist also used the graduation scale of motor response to classify the more hyperactive radicles, described in Literature, to add to this process. The motor responses are classified numerically, after stimulation of the radicles, namely: grade 0 – normal response; grade 1+ - action potential sustained with innervated muscles contraction by the segmental level of the stimulated dorsal radicle; grade 2+ - response similar to grade 1+ with contraction of the innervated muscles by adjacent segmental level;; grade 3+ - similar response to grade 2+ with contraction of the innervated muscles by multiple ipsilateral segmental levels; grade 4+ - similar response to grade 3+ with motor response on the contralateral leg or superior extremity.

With the sum of these parameters, the radicles which generated more abnormal responses were defined, being eligible for the section, prioritily, the ones of grade 4+ and 3+. The presence or not of sphincter contraction was also observed, visually and through palpation, during the stimulation of the sacral radicles, verifying if there was any response from the flexors of the toes in an isolated way or

associated with the sphincter contraction, helping in differentiating the non-sphincterian portion of S2. The presence of clonus in each lower limb was also tested, before the radiculotomy stage, and retested along the section stage, observing the absence of clonus after the radiculotomy, of all segmental stages on each side, suggesting the end of need for sections, due to the adequacy of the reflex range as response to the muscular strain. As exposed, the intraoperative behavioral evaluation provided the neurosurgeon clinical-functional parameter for the decision-making during the surgical-act.

Post-operative intensive rehabilitation

The neurofunctional physiotherapeutical approach on the patients of this study was based on the use of kinesitherapy, applied under the principles of learning and motor recovery, in other words: intensive care, increased feedback, repetition, motivation and child engagement, associated to the use of oriented tasks for specific motor objectives. The occupational therapist aimed to treat the components of occupational performance, in a way that could interfere in the functional abilities, providing better quality of life in regards to the presented deficits.

In our protocol, starting from the second day of post-operative, the patients were visited and their caretakers received orientation about the relocation, use of orthoses, basic care, stretching and audiovisual documentation. On the seventh day, the neurofunctional physiotherapy assistance started as well as the clinical occupational therapy. During the first week, the training to relearn the motor activities previously performed, such as rolling, dragging, crawling, standing with hands and knees and standing up (for patients GMFCS Levels II and III), as well as rolling and dragging (IV and V) and orientation about the use of daily home parapodium.

Starting from the second week, a functional electrostimulation, associated with the active or assisted active exercise and to the function, Pilates adapted to the neurofunctionality, training in treadmill with and without partial weight support, sensorial integration, restriction and movement induction training, bi-manual training, Bobath neuroevolutive method, Therasuit method resources (except for suit) and movement quality training were performed.

Statistic Analysis

In the descriptive analysis, absolute and relative frequencies were used, as well as position measures (mean and median) and dispersion (standard deviation). The Shapiro-Wilk normality test was conducted to measure the behavior of the quantitative variables where the non-normality of the Modified Ashworth scale and of the RMS electrical muscular activity were verified through the sEMG in the condition of muscular rest and articular passive movement in lower limbs. Concerning the bivariate analysis, the Wilcoxon test was used for paired data which was used to compare the measured values by the applied instruments in the pre and post lumbar SDR moments. It's important to emphasize that in all analyses the level of significance used was 5%.

Data Availability

The data associated with the article are not publicly available, but are available from the corresponding author upon reasonable request.

RESULTS

According to the methodological panorama previously described, we will approach in details the comparative discoveries of the measured data through the instruments used in the pre and post-operative lumbar SDR procedure.

In terms of the comparison between the pre and post-operative evaluations, through the Modified Ashworth Scale on the 322 muscular groups analyzed, a significant reduction in spasticity on all evaluated muscular groups was observed, as seen on the Wilcoxon test ($P < 0,05$) (Table II). According to chart 01, a reduction in the average degrees of spasticity has been observed and consequently a reduction on the resistance to measured movements through the Modified Ashworth scale, mainly on the plantar flexor groups and hip adductors, followed by the knee flexors, hip flexors and toe flexors. About the dorsal flexors, we observed less reduction, however, this muscular group already presented less degree of spasticity verified in the pre-operative evaluation.

Regarding the comparison between the values of muscular electrical activity in SMR of pre and post-operative evaluations on 104 target-muscles, through sEMG performed in muscular rest condition for the right and left lower limbs, a reduction on spasticity was observed in all evaluated muscles, with significant statistics observed by the Wilcoxon test ($P < 0.05$). Through this analysis, we obtained quantitative parametrization in micro-volts on each muscle related to the medullar levels approached in the procedure, making it possible for us to evaluate, initially and in details, the muscular behavior in rest (Tables III and IV), differently from the observed when we applied the Modified Ashworth scale, in which we observed the behavior of a group of muscles through the movement of each tested articulation, as presented on table II. According to charts 2 and 3, a reduction in the average values on SMR of the electrical activity on the muscles of the right and left lower limbs was observed, being respectively: the right magnus adductor muscle, followed by the right semitendinous, right lateral vastus and right medial gastrocnemius, as well as left magnus adductor, followed by the left semitendinous, left medial gastrocnemius and left lateral vastus. The result obtained through the analysis of the use of this instrument made it possible for us to measure quantitatively and objectively the value of both the reduction of muscular electrical activity and the residual value, after ablative neurosurgical procedures, demonstrating the maintenance of electrical conduction to the muscles related to the medullar levels submitted to radiculotomy, differently of the result obtained through the application of the Modified Ashworth Scale, already demonstrated on chart 1, on which a residual value of a tested muscular group is considered through articular movement of qualitative and subjective value equal to zero.

The comparison between the values of muscular electrical activity on SMR of the pre and post-operative evaluations on 104 target-muscles through sEMG conducted on articular passive movement condition for the lower right and left members evidenced a reduction on spasticity in all the evaluated muscles with statistic significance observed on the Wilcoxon test ($P < 0.05$). We emphasize that through this analysis we obtained parametrization in micro-volts of each muscle related to the medullar levels approached on the procedure, making it possible for us to evaluate the muscular behavior during strain, when submitted to the articular movement in a steep way, evoked by the examiner. In face of the results obtained, a significant difference, quantitatively and objectively, between the electrical values of

strain response of the muscles measured before and after the realization of the section on the dorsal radicles was observed. This way, considering the concept of spasticity defined by Lance (1980), as a motor disturbance characterized by a dependent rise in the muscular tonus speed, with exaggerated instability of the tendon resulting of the hyper excitability of the strain reflex as a component of the upper motor neuron syndrome, the attenuation of the hyperactivity mechanism was shown (Tables V and VI); differently from the observed when we apply the Modified Ashworth scale, in which we verify, quantitatively and subjectively, the behavior of a group of muscles, through the articular passive movement, as already presented on table II ².

According to charts 4 and 5, a reduction on the average values on SMR of the electrical activity on the right and left lower limb muscles, respectively, being: the right adductor magnus muscle, followed by the right semitendinous, right lateral vastus and right medial gastrocnemius, as well as, left lateral vastus muscle, left adductor magnus, left medial gastrocnemius and left semitendinous. We emphasize that the result obtained through analysis based on the use of this instrument made it possible for us to measure, quantitatively and objectively, both the value of reduction on the muscular electrical activity and the residual value, after neurosurgical ablative procedure, evidencing the maintenance of the electrical conduct for the muscles related to the medullar levels submitted to radiculotomy; differently from the result obtained through the application of the Modified Ashworth scale, already demonstrated on chart 1, in which the residual value of a tested muscular group through the articular movement is considered, qualitatively and subjectively, equal to zero.

DISCUSSION

In the face of the results exposed on Table II, the reduction of spasticity observed in the present study corroborates with Novak and collaborators (2013) who, through the analysis of 166 articles about therapeutic interventions applied in PC, stratified the findings based on the evidence criteria and showed that more than 70% of these therapies had few effective clinical result, or none whatsoever. Regarding the treatment of spasticity, the interventions elected as effective were SDR, botulinum toxin and diazepam¹⁹. In another study, McLaughlin and collaborators

(2002) observed a correlation of dose-dependency between the percentage of section of the dorsal roots and reduction of score in the Modified Ashworth Scale, when compared the measured values in the pre and post-operative moments²⁰. In recent study, Agrawal and colleagues (2020) highlight through a systematic review, the favorable result with minimum complications in the use of SDR in the spasticity treatment in children and adults⁸.

About the use of Modified Ashworth Scale as a clinical instrument for spasticity evaluation, presented on Chart 1, Meseguer-Henarejos and collaborators (2018) concluded, through a systematic review and meta-analysis, that the inter and intraexaminers agreement was satisfactory and the scores on the referred scale showed better reliability by measuring the upper extremities rather than the lower ones⁵.

The literature is scarce about the use of sEMG for objective and comparative parametrization in microvolts of the muscular electrical activity in rest condition and with articular passive movement, promoting abrupt strain evoked by the examiner in the muscle of the spastic patient submitted to lumbar SDR, scope of our study. This way, the data obtained and presented on Tables III, IV, V and VI bring pioneering and relevant information about the discussion for implementing this instrument in the clinical practice of multidisciplinary teams that conduct SDR for permanent control of spasticity. Pereira and Araújo (2002) published a work demonstrating the use of sEMG to measure spasticity in patients that suffered cerebrovascular accident, on which they verified significant statistic difference on the intensity of muscular activity of the *biceps brachii* in the spastic hemibody in comparison to a healthy one, in a group of 25 patients. However, no comparative relation was made with specific treatment for spasticity in the studied group²¹. The same way, on recent studies, Luo and colleagues (2019)⁶ and Yu and collaborators (2020)⁷ emphasized the use of sEMG with specific protocol to measure the neural contributions of spasticity in the clinical practice, however there was also no application in comparative form before and after specific therapeutic treatment.

The spinal medulla is the lowest level in the hierarchy of the motor system, it has neuron circuits that mediate both the reflex movements as the voluntary movements. All command signals and motor control converge to the motoneurons, which innervate the skeletal muscle fibers, and, for that, can be considered the common final route to the motor control. The adequate control of motor function

requires, apart from excitation of the muscles by anterior motoneurons, a continuous feedback about the sensorial information of each muscle. To provide that continuous information to the central nervous system, about its functional state, the muscles have two specific types of sensorial receptors distributed diffusely, namely the Golgi Tendinous organs and the muscular fuses. The strain muscular reflex basically consists in the reflex contraction of a muscle when it is strained. Thus, it is the simplest manifestation of the function of the muscular fuse, because always when a muscle is quickly strained, the excitation of the fuses causes the reflex contraction of the extrafusal muscle fibers of the same strained muscle, and also of the synergistic muscles closely related. Anatomically, it is the simplest of all the reflexes, being mediated by a monosynaptic reflex arc, in other words, it just depends on the monosynaptic connections between the referring primary fibers and the alpha motor neurons that innervate the same muscle. The fiber Ia enters through the dorsal root of the spinal medulla and one of its ramifications follows directly to the ventral horn of the medullar gray substance, making excitatory synapse with the alpha motoneuron. This monosynaptic route makes it possible that a reflex signal returns to the muscle, with less delay, after the excitation of the fuse. Other ramifications of the fiber Ia establish excitatory synapse with inhibitory inter-neuron Ia, that end in alpha motoneuron of the antagonist muscles, provoking their inhibition. This way, the muscular strain causes contraction of the agonist muscles and inhibition of the antagonist muscles; this double action is called reciprocal innervation. The reflex of dynamic strain is provoked by a quick muscle strain, that starts a strong dynamic signal transmitted through the afferent fibers of type Ia, that will cause a reflex contraction of the same origin muscle from the signal. Therefore, this reflex component is opposed to the quick length alterations of the muscle. It finishes in a fraction of second after the muscle was strained, and after, a weaker static straining reflex continues for a prolonged period²². This way, highlighting the data verified in the Charts 2, 3, 4 and 5, the numeric numbers of both the attenuation in the anomalous hyperactive mechanism, as also the maintenance of this complex neuromuscular net have been demonstrated through the sEMG, documenting and evidencing the action mechanism of the selective dorsal rhizotomy^{9,13}.

Limitations of the study

The limitation of the study consists in: a reduced sampling of patients and the absence of a golden pattern as a measure to the muscular electrical activity evaluation in spastic patients submitted to SDR, for comparison effect with the proposed method. However, for being a complex neurosurgical procedure that involves many technical, personal, financial, social and regional variables, we believe that the data presented and the quantity of muscular groups and target-muscles studied are relevant, when compared to the scarce existent global literature with this outcome.

CONCLUSION

We conclude that the use of sEMG in the clinical practice presented itself as a neurofunctional evaluation instrument for measuring the muscular electrical activity with statistic muscular significance on patients with studied spasticity, submitted to SDR. We also verified the reduction on the spasticity degree of the measured muscular groups by the Modified Ashworth Scale in a qualitative and subjective manner. We evidenced the parametrization, quantitatively and objectively, through measurement of the muscular electrical activity in RMS in patients with spasticity before and after the procedure with SDR through the sEMG. We believe that new studies with a larger number of patients will be useful to broaden the discussion regarding this instrument related to SDR.

REFERENCES

1. Forsmark A, Rosengren L, Ertzgaard P. Inequalities in pharmacologic treatment of spasticity in Sweden - Health economic consequences of closing the treatment gap. *Health Econ Rev.* 2020; 10(4):1-8.
2. Lance J. Symposium synopsis. In: Feldman RG, Young RR KW, editor. *Spasticity: disordered motor control.* Chicago: Year Book Medical Publishers; 1980. p. 485–95.
3. Pandyan AD, Gregoric M, Barnes MP, Wood D, Van Wijck F, Burridge J, et al. *Spasticity: Clinical perceptions, neurological realities and meaningful*

- measurement. *Disabil Rehabil.* 2005;27:1-2.
4. Enslin JMN, Langerak NG, Fieggan AG. The Evolution of Selective Dorsal Rhizotomy for the Management of Spasticity. *Neurotherapeutics.* 2019; 16(1):3-8.
 5. Meseguer-Henarejos AB, SANCHEZ-MECA J, López-Pina JA, CARLES-HERNÁNDEZ R. Inter-and intra-rater reliability of the Modified Ashworth Scale: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2018;54(4):576-590.
 6. Luo Z, Lo WLA, Bian R, Wong S, Li L. Advanced quantitative estimation methods for spasticity: a literature review. *J Int Med Res.* 2019;1-13.
 7. Yu S, Chen Y, Cai Q, Ma K, Zheng H, Xie L. A Novel Quantitative Spasticity Evaluation Method Based on Surface Electromyogram Signals and Adaptive Neuro Fuzzy Inference System. *Front Neurosci.* 2020;14(462):1-12.
 8. Agrawal M, Samala R, Doddamani R, Agrawal D, Chandra SP. The role of selective dorsal rhizotomy in the management of post-traumatic spasticity: systematic review. *Neurosurg Rev.* 2020;1-9.
 9. Abbott R. Complications with selective posterior rhizotomy. *Pediatric Neurosurgery.* 1992; 18:43–47.
 10. Hays RM, McLaughlin JF, Geiduschek JM, Bjornson KF, Graubert CS. Evaluation of the effects of selective dorsal rhizotomy. *Ment Retard Dev Disabil Res Rev.* 1997;3(2):168-174.
 11. Mittal S, Farmer JP, Poulin C, Silver K. Reliability of intraoperative electrophysiological monitoring in selective posterior rhizotomy. *J Neurosurg.* 2001;95(1):67-75.
 12. Peacock WJ, Staudt LA. Functional outcomes following selective posterior rhizotomy in children with cerebral palsy. *J Neurosurg.* 1991;74(3):380-385.
 13. Desforges JF, Park TS, Owen JH. Surgical management of spastic diplegia in cerebral palsy. *N Engl J Med.* 1992;326:745-749.
 14. Tilton AH. Approach to the rehabilitation of spasticity and neuromuscular disorders in children. *Neurologic Clinics.* 2003;21(4):853-881.
 15. Heinen F, Molenaers G, Fairhurst C, Carr LJ, Desloovere K, Chaleat Valayer E, et al. European consensus table 2006 on botulinum toxin for children with cerebral palsy. *Eur J Paediatr Neurol.* 2006;10:215–225.
 16. Beckung E, Hagberg G. Neuroimpairments, activity limitations, and

- participation restrictions in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2002;44(5):309-316.
17. Rosenbaum P, Stewart D. The World Health Organization International Classification of Functioning, Disability, and Health: A Model to Guide Clinical Thinking, Practice and Research in the Field of Cerebral Palsy. *Seminars in Pediatric Neurology.* 2004;11(1):5-10.
 18. Pandyan AD, Johnson GR, Price CIM, Curless RH, Barnes MP, Rodgers H. A review of the properties and limitations of the Ashworth and modified Ashworth Scales as measures of spasticity. *Clin Rehabil.* 1999;13(5):373-83.
 19. Novak I, McIntyre S, Morgan C, Campbell L, Dark L, Morton N, et al. A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: State of the evidence. *Dev Med Child Neurol.* 2013;55:885-910.
 20. McLaughlin J, Bjornson K, Temkin N, Steinbok P, Wright V, Reiner A, et al. Selective dorsal rhizotomy: Meta-analysis of three randomized controlled trials. *Dev Med Child Neurol.* 2002;44(1):17-25.
 21. PEREIRA, A.C.; ARAÚJO RC. Study of the surface electromyography in patients with spasticity. *Brazilian J Phys Ther.* 2002;6(3):127-34.
 22. SILVA MB. Método para avaliação quantitativa da espasticidade baseado no limiar do reflex de estiramento tônico. Federal University of Uberlândia; 2013;102.

Conflict of interest: The authors certify that there is no conflict of interest with any financial organization regarding the material discussed in the manuscript.

Contribution of the authors: Leonardo R. S. Rodrigues conceived and projected the study, conducted the experiment, interpreted the data and wrote the manuscript. Ana Patrícia de C. P. Rodrigues conducted the experiment, interpreted the data and wrote the manuscript. Francisco J. Alencar conducted the experiment, interpreted the data and wrote the manuscript. Josione R. Ferreira conducted the experiment, interpreted the data and wrote the manuscript. Leylane A. M. R. Lopes conducted the experiment, interpreted the data and reviewed the manuscript. Clara L. C. L. Alencar conducted the experiment, interpreted the data and reviewed the manuscript. Kelson N. G. Silva conducted the experiment, interpreted the data and reviewed the manuscript. Antônio L. M. M. Filho oriented the project, interpreted the data and reviewed the manuscript.

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar do estudo “ANÁLISE NEUROFUNCIONAL DOS EFEITOS DA RIZOTOMIA DORSAL SELETIVA, E OUTROS TRATAMENTOS MULTIDISCIPLINARES, NO CONTROLE DA ESPASTICIDADE DE ADULTOS E CRIANÇAS COM DOENÇA NEUROLÓGICA CRÔNICA”, que está sendo realizado pelo pesquisador Prof.^a Leonardo Raphael Santos Rodrigues, fisioterapeuta e gerente de reabilitação física do Centro Integrado de Reabilitação (CEIR).

Nosso objetivo é mensurar possíveis alterações neurofuncionais promovidas em adultos e crianças com doença neurológica crônica, submetidos a tratamento multidisciplinar de sua espasticidade em um Centro Estadual de Reabilitação Física.

Os procedimentos utilizados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética na Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução nº 466/12, do Conselho Nacional de Saúde. Informamos que existem riscos decorrentes do próprio procedimento, que pode causar estresse ao paciente, dependendo de sua faixa etária; e como benefícios temos a melhora funcional do paciente, o contato desse e de seus cuidadores com a equipe multidisciplinar e a redução da espasticidade. Também há riscos decorrentes de vazamento das informações, logo, os questionários serão enumerados com algarismos romanos e os dados serão armazenados pelo pesquisador de forma segura.

Esta pesquisa traz benefício direto através da atualização de condutas discutidas na área da reabilitação. E benefício indireto como a contribuição para o conhecimento científico dos profissionais, com a finalidade de que seja utilizado para futuros projetos de intervenção, a fim de capacitar os profissionais de saúde. A instituição associada à pesquisa terá acesso aos resultados para promover um retorno positivo pela colaboração.

Portanto, como forma de assistência, o pesquisador se responsabilizará e tomará providências por qualquer problema que venha a ocorrer.

Sua participação não é obrigatória, você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. Os dados da pesquisa permanecerão confidenciais, o nome ou o material que indique a sua participação não serão divulgados. Qualquer despesa que você tenha em decorrência da participação na pesquisa haverá ressarcimento, de igual maneira, caso ocorra algum dano decorrente de sua participação na minha pesquisa, você será devidamente indenizado, conforme determina a lei.

Em caso de dúvidas em relação à pesquisa entre em contato com os pesquisadores responsáveis deste estudo: (86) 98841-8789 – Leonardo Raphael Santos Rodrigues.

E em caso de dúvidas quanto à ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UESPI, este CEP é um grupo de profissionais que avaliam a ética de pesquisas que envolvem seres humanos. Localizado na Rua Olavo Bilac, 2335, Centro – Teresina (PI), Telefone: (86) 3221-4749. Com horário de funcionamento de segunda à sexta-feira das 9 às 17 horas.

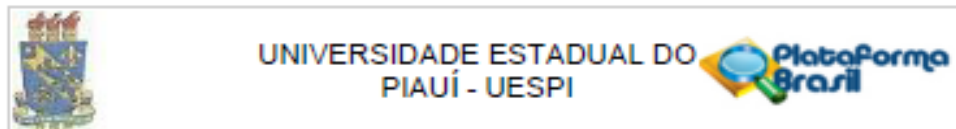
Caso concorde em participar do estudo assine este documento que possui duas vias, sendo uma delas sua e a outra dos pesquisadores, devendo ser rubricadas em todas as suas páginas e assinadas ao seu término pelo participante e pesquisador.

Assinatura Participante

Assinatura Pesquisador

Teresina, ____ de _____ de _____.

ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ANÁLISE NEUROFUNCIONAL DOS EFEITOS DA RIZOTOMIA DORSAL SELETIVA, E OUTROS TRATAMENTOS MULTIDISCIPLINARES, NO CONTROLE DA ESPASTICIDADE DE ADULTOS E CRIANÇAS COM DOENÇA NEUROLÓGICA CRÔNICA

Pesquisador: Leonardo Raphael Santos Rodrigues

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 16815019.7.0000.5209

Instituição Proponente: Universidade Estadual do Piauí - UESPI

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.815.025

Apresentação do Projeto:

Estudo observacional, longitudinal, descritivo com abordagem quantitativa e qualitativa, com mensuração por métodos avaliativos validados no Brasil, e com coleta de dados nos momentos pré – tratamento e pós – tratamento, este último, aos 6, 12 e 60 meses. Será realizado em um Centro Estadual de Reabilitação Física. Serão incluídos paciente em acompanhamento regular com equipe multidisciplinar no Centro de Reabilitação, que tenham idade superior a 1 ano e inferior a 60 anos, de ambos os sexos, que apresentem diagnóstico de espasticidade secundária as seguintes doenças neurológicas crônicas: AVC, TCE, LM, PC e Microcefalia, além de indicação de iniciar protocolo de tratamento para espasticidade e que forneçam consentimento informado para inclusão neste estudo (seleção de 200 participantes). Serão excluídos pacientes que apresentem doenças orgânicas graves (cardiopatias, pneumopatias, deformidades esqueléticas, crises epilépticas refratárias, etc.), que apresentem doenças neuromusculares (miastenias, polineuropatias hereditárias, miopatias genéticas, distrofias musculares, etc.) e os que não aceitem participar deste estudo. A coleta de dados acontecerá nos momentos pré – tratamento e pós – tratamento, este último, aos 6, 12 e 60 meses; será realizada por equipe multiprofissional, individualizada para cada paciente, e utilizará métodos avaliativos validados no Brasil (classificação de gravidade

Endereço: Rua Olavo Bilac, 2335
 Bairro: Centro/Sul CEP: 64.001-280
 UF: PI Município: TERESINA
 Telefone: (88)3221-8858 Fax: (88)3221-4749 E-mail: comitedeeticauespi@hotmail.com



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO
PIAUI - UESPI



Continuação do Parecer: 3.015.025

Outros	instrumento_de_coleta_de_dados.pdf	02/07/2019 22:53:16	LUCAS LEVY ALVES DE MORAES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle_responsavel_legal.pdf	02/07/2019 22:51:56	LUCAS LEVY ALVES DE MORAES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle_paciente.pdf	02/07/2019 22:51:41	LUCAS LEVY ALVES DE MORAES	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	11/02/2019 19:07:12	LUCAS LEVY ALVES DE MORAES	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	termo_de_anuencia.pdf	11/02/2019 19:07:05	LUCAS LEVY ALVES DE MORAES	Aceito
Outros	termo_de_consentimento_da_instituicao.pdf	01/02/2019 23:20:20	LUCAS LEVY ALVES DE MORAES	Aceito
Outros	curriculo_lattes_leonardo_raphael_santos_rodrigues.pdf	01/02/2019 23:13:08	LUCAS LEVY ALVES DE MORAES	Aceito
Outros	tcud.pdf	01/02/2019 23:07:01	LUCAS LEVY ALVES DE MORAES	Aceito
Orçamento	orcamento.pdf	01/02/2019 23:04:06	LUCAS LEVY ALVES DE MORAES	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

TERESINA, 29 de Janeiro de 2020

Assinado por:
LUCIANA SARAIVA E SILVA
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Ovídio Bilac, 2335
Bairro: Centro/Sul CEP: 64.001-280
UF: PI Município: TERESINA
Telefone: (88)3221-8858 Fax: (88)3221-4749 E-mail: comitedeticuespi@hotmail.com

ANEXO B – CONFIRMAÇÃO DE SUBMISSÃO DE ARTIGO ORIGINAL NA REVISTA EUROPEAN JOURNAL OF PHYSICAL AND REHABILITATION MEDICINE

European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine
EDIZIONI MINERVA MEDICA

SURFACE ELECTROMYOGRAPHY IN THE EVALUATION OF SPASTIC PATIENTS SUBMITTED TO THE SELECTIVE DORSAL RHIZOTOMY

Journal: European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine

Paper code: Eur J Phys Rehabil Med-6618

Submission date: September 27, 2020

Article type: Original Article

Files:

1. Manuscript
Version: 1
Description: Original Manuscript
File format: application/msword
2. Figures 11
Version: 1
Description: Chart 1
File format: application/pdf
3. Figures 12
Version: 1
Description: Chart 2
File format: application/pdf
4. Figures 13
Version: 1
Description: Chart 3
File format: application/pdf
5. Figures 14
Version: 1
Description: Chart 4
File format: application/pdf
6. Figures 15
Version: 1
Description: Chart 5
File format: application/pdf

EDIZIONI MINERVA MEDICA