

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

FRANCISCO JOSÉ ALENCAR

RIZOTOMIA DORSAL SELETIVA CERVICAL COMO TRATAMENTO
INOVADOR DE CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL NÍVEL V DE GMFCS
(*Gross Motor Function Classification System*) E ESPASTICIDADE NOS MEMBROS
SUPERIORES

TERESINA – PIAUÍ

2020

FRANCISCO JOSÉ ALENCAR

RIZOTOMIA DORSAL SELETIVA CERVICAL COMO TRATAMENTO INOVADOR DE CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL NÍVEL V DE GMFCS (*Gross Motor Function Classification System*) E ESPASTICIDADE NOS MEMBROS SUPERIORES

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Biotecnologia do Programa Profissional de Pós-Graduação em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal da Universidade Estadual do Piauí, como requisito parcial para a obtenção do título 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

Alencar, Francisco Jose.

Rizotomia dorsal seletiva cervical como tratamento inovador de crianças com paralisia cerebral nível V de GMFCS (Gross Motor Function Classification System) e espasticidade nos membros superiores. [recurso eletrônico] / Francisco Jose Alencar. - 2020.

92 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. Paralisia Cerebral. 2. Estasticidade. 3. Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical. 4. Estudo Eletromiográfico Intraoperatório.. I. Título.

FRANCISCO JOSÉ ALENCAR

RIZOTOMIA DORSAL SELETIVA CERVICAL COMO TRATAMENTO INOVADOR DE CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL NÍVEL V DE GMFCS (*Gross Motor Function Classification System*) E ESPASTICIDADE NOS MEMBROS SUPERIORES

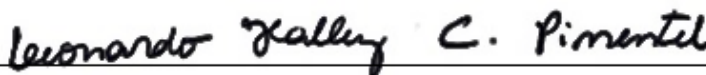
Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Biotecnologia do Programa Profissional de Pós-Graduação em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal da Universidade Estadual do Piauí, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Biotecnologia.
Área de concentração: Biotecnologia em Saúde

Aprovada em: 1º de dezembro de 2020.

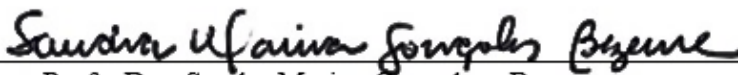
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Antônio Luiz Martins Maia Filho
Universidade Estadual do Piauí (UESPI)-Orientador



Prof. Dr. Leonardo Halley Carvalho Pimentel
Universidade Estadual do Piauí (UESPI)-Examinador



Profa. Dra. Sandra Marina Gonçalves Bezerra
Universidade Estadual do Piauí (UESPI)-Examinadora

À minha esposa, Clara Linda, pelo apoio irrestrito, e às minhas amadas filhas, Mariah e Sofia, pelo tempo que não pude me dedicar a elas.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Antônio Luiz Martins Maia Filho, pela riqueza das orientações e apoio pleno. Realmente, meu muito obrigado.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Piauí (UESPI), à Universidade Estadual do Ceará (UECE), ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal – PPGBiotec pela oportunidade.

Aos membros da banca examinadora, Professores Doutores: Antônio Luiz Martins Maia Filho (UESPI), Leonardo Halley Carvalho Pimentel (UESPI), Fabrício Pires de Moura do Amaral (UESPI), Reginaldo da Silva Santos (UESPI) e à Profa. Dra. Sandra Marina Gonçalves Bezerra (UESPI) pelas valiosas contribuições científicas em nossa pesquisa.

Ao Prof. Dr. Rômulo José Vieira pelo exemplo e por todo o incentivo para meu ingresso nesta qualificação, e pela disseminação de amor ao que faz, inclusive de forma poética. Meu muito obrigado.

Ao Prof. Dr. Ney Rômulo de Oliveira Paula pelos exemplos de dedicação e pela grandeza do incentivo à pesquisa.

À Samara Raquel de Sousa, doutoranda do RENORBIO/UFPI, pelo incansável e marcante auxílio técnico.

À minha parceira na Neurocirurgia Pediátrica Bruna Nayana Ribeiro Barbosa.

Ao Francisco Cláudio Lima de Brito pela disponibilidade e presteza no auxílio no desenvolvimento deste mestrado.

À Associação Reabilitar, pelo livre acesso aos dados de nossos pacientes no CEIR.

Ao Centro Integrado de Reabilitação (CEIR) pelo apoio amplo e pela reabilitação de nossos pacientes.

Ao Hospital Infantil Lucídio Portella, representado por Vinicius Pontes do Nascimento, por promover os meios para o desenvolvimento do “Projeto Rizotomias Dorsais Seletivas”.

À Lorena Patrícia Leal Mesquita Barreto e José Narciso de Carvalho Neto pela condução pediátrica dos nossos pacientes.

Ao nosso “time do Ambulatório de Espasticidade”: Leonardo Raphael Santos Rodrigues, Josione Rêgo Ferreira, Leylane Auzenir Mendes Rilzer Lopes, Ana Patrícia de Carvalho Petillo Rodrigues, Kamilla Nogueira Cavalcante e Tarciana Sousa Silva.

Aos nossos estagiários do Ambulatório de Espasticidade do CEIR: Lucas Levy Alves de Moraes, Diego Coimbra Alencar, Louise Assunção Castro e Maria Clara Luz Ferreira.

Em especial, a todos os pacientes e a suas famílias pela oportunidade em desenvolvermos nossa pesquisa.

“Não pense que passei um minuto de qualquer dia me perguntando por que fiz esse trabalho, ou se valeu a pena. O chamado para proteger a vida – e não meramente a vida, mas a identidade de outra pessoa; talvez não seja demais dizer a alma de outro – era óbvio em sua sacralidade”.

(Paul Kalaniti)

RESUMO

Introdução: Raramente tem sido investigado o uso da rizotomia dorsal seletiva (RDS) cervical para tratamento de crianças com paralisia cerebral (PC) e espasticidade dos membros superiores. Os estudos encontrados divergiram em relação a muitos aspectos desse tratamento, como: os critérios de inclusão de pacientes, os percentuais de secção das raízes espinhais dorsais, o uso de estudo eletromiográfico intraoperatório e o tempo pós-operatório para avaliação dos resultados clínicos. **Objetivos:** Avaliar a eficácia terapêutica da RDS cervical para tratamento de crianças com espasticidade dos membros superiores relacionada a PC grave e analisar a estabilidade estrutural da coluna cervical após 6 meses da cirurgia. **Metodologia:** A amostra foi composta por 8 crianças com PC, GMFCS nível V, 6 meninos e 2 meninas, com média de idade de $6,2 \pm 2,2$ anos. A RDS cervical foi realizada através de laminotomia unilateral seguida de laminoplastia das vértebras C5, C6, C7 e T1, para secção das respectivas raízes dorsais, com auxílio de estudo eletromiográfico intraoperatório e avaliação comportamental da resposta muscular. A partir do sexto mês pós-operatório os pacientes foram submetidos a avaliação funcional por equipe multidisciplinar através de escalas clínicas padronizadas (Ashworth modificado, GMFM-88 e PMAL) nos momentos pré e pós-operatório; e realizou-se tomografia computadorizada para avaliação da integridade anatômica da coluna cervical. **Resultados e Discussão:** Ocorreu relaxamento muscular mantido nos membros superiores e ganhos funcionais, com redução dos valores da escala de Ashworth modificada, em melhoras nos valores da GMFM-88 e PMAL. Utilizando técnica cirúrgica conservadora para RDS cervical, com o auxílio de estudo eletromiográfico intraoperatório e avaliação comportamental da resposta muscular, realizou-se um elevado percentual de secção das raízes dorsais, obtendo melhora funcional significativa sem observar ocorrência de efeitos adversos. Observou-se algumas limitações neste estudo, como: pequena amostra de pacientes, curto intervalo de avaliação pós-operatória, principalmente na definição de estabilidade da coluna, e necessidade de instrumentos de avaliação da qualidade de vida. No entanto, este é o primeiro estudo com avaliação mais ampla sobre o uso da RDS cervical para tratamento de crianças com PC grave com espasticidade nos membros superiores. A cirurgia promoveu relaxamento muscular nos membros superiores, com melhora significativa da função motora grossa e movimentos manuais em crianças com PC espástica grave. **Conclusão:** A RDS cervical realizada com técnica de laminotomia unilateral associada à laminoplastia das vértebras C5, C6, C7 e T1, produz relaxamento muscular dos membros superiores, além de ganho funcional, sem gerar instabilidade da coluna cervical na avaliação de até seis meses pós-operatórios.

Palavras-chave: Paralisia Cerebral. Espasticidade. Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical. Estudo Eletromiográfico Intraoperatório.

ABSTRACT

Introduction: The use of selective cervical dorsal rhizotomy (RDS) to treat children with cerebral palsy (CP) and spasticity of the upper limbs has rarely been investigated. The studies found differed in relation to many aspects of this treatment, such as: the inclusion criteria of patients, the percentage of dorsal spinal roots, the use of intraoperative electromyographic study and the postoperative time to evaluate clinical results. **Objectives:** To evaluate the therapeutic effectiveness of cervical SDR for the treatment of children with upper limb spasticity related to severe CP and to analyze the structural stability of the cervical spine 6 months after surgery. **Methodology:** The sample consisted of 8 children with CP, GMFCS level V, 6 boys and 2 girls, with a mean age of 6.2 ± 2.2 years. Cervical RDS was performed through unilateral laminotomy followed by laminoplasty of the C5, C6, C7 and T1 vertebrae, for section of the respective dorsal roots, with the aid of intraoperative electromyographic study and behavioral assessment of the muscle response. From the sixth postoperative month on, patients underwent functional evaluation by a multidisciplinary team using standardized clinical scales (modified Ashworth, GMFM – 88 and PMAL) in the pre and postoperative moments; and performed an image exam (computed tomography) to assess the anatomical integrity of the cervical spine. **Results and Discussion:** There was muscle relaxation maintained in the upper limbs and functional gains, with a reduction in the values of the modified Ashworth scale, in improvements in the values of GMFM-88 and PMAL. Using conservative surgical technique for cervical SDR, with the aid of intraoperative electromyographic study and behavioral assessment of the muscle response, a high percentage of dorsal root section was performed, obtaining significant functional improvement without observing the occurrence of adverse effects. Some limitations were observed in this study, such as: small sample of patients, short interval of postoperative evaluation and need for quality of life assessment instruments. However, we understand that this is the first study with a broader assessment of the use of cervical SDR to treat children with severe CP with spasticity in the upper limbs. The surgery promoted muscle relaxation in the upper limbs, with significant improvement in gross motor function and manual movements in children with severe spastic CP. **Conclusion:** Unilateral laminotomy technique associated with laminoplasty of the C5, C6, C7 and T1 vertebrae, produces muscle relaxation of the upper limbs, in addition to functional gain, without generating instability of the cervical spine in the evaluation of up to six postoperative months

Keywords: Cerebral Palsy. Spasticity. Selective Cervical Dorsal Rhizotomy. Intraoperative Electromyographic Study.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Organização do trabalho de dissertação.....	21
Figura 2 –	Instalação dos eletrodos da eletromiografia para monitorização neurofisiológica intraoperatória em Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical para tratamento de crianças com paralisia cerebral e espasticidade nos membros superiores. Imagem (a) – membro superior esquerdo. Imagem (b) – membro superior direito.....	40
Figura 3 –	Visão geral da monitorização intraoperatória em Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical para tratamento de criança com espasticidade em membros superiores.....	41
Figura 4 –	Imagens de posição operatória em Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical: Imagem (a) – posicionamento do paciente com sistema de fixação em Mayfield (a1) e em ferradura (a2). Imagem (b) – posição cirúrgica (decúbito ventral).....	42
Figura 5 –	Imagens demonstrando localização dos níveis cervicais, com uso de radioescopia, em Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical para tratamento de criança com espasticidade nos membros superiores.....	43
Figura 6 –	Abordagem cirúrgica inicial da Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical: abertura por planos com exposição da coluna cervical. Imagem (a) – incisão da pele com bisturi. Imagem (b) – exposição das vértebras.....	43
Figura 7 –	Imagem A: Imagens ilustrativas adaptadas de uma laminotomia cervical: (Aa) fase inicial da secção longitudinal da lâmina; (Ab) secção longitudinal da lâmina; (Ac) lateralização do conjunto lâmina-processos espinhosos; (Ad) exposição da dura-máter. Imagem B: imagens cirúrgicas de laminotomia em Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical: (Ba) fase inicial da secção longitudinal da lâmina; (Bb) secção longitudinal da lâmina; (Bc) lateralização do conjunto lâmina-processos espinhosos; (Bd) exposição da dura-máter.....	44
Figura 8 –	Imagem cirúrgica de abertura longitudinal paramediana esquerda	

	da dura-máter cervical em Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical.....	45
Figura 9 –	Imagens cirúrgicas de raízes nervosas cervicais dorsais em Rizotomia Dorsal Seletiva: a) raízes dorsais íntegras; b) raízes dorsais seccionadas; c) % de secção.....	47
Figura 10 –	Imagens de monitorização comportamental avaliadas por fisioterapeuta neurofuncional durante Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical: a) posicionamento do fisioterapeuta no procedimento cirúrgico; b) avaliação visual da resposta muscular à estimulação nervosa; c) avaliação por palpação da resposta muscular à estimulação nervosa.....	48
Figura 11 –	Imagens de laminoplastia cervical. A e B: imagens ilustrativas – fixação óssea do pedículo e da lâmina cervical esquerda; C e D: imagens cirúrgicas de Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical C5 a T1 com fixação das lâminas aos pedículos.....	49
Figura 12 –	Imagens da sutura da ferida operatória em Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical. A- intraoperatório; B- pós-operatório 15 dias.....	50
Figura 13 –	Imagens de tomografias da coluna cervical com reconstrução óssea em 3D, em quatro incidências, após 6 meses de Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical através de laminotomia e laminoplastia em pacientes atendidos em um hospital de referência pediátrica do Estado do Piauí – Brasil. 2020. A (Posterior), B (Anterior), C (Lateral Esquerdo) e D (Lateral Direito) – Ossificação Completa. E (Posterior), F (Anterior), G (Lateral Esquerdo) e H (Lateral Direito) – Ossificação Parcial.....	55
Figura 14 –	Melhora funcional nos membros superiores após Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical em criança com PC nível 5 GMFCS. 2020. (a) Imagem pré-operatória. (b) Imagem pós-operatória.....	67

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 –** Análise de comparação entre os momentos pré e pós-operatório da espasticidade de acordo com a Escala *Ashworth* Modificada em pacientes infantis, com espasticidade nos membros superiores associada à paralisia cerebral, submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical, atendidos em um hospital de referência pediátrica do Estado do Piauí – Brasil. 2020. N: 8..... 60
- Gráfico 2 –** Análise de comparação entre os momentos pré e pós-operatório da função motora grossa usando a Escala da Medida de Função Motora Grossa (GMFM) em pacientes infantis, com espasticidade nos membros superiores associada à paralisia cerebral, submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical, atendidos em um hospital de referência pediátrica do Estado do Piauí – Brasil. 2020. N: 8..... 63
- Gráfico 3 –** Análise de comparação entre os momentos pré e pós-operatórios do aumento da Função Motora Fina da Escala de PMAL em pacientes infantis, com espasticidade nos membros superiores associada à paralisia cerebral, submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical atendidos em um hospital de referência pediátrica do Estado do Piauí – Brasil. 2020. N: 8..... 64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Distribuição dos pacientes quanto à idade, ao gênero, ao tipo de paralisia cerebral e à classificação segundo Sistema de Classificação da Função Motora Grossa e Sistema de Classificação de Capacidade Manual.....	52
Tabela 2 –	Percentuais de secção das raízes dorsais, por nível medular, em pacientes infantis, com espasticidade nos membros superiores associada à paralisia cerebral, submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical atendidos, em um hospital de referência pediátrica do Estado do Piauí – Brasil. 2020. N: 8.....	56
Tabela 3 –	Análise de comparação entre os momentos pré e pós-operatório da espasticidade de acordo com a Escala <i>Ashworth</i> Modificada em pacientes infantis, com espasticidade nos membros superiores associada à paralisia cerebral, submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical, atendidos em um hospital de referência pediátrica do Estado do Piauí – Brasil. 2020. N: 8.....	59
Tabela 4 –	Análise de comparação entre os momentos pré e pós-operatório da função motora grossa usando a Escala da Medida de Função Motora Grossa (GMFM) em pacientes infantis, com espasticidade nos membros superiores associada à paralisia cerebral, submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical, atendidos em um hospital de referência pediátrica do Estado do Piauí – Brasil. 2020. N: 8.....	61
Tabela 5 –	Análise de comparação entre os momentos pré e pós-operatório do aumento da função motora fina da Escala de PMAL (<i>Pediatric Motor Activity Log</i>) em pacientes infantis, com espasticidade nos membros superiores associada à paralisia cerebral, submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical, atendidos em um hospital de referência pediátrica do Estado do Piauí – Brasil. 2020. N: 8.....	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PC	Paralisia Cerebral
RDS	Rizotomia Dorsal Seletiva
RDSC	Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical
ECR	Ensaio Clínicos Randomizados
EAM	Escala de Ashworth Modificada
GMFM	Medida da Função Motora Grossa (<i>Gross Motor Function Measure</i>)
GMFCS	Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (<i>Gross Motor Function Classification System</i>)
MACS	Sistema de Classificação de Capacidade Manual (<i>Manual Ability Classification System</i>)
PMAL	Registro de Atividade Motora Pediátrica (<i>Pediatric Motor Activity Log</i>)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	19
2	OBJETIVOS.....	22
2.1	Objetivo geral.....	22
2.2	Objetivos específicos.....	22
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	23
3.1	Desenvolvimento motor da criança.....	23
3.2	Espasticidade.....	23
3.2.1	Definição.....	23
3.2.2	Espasticidade dos membros superiores.....	24
3.2.3	Indicações para o tratamento da espasticidade.....	24
3.2.3.1	<i>Toxina botulínica</i>.....	24
3.2.3.2	<i>Tratamento neurocirúrgico</i>.....	25
3.2.3.2.1	<i>Rizotomia Dorsal Seletiva (RDS)</i>	25
3.2.3.2.2	<i>Evidências científicas da Rizotomia Dorsal Seletiva</i>	25
3.2.3.2.3	<i>Consequências da laminectomia cervical</i>	29
3.2.3.2.4	<i>Prospecção Científica</i>	30
4	PARTE EXPERIMENTAL.....	32
4.1	Métodos e procedimentos.....	32
4.1.1	Procedimentos éticos.....	32
4.1.2	Método da pesquisa.....	32
4.1.3	Local da pesquisa.....	32
4.1.4	Tamanho da amostra.....	32
4.1.5	Critérios de inclusão.....	32
4.1.6	Critérios de exclusão.....	33
4.2	Coleta de dados.....	33
4.2.1	Avaliação neurofuncional.....	33
4.2.2	Escalas avaliativas.....	33
4.2.2.1	<i>Escala de Ashworth Modificada(EAM)</i>.....	33
4.2.2.1.1	<i>Pontuação/grau de descrição</i>	34
4.2.2.2	<i>Escala GMFM (Gross Motor Function Measure)</i>.....	34
4.2.2.3	<i>Escala GMFCS (Gross Motor Function Classification System)</i>.....	35

4.2.2.3.1	<i>Níveis do GMFCS</i>	35
4.2.2.3.2	<i>Distinções entre os níveis do GMFCS</i>	35
4.2.2.4	<i>Escala MACS (Manual Ability Classification System)</i>	36
4.2.2.4.1	<i>Níveis do MACS</i>	37
4.2.2.4.2	<i>Distinções entre os níveis do MACS</i>	37
4.2.2.5	<i>Escala PMAL (Pediatric Motor Activity Log)</i>	38
4.3	Estudos radiográficos da coluna cervical	38
4.4	Intervenção cirúrgica (etapas do procedimento)	39
4.4.1	Anestesia.....	39
4.4.2	Avaliação e documentação em vídeo.....	39
4.4.2.1	<i>Monitorização neurofisiológica: inserção dos eletrodos</i>	40
4.4.2.2	<i>Posição operatória: decúbito ventral/prona</i>	41
4.4.2.3	<i>Definição dos níveis das vértebras cervicais</i>	42
4.4.3	Abordagem cirúrgica.....	43
4.4.3.1	<i>Laminotomia</i>	44
4.4.3.2	<i>Abertura da dura-máter</i>	45
4.4.4	Abordagem microcirúrgica.....	45
4.4.4.1	<i>Exploração dos nervos C5, C6, C7, C8 e T1</i>	46
4.4.4.2	<i>Monitorização neurofisiológica: diferenciação das raízes nervosas</i>	46
4.4.4.3	<i>Monitorização comportamental</i>	47
4.4.5	Sutura hermética da dura-máter.....	49
4.4.6	Laminoplastia.....	49
4.4.7	Sutura por planos das fáscias musculares e da região subcutânea.....	50
4.4.8	Sutura da pele.....	50
4.4.9	Curativo.....	50
4.5	Analgesia pós-operatória	50
4.6	Reabilitação pós-operatória	51
4.7	Organização e análise dos dados	51
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
6	CONCLUSÃO	68
	REFERÊNCIAS	69
	APÊNDICES	73
	APÊNDICE A – REGISTRO DE ATIVIDADE MOTORA PEDIÁTRICA	74

(PMAL) PARA CRIANÇAS DE 2 A 8 ANOS.....	
APÊNCICE B – REGISTRO DE ATIVIDADE MOTORA PEDIÁTRICA	75
(PMAL) PARA CRIANÇAS DE 9 A 12 ANOS.....	
APÊNCICE C – ARTIGO PUBLICAÇÃO NA REVISTA BRAZILIAN	76
JOURNAL OF HEALTH REVIEW.....	
ANEXOS.....	90
ANEXO A – CARTA DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM	91
PESQUISA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ.....	
ANEXO B – CONFIRMAÇÃO DE SUBMISSÃO DE ARTIGO	
ORIGINAL NA REVISTA JOURNAL OF NEUROSURGERY	92
PEDIATRICS.....	

1 INTRODUÇÃO

A Paralisia Cerebral (PC) é um distúrbio motor que aparece antes dos 3 anos de idade devido a danos não progressivos no cérebro, ocorrendo numa proporção de duas a três em cada mil crianças nascidas vivas (SAMPSON *et al.*, 2000), podendo desencadear diversas alterações do desenvolvimento neurológico (cognição, percepção sensorial, habilidades motoras, entre outras) (MOONEY; KOMAN; SMITH, 2003). Dessas, a espasticidade é a anormalidade motora mais comumente observada, com incidência entre 75% a 90% dos casos de paralisia cerebral, o que geralmente afeta pelo menos um membro inferior (JACOBS, 2001; ONG; CHONG; YAP, 2001; KOPEC, 2008; ADE-HALL; MOORE, 2000).

Quando a espasticidade está presente nos membros superiores há um predomínio nos músculos flexores, com postura em adução e rotação interna do ombro, flexão do cotovelo, pronação do punho e flexão dos dedos (TEIVE; ZONTA; KUMAGAI, 1998). Diminuir a espasticidade, visando melhorar a amplitude de movimento, diminuir a dor, facilitar o movimento, reduzir o gasto de energia e o risco de contraturas, constituem os objetivos do tratamento e incluem a fisioterapia, medicações orais, injeções de fenol ou toxina botulínica ou intervenções cirúrgicas como tratamentos existentes (HEALTH QUALITY ONTARIO *et al.*, 2005).

A toxina botulínica deve ser considerada, mas seu efeito é transitório e sua eficácia tende a diminuir ao longo do tempo, frequentemente com piora da espasticidade (TEIVE; ZONTA; KUMAGAI, 1998). Sendo assim, procedimentos neurocirúrgicos, como neurotomias, rizotomias posteriores, além de procedimentos ortopédicos, devem ser considerados. Indicar o tratamento neurocirúrgico requer um consenso sobre o objetivo desejado, que nem sempre é funcional. O tratamento da criança com espasticidade, que deve ser considerado antes de aparecimento de contraturas musculares, faz parte de um programa terapêutico que se estende por vários anos (HODGKINSON; SINDOU, 2004).

Desta forma, estudos começaram a relatar os resultados da Rizotomia Dorsal Seletiva (RDS), que é um procedimento neurocirúrgico baseado na redução da estimulação sensitiva periférica através da secção parcial das raízes dorsais dos nervos espinhais, em crianças com paralisia cerebral espástica, com o objetivo de oferecer um tratamento eficaz e permanente (FASANO *et al.*, 1976; McLAUGHLIN *et al.*, 2002; ENGSBERG *et al.*, 2006). Trata-se de uma abordagem neurocirúrgica funcional, na qual uma porcentagem da raiz medular dorsal é seccionada (FASANO *et al.*, 1976; AQUILINA; GRAHAM; WIMALASUNDERA, 2015), ocasionando a diminuição da entrada de estímulos aferentes nos neurônios intramedulares

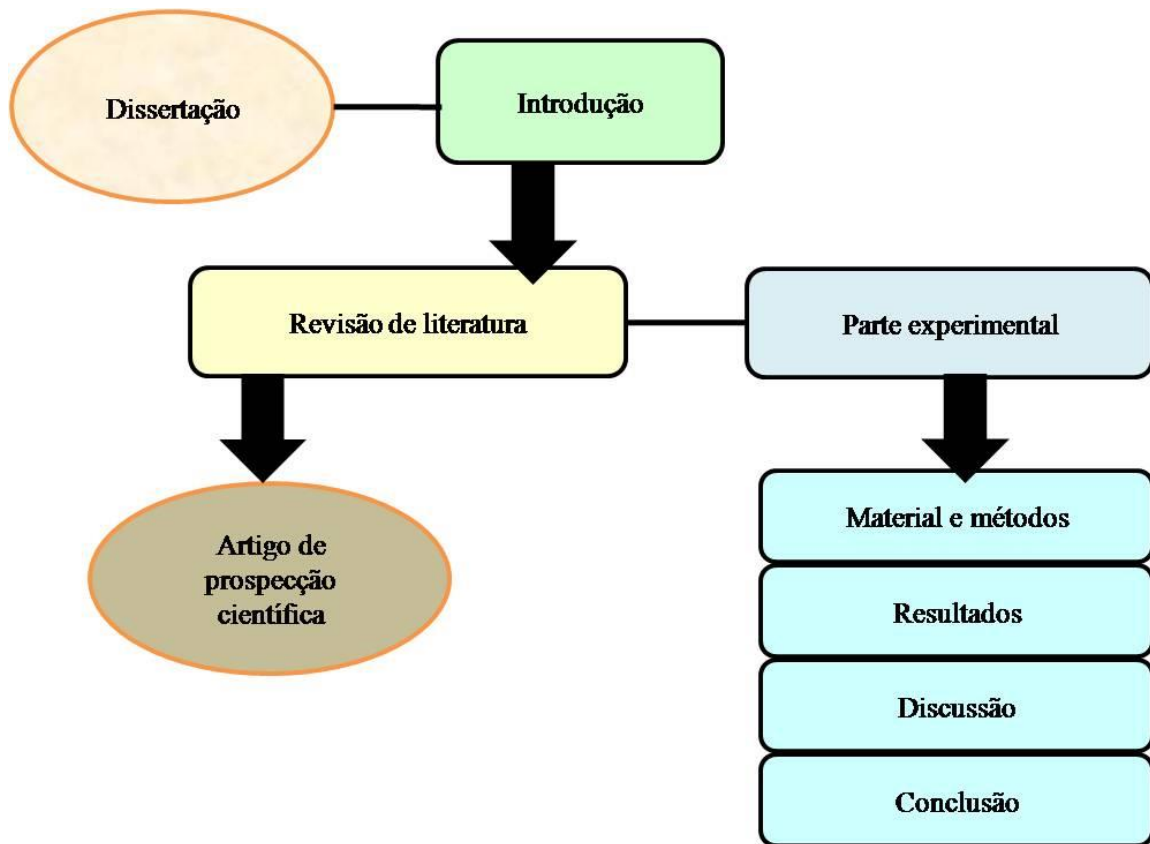
(McLAUGHLIN *et al.*, 2002; GUMP; MUTCHNICK; MORIARTY, 2013). Esse procedimento já está bem estabelecido no tratamento de crianças com espasticidade nos membros inferiores, mas existe uma escassez de publicações sobre seu uso quando a espasticidade é nos membros superiores (BENEDETTI *et al.*, 1982), apesar do primeiro relato de seu uso neste segmento ter sido em 1911 (PROFESSOR FOERSTER), além do uso inicial frequente para condução de espasticidade associada a distonia (KOTTKE, 1970; HEIMBURGER; SLOMINSKI; GRISWOLD, 1973; FRAIOLI; NUCCI; BALSASSARRE, 1977; BENEDETTI *et al.*, 1982).

Em 2000, Bertelli, Grizoni e Michels publicaram uma série com secção completa das raízes cervicais sensitivas, de C5 a C8, usando laminectomia em sua maioria, sem monitorização neurofisiológica. Esta passou a ser usada em 2004 por Hsine e colaboradores, mas também com abordagem via laminectomia. Nestes relatos não foram consideradas avaliações pós-operatórias da coluna cervical.

A hipótese deste estudo foi o uso da Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical (RDSC), com laminotomia associada à laminoplastia variando entre os níveis C5 e T1, com ressecção subtotal das raízes posteriores destes níveis e usando parâmetros neurofisiológicos possa reduzir a espasticidade dos membros superiores em crianças com paralisia cerebral espástica., sem produzir instabilidade na coluna vertebral. Esta dissertação teve as seguintes etapas: introdução, revisão de literatura, artigo de prospecção científica e parte experimental (Figura 1).

Por fim, a parte experimental apresenta estudo clínico da (RDSC) em crianças com paralisia cerebral espástica nos membros superiores; além disso, investigou o uso desta técnica através de laminotomia cervical, seguida de laminoplastia, associada ao uso da monitorização neurofisiológica, assim como os efeitos pós-operatórios imediatos e os parâmetros neurofuncionais após 6 meses do procedimento cirúrgico.

Figura 1 – Organização do trabalho de dissertação



Fonte: Elaborado pelo autor.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o uso da Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical para tratamento de crianças com paralisia cerebral nível V de GMFCS e espasticidade nos membros superiores.

2.2 Objetivos específicos

- Descrever a técnica de Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical através de laminoplastia;
- Avaliar efeitos pós-operatórios imediatos e após seis meses (grau de relaxamento muscular, ganho funcional, estabilidade estrutural da coluna cervical, entre outros);
- Aplicar o uso da monitorização neurofisiológica como instrumento do procedimento operatório.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Desenvolvimento motor da criança

O desenvolvimento motor da criança está diretamente relacionado a variáveis comportamentais, sensoriais e músculo-esqueléticas, sendo essas um sistema complexo de músculos, ossos, articulações e tecido conectivo que, funcionando coordenadamente, executam os movimentos como planejado. No entanto, quando ocorre algum comprometimento no encéfalo, anormalidades no desenvolvimento cognitivo, no tônus muscular, na coordenação e controle motor influenciam o desempenho funcional. Além disto, alguns fatores críticos de limitação, como hipertonía associada a espasticidade ou deformidades e encurtamentos musculares, alteram a função motora. Destas alterações, a espasticidade é um agravo que, ao longo do tempo, tende a piorar o desempenho funcional do paciente (TEIVE; ZONTA; KUMAGAI, 1998).

3.2 Espasticidade

3.2.1 Definição

A espasticidade pode ser definida como o aumento, velocidade dependente, do tônus muscular, com exacerbação dos reflexos profundos, decorrente de hiperexcitabilidade do reflexo do estiramento. A espasticidade associa-se, dentro da síndrome do neurônio motor superior, com a presença de fraqueza muscular, hiper-reflexia profunda e presença de reflexos cutâneo-musculares patológicos, como o sinal de Babinski (TEIVE; ZONTA; KUMAGAI, 1998).

Dentre os vários mecanismos fisiopatológicos originados em vários pontos da via do reflexo do estiramento, envolvendo os motoneurônios alfa, gama, interneurônios da medula espinhal e vias aferentes e eferentes, sobressai a teoria clássica do aumento do tônus, secundário à perda das influências inibitórias descendentes (via retículo-espinhal), como resultado de lesões comprometendo o trato córtico-espinhal (piramidal, agora melhor definido como vias mediadoras de influências supra-espinhais sobre a medula espinhal). A perda da influência inibitória descendente resultará em aumento da excitabilidade dos neurônios fusimotores gama e dos motoneurônios alfa (TEIVE; ZONTA; KUMAGAI, 1998).

3.2.2 Espasticidade dos membros superiores

A espasticidade nos membros superiores predomina nos músculos flexores, com postura em adução e rotação interna do ombro, flexão do cotovelo, pronação do punho e flexão dos dedos. Nos membros inferiores, predomina nos músculos extensores, com extensão e rotação interna do quadril, extensão do joelho, com flexão plantar e inversão do pé (TEIVE; ZONTA; KUMAGAI, 1998).

Diminuir a espasticidade, com intuito de melhorar a amplitude de movimento, diminuir a dor, facilitar o movimento, reduzir o gasto de energia e o risco de contraturas, constituem os principais objetivos do tratamento e incluem a fisioterapia, medicações orais, injeções de fenol ou toxina botulínica ou intervenções cirúrgicas como tratamentos existentes (HEALTH QUALITY ONTARIO *et al.*, 2005).

3.2.3 Indicações para o tratamento da espasticidade

As indicações para o tratamento da espasticidade em crianças devem considerar os interesses gerais da criança com uma avaliação cuidadosa dos fatores ambientais, o *status* geral, evolução da função e, até mesmo, presença de alterações ortopédicas. Essa abordagem requer uma equipe multidisciplinar e a participação da criança e dos pais (HODGKINSON; SINDOU, 2004).

3.2.3.1 Toxina botulínica

A toxina botulínica deve ser considerada no tratamento quando a espasticidade interfere com as atividades funcionais do paciente e atividades da vida diária, além da presença de dor (TEIVE; ZONTA; KUMAGAI, 1998), podendo ser usada de forma periódica. No entanto, as várias visitas necessárias podem ser uma restrição. Além disso, os pacientes podem desenvolver uma imunoresistência que diminui a eficácia do tratamento com o tempo além de possível diminuição da eficácia terapêutica e piora da espasticidade. Sendo assim, procedimentos neurocirúrgicos, como neurotomias, rizotomia posterior e procedimentos ortopédicos, devem ser considerados (HODGKINSON; SINDOU, 2004).

3.2.3.2 Tratamento neurocirúrgico

Indicar o tratamento neurocirúrgico requer um consenso sobre o objetivo cirúrgico entre o cirurgião, a criança, a família e a equipe de reabilitação. O objetivo cirúrgico nem sempre é funcional, muitas vezes tem o objetivo de melhorar a qualidade de vida da criança, como posicionamento, redução de dor e do potencial de deformidades osteomusculares. O exame clínico deve considerar o estado geral da criança, bem como sua evolução funcional, habilidades cognitivas, hábitos e presença de comorbidades.

O tratamento da criança com espasticidade, que deve ser realizado o mais precoce possível, antes das contraturas musculares, faz parte de um programa terapêutico que se estende por vários anos, exigindo uma boa gestão terapêutica por parte da equipe responsável pelo tratamento da criança (HODGKINSON; SINDOU, 2004).

3.2.3.2.1 Rizotomia Dorsal Seletiva (RDS)

A Rizotomia Dorsal Seletiva (RDS) é uma possibilidade de tratamento cirúrgico de pessoas com espasticidade produzindo amplo efeito no seu controle, além de ser duradouro, normalmente permanente. Desta forma, estudos começaram a relatar os resultados da RDS para o tratamento de crianças com paralisia cerebral espástica, sendo que o procedimento neurocirúrgico se baseia na redução da estimulação sensitiva periférica através da secção parcial das raízes dorsais dos nervos espinhais, em crianças com paralisia cerebral espástica, com o objetivo de oferecer um tratamento eficaz e permanente da espasticidade (FASANO *et al.*, 1976; McLAUGHLIN *et al.*, 2002; ENGSBERG *et al.*, 2006).

Trata-se de uma abordagem neurocirúrgica funcional, onde uma porcentagem das raízes medulares dorsais é seccionada (FASANO *et al.*, 1976; AQUILINA; GRAHAM; WIMALASUNDERA, 2015), ocasionando a diminuição da entrada excessiva de estímulos aferentes nos neurônios intramedulares e a produção excitatória dos neurônios α -motores (McLAUGHLIN *et al.*, 2002; GUMP; MUTCHNICK; MORIARTY, 2013).

3.2.3.2.2 Evidências científicas da Rizotomia Dorsal Seletiva

Existem muitas publicações sobre o uso da RDS para tratamento de pacientes com espasticidades por várias etiologias com resultados satisfatórios na redução da espasticidade de membros inferiores. Porém, existe uma escassez de publicações sobre tratamento

neurocirúrgico de crianças com espasticidade nos membros superiores (BENEDETTI *et al.*, 1982).

Em 1911, professor Foerster descreveu um caso de uma criança com espasticidade nos quatro membros, tetraparesia espástica, associada a paralisia cerebral, submetida à RDS lombar e cervical, sendo relatado melhora da criança por redução dos espasmos, permitindo a criança levantar cada perna separadamente, além de passar a apresentar marcha e levantar os braços. Este relato faz parte das primeiras descrições do uso da Rizotomia Dorsal Seletiva para tratamento de crianças com espasticidade, especialmente dos membros superiores que, ao longo dos anos, permaneceu com poucos relatos. No seu trabalho, Professor Foerster também fez referência a uma publicação semelhante por Kuttner, que descreveu um caso de uma criança submetida a procedimento semelhante, sem referência aos resultados (KUTTNER, 1910; PROFESSOR FOERSTER, 1911).

Em 1914, Hutchinson fez um relato de um caso de uma paciente de 17 anos que teve um acidente vascular cerebral com 13 anos de idade, tendo evoluído com monoparesia braquial direita espástica. Foi submetida a Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical (RDSC) nas raízes, C6, C7 e C8, com bom resultado motor e sem alterações da sensibilidade. No entanto, poucos meses após a contração retornou completamente. Isto levou o autor a não fazer esse procedimento em outros pacientes (HUTCHINSON, 1914). Nesta mesma coletânea, Hey Groves descreve um caso de uma mulher de 16 anos de idade com paralisia cerebral apresentando hemiparesia direita com espasticidade nos dedos e punho direitos, operada em 1910 com laminectomia cervical e ressecção de C 7,8 e T1 deste lado, sendo relatado abolição imediata do espasmo, com grande melhora. Porém, no seguimento de 4 anos a condição recaiu inteiramente (HEY GROVES, 1914).

Muitos anos se passaram e, apesar da rizotomia lombar ter apresentado muito progresso com evolução da técnica cirúrgica e disseminação do seu uso, não foram encontrados publicações da técnica até 1970, quando Kottke relatou diminuição da espasticidade em seis pacientes com paralisia cerebral após rizotomia posterior cervical bilateral de C-1 a C-3, sendo usada laminectomia para esta abordagem (KOTTKE, 1970).

Em 1973, baseando-se no trabalho de Kottke, Heimburger e colaboradores relataram suas experiências com 15 pacientes infantis e adultos com paralisia cerebral, com espasticidade e atetose, com idade entre 3 e 55 anos, 8 com espasticidade e 7 com atetose. Os pacientes foram selecionados para cirurgia devido ao rápido aumento da espasticidade, escoliose ou dificuldade em manter uma postura sentada. Laminectomia de C1 a C3 foram realizadas seguidas de rizotomias das raízes dorsais bilaterais até C4. Porém, o autor descreve

que a melhora não foi dramática em nenhum, mas permitiu ganho na função voluntária em cinco e uma reabilitação mais eficaz no restante, mas não precisa o período de seguimento (HEIMBURGER, SLOMINSKI; GRISWOLD, 1973).

Em 1977, Bernardo e colaboradores publicaram os resultados de RDSC bilateral, para tratamento de distonia e atetose em 16 pacientes com paralisia cerebral, com variação de C1 a C6, bilateralmente. A maioria dos casos mostrou diminuição dos espasmos musculares e dos movimentos atetóticos, com alguma melhora da postura e da mobilidade voluntária. Entretanto, ocorreram muitas complicações respiratórias e urinárias.

Também em 1977, Benedetti, Carbonin e Colombo publicaram sobre Rizotomia Dorsal Seletiva de C4 a C7 em uma paciente adulta de 26 anos, com paralisia cerebral distônica e espástica, com secção de 2/3 das raízes posteriores, e concluíram que a rizotomia dorsal completa, de C1 a C3 e seletiva de C4 a C7 são dois estágios distintos do tratamento cirúrgico de distonia e de espasticidade. Segundo os autores, a rizotomia completa de C1 a C3, com laminectomia destes níveis, deve ser realizada primeiro, seguida, em outro momento, de ampliação da laminectomia até C7, somente se a primeira cirurgia não funcionar.

Em 1981, Benedetti, Carboni e Colombo descreveram 5 casos de rizotomia cervical posterior em uma série de 50 pacientes submetidos a rizotomias dorsais lombar e cervical, constando a idade somente de um dos pacientes das rizotomias cervicais, um rapaz de 17 anos, mas todos os cinco tinham paralisia cerebral. A proposta da cirurgia era melhorar a espasticidade e a discinesia. Todos foram submetidos a laminectomia bilateral de C1 a C3 com secção completas das raízes posteriores destes níveis, sem uso de monitorização. Os melhores resultados foram dos pacientes discinéticos, 3 deles, sem resposta nos outros dois; um apresentou recorrência da discinesia.

Em 1982, Benedetti e colaboradores descreveram 3 casos de crianças com paralisia cerebral operadas de rizotomia dorsal cervical, também através de laminectomia de C1 a C3, com resultados considerados favoráveis. Estes trabalhos iniciais não excluem a presença de distonia e não foi usado monitorização neurofisiológica operatória.

Em 1983, Laitinen, Nilsson e Fugl-Meyer descreveram uma série de 9 pacientes submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva, um deles, paciente de 21 anos de idade com hemiparesia espástica decorrente de acidente vascular cerebral, foi submetido à rizotomia cervical posterior, sendo realizado laminectomia de C6 e C7 seguida de secção unilateral de 60 a 80% das raízes posteriores C6, C7 e C8, com auxílio de monitorização neurofisiológica. Ocorreu redução marcante da espasticidade do membro superior, com algum retorno da mobilidade, com leve alteração da sensibilidade e sem alteração esfinteriana. Os autores

concluíram que era provável que o efeito da rizotomia posterior seria melhor para a espasticidade da perna do que para o braço e que o resultado poderia ter sido ainda melhor com a ressecção adicional das raízes C-5 e T-1.

Em 2000, Bertelli, Ghizoni e Michels publicaram uma série com o título de “rizotomia dorsal do plexo braquial para tratamento de espasticidade de membros superiores”, com um total de 61 casos, sendo 27 crianças e destas, 21 tinham diagnóstico de paralisia cerebral, sendo que 47 pacientes tiveram um *follow up* de 6 meses. Foi utilizada a técnica de hemilaminectomia ou laminectomia bilateral seguida de laminoplastia e secção de 100% das raízes posteriores, variando de 2 a quatro raízes seccionadas, sem uso de monitorização. Os autores descreveram melhora em todos os casos com recorrência em somente um caso, que foi atribuída à secção incompleta. Dormências foram observadas nas mãos, mas com resolução até 5 meses e a discriminação entre dois pontos foi recuperada em até 9 meses. Não ocorreram perda funcional, dor neuropática, nem presença de ataxia em nenhum paciente no período de seguimento.

Em 2003, Bertelli e colaboradores publicaram uma série de crianças com hemiparesia associada a paralisia cerebral. A idade variou entre 4 e 20 anos. Os pacientes foram submetidos a hemilaminectomia de C5 a C7, seguida de secção total das raízes dorsais C5, C6 e C7. Os autores concluíram que a rizotomia dorsal do plexo braquial libera a espasticidade, melhorando a função da mão, além de preservar a sensibilidade e sugeriram que a melhor idade para a cirurgia é de 5 a 6 anos.

Hsin e colaboradores encontraram, em 2004, redução significativa do escore na escala de *Ashworth* Modificada em pacientes adultos com espasticidade em membros superiores submetidos a Rizotomia Dorsal Seletiva cervical, usando um protocolo que incluía avaliação neurofuncional pré, intra e pós-operatória e o uso da monitorização neurofisiológica intra-operatória, sendo alcançado 80% de secção das raízes dorsais comprometidas, e não houveram achados de alterações sensitivas significativas ou persistentes no pós-operatório.

Em 2015, Duan e colaboradores descreveram um caso de RDSC para tratamento de espasticidade em um paciente de 23 anos de idade com espasticidade associada a traumatismo cranioencefálico. Demonstraram detalhe de técnica cirúrgica, com hemilaminectomia com secção de 35 a 40% das raízes posteriores das raízes C5, C6 e C7 e uso de monitorização neurofisiológica operatória. Além de considerar um procedimento efetivo e seguro, os autores concluíram que a RDSC poderia ser uma maneira esperançosa de tratar espasticidade nos membros superiores, pois a operação diminuiu a espasticidade e melhorou a amplitude de movimento nas articulações desse paciente. Sugeriram que, de acordo com os achados no

relato de caso, deveriam ser realizados mais ensaios clínicos de Rizotomia Dorsal Seletiva cervical nos pacientes com paralisia espástica nos membros superiores, que mostram eficácia limitada às terapias conservadoras.

Diante do cenário expandido, existe uma variação muito grande da técnica cirúrgica, incluindo a abordagem da coluna cervical. Não foram identificados trabalhos voltados para análise dos impactos na coluna cervical. Estas abordagens, variando de hemilaminectomias, laminotomias a grandes laminectomias-laminectomia cervical em bloco (*en bloc*), usando ou não laminoplastia, têm o potencial de produzir instabilidade da coluna cervical. Entretanto, sabe-se que estas abordagens são o caminho para o tratamento, mas também pode levar a deformidades com consequências clínicas (MELUZZI *et al.*, 2012).

O clássico acesso da coluna através de laminectomia pode levar a deformidades ao longo do tempo, principalmente quando realizada em muitos níveis e especificamente na coluna cervical, que tem alta mobilidade. Para a realização de rizotomia, faz-se necessário o acesso à medula e às raízes nervosas, mas com preservação da estabilidade cervical. Na realização de rizotomia dorsais seletivas não identificamos um protocolo padrão preciso desta abordagem, sendo que a maioria dos casos de rizotomia cervicais descritos foi realizada sem considerar possíveis consequências ou complicações relacionadas a deformidades estruturais da coluna cervical associadas à escolha de acesso cirúrgico (McGIRT *et al.*, 2008).

3.2.3.2.3 Consequências da laminectomia cervical

Em 1982, Yasuoka, Peterson e Maccarty realizaram um estudo retrospectivo para determinar a incidência de deformidades na coluna vertebral após a realização de laminectomia em diferentes sítios: cervical, torácico e lombar, não relacionados a rizotomias. Com relação ao nível operado, nenhum paciente desenvolveu deformidade após laminectomia lombar, mas 36% tiveram deformidades após o procedimento na coluna torácica e 100% tiveram deformidades quando operados da coluna cervical. Também avaliaram pacientes em grupos etários diferentes (0 a 13, 14 a 24 e além de 24 anos). Quarenta e seis por cento dos pacientes abaixo de 14 anos tiveram deformidades na coluna cervical. Já os da faixa etária 14 a 24, somente 6% tiveram alguma alteração na coluna. Nenhum adulto apresentou alteração. Estes autores concluíram que a incidência de deformidade da coluna vertebral após laminectomia multinível está relacionada à idade do paciente e ao nível da laminectomia. Quanto mais jovem o paciente, maior a probabilidade de ocorrência. Observaram também que a deformidade espinhal após a laminectomia múltipla é dependente do nível da laminectomia,

quanto mais cefálica a laminectomia, maior a probabilidade de ocorrência. Deformidade desenvolvida em 100% dos pacientes com laminectomia cervical, 36% com laminectomia torácica e 0% com laminectomia lombar.

Em 2008, McGirt e colaboradores descreveram a incidência de deformidades na coluna espinhal após ressecção de tumores medulares pelas técnicas de laminectomia e laminoplastia numa série de 164 pacientes, sendo que os primeiros 144 pacientes consecutivos foram submetidos à laminectomia com preservação das articulações facetárias e os 20 seguintes, foram submetidos à laminoplastia, com duração média de acompanhamento de 3,5 anos. Seus resultados demonstraram que os pacientes pediátricos apresentavam predisposição a desenvolver deformidade espinhal com taxas variando entre 16 e 100% em várias séries, sendo provavelmente multifatorial. Esta taxa foi atribuída à presença de proporção maior de cartilagem em seu sistema esquelético imaturo e, portanto, aumentam a frouxidão ligamentar nesta faixa etária. Além disso, eles têm complexos facetários mais orientados horizontalmente, em comparação com os complexos orientados verticalmente vistos em adultos. Esses recursos, além do crescimento da coluna, acentuam a biomecânica espinhal alterada causada pela ressecção, levando a um aumento da incidência de deformidades da coluna vertebral. Estes mesmos autores concluem que a laminoplastia deve ser realizada para evitar tais complicações, porque os elementos posteriores da medula espinhal são repostos após a remoção em bloco das lâminas, diminuindo a incidência de deformidade espinhal progressiva e evita a necessidade de subsequente estabilização espinhal.

Já em 2012, Meluzzi e colaboradores realizaram estudos biomecânicos em modelos animais, comparando-se a laminectomia com a laminoplastia. Estes autores demonstraram um aumento na cifose radiológica pós-laminectomia, mas não na laminoplastia ou no grupo de intactos. O modelo evidenciou um aumento na instabilidade sagital no grupo pós-laminectomia. Segundo Pale Rotal (1996), a lâmina aparentemente provém estabilidade sagital, especialmente nas extremidades da coluna cervical em C2 e em C7. A preservação da lâmina ainda pode prover uma barreira anatômica prevenindo a formação de uma cicatriz sobre a dura-máter.

3.2.3.2.4 Prospecção científica

Em estudo de prospecção realizado pelo nosso grupo do presente estudo, foi observado os dados publicados até maio de 2020. Foi realizada uma pesquisa eletrônica nas bases de dados *MEDLINE (PubMed, ScienceDirect e Web of Science*, em maio de 2020, com

os descritores: “*selective cervical dorsal rhizotomy*”; “*spastic cerebral palsy*” e “*children*”. Quando necessário, uma nova busca foi realizada na base *Google Acadêmico* com a expressão “*cervical rhizotomy AND cerebral palsy AND spasticity AND children*”. Não houve recorte temporal. Foram usados os seguintes critérios de inclusão: a) publicações de texto completo em inglês; b) estudos publicados até maio de 2020; c) ensaios clínicos randomizados (ECR), série de casos e relatos de casos; d) estudos com pelo menos 1 mês de acompanhamento e envolvendo medidas de resultados clínicos; e) estudos envolvendo a intervenção cirúrgica *Rizotomia Dorsal Seletiva cervical* em pacientes infantis com paralisia cerebral espástica ou estudos envolvendo a intervenção cirúrgica *rizotomia cervical* em pacientes com paralisia cerebral espástica.

Inicialmente a pesquisa nos bancos de dados produziu 1.115 artigos publicados até maio de 2020. Um total de 184 estudos apareceram duplicados, onde 80 se repetiram na base *PubMed/MEDLINE*, 82 na *ScienceDirect*, 5 na *Web of Science*, 14 na *PubMed/MEDLINE* e *ScienceDirec* e 3 na *ScienceDirecte Web of Science*. Foram analisados os títulos de 931 trabalhos e os resumos de 54 para identificar artigos potencialmente relevantes. Um total de 921 trabalhos foram excluídos (589 não estavam relacionados a questão norteadora desta pesquisa, 265 eram estudos com animais, 38 capítulos de livro, 20 revisões, 8 resumos e anais de congresso e 1 comentário do editor). Dos 10 estudos resultantes, após leitura na íntegra, nenhum atendeu aos critérios de inclusão, sendo, portanto, excluídos.

Uma nova busca foi realizada na base de dados *Google Acadêmico*, dessa vez sendo procurado por artigos que abordassem a rizotomia cervical em pessoas com paralisia cerebral espástica, resultando na seleção de três estudos. A lista de referências desses trabalhos foi verificada, e mais uma pesquisa foi incluída, totalizando quatro registros que compuseram essa revisão sistemática. Os estudos mostraram que, após serem submetidos à RDSC, os pacientes infantis e adultos reduzem a espasticidade nos membros superiores, melhoram a função e tornam menos difícil o desenvolvimento das atividades diárias pelos cuidadores. Esta revisão revelou a escassez de estudos abordando a RDSC para o tratamento da espasticidade dos membros superiores em pacientes infantis com paralisia cerebral, embora existam evidências suficientes para o uso desta técnica neurocirúrgica em adolescentes e adultos. Assim, sugeriu-se que novas pesquisas fossem conduzidas para confirmar essa consideração preliminar e estender a real eficácia dessa técnica. Este estudo foi publicado no *Brazilian Journal of Health Review* em agosto de 2020 (Anexo B).

4 PARTE EXPERIMENTAL

4.1 Métodos e procedimentos

4.1.1 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, e foi aprovado através do parecer consubstanciado do CEP n° 3.815.025 (Anexo A).

4.1.2 Método da pesquisa

Trata-se de uma pesquisa clínica, prospectiva, analítica, intervencional, longitudinal (estudo com seguimento, sequencial, *follow up*) e controlada, ou seja, com utilização de um grupo controle, neste caso, o próprio paciente.

4.1.3 Local da pesquisa

O estudo foi realizado na cidade de Teresina – Piauí – Brasil, em um hospital de referência em neurocirurgia pediátrica e em um centro de reabilitação de alta complexidade

4.1.4 Tamanho da amostra

O estudo compreendeu um total de 8 participantes.

4.1.5 Critérios de inclusão

- Pacientes infantis de 2 a 17 anos;
- Espasticidade nos membros superiores associada à paralisia cerebral;
- Pacientes atendidos em um hospital de referência em neurocirurgia pediátrica e em um centro de reabilitação referência em Teresina – Piauí.

4.1.6 Critérios de exclusão

- Pacientes com espasticidade associada à distonia nos membros superiores na avaliação clínica pré-operatória;
- Presença de patologias da coluna cervical como: cifose, tumores ou deformidades congênitas;
- Comorbidades, como cardiopatias descompensadas ou distúrbios da coagulação sanguínea com aumento não aceitável do risco operatório, com uso de exames de coagulação e cardiológicos;
- Pacientes que os responsáveis não assinaram o termo de consentimento informado.

4.2 Coleta de dados

4.2.1 Avaliação neurofuncional

Todos os pacientes foram submetidos à avaliação por equipe multidisciplinar em um centro de reabilitação de referência em reabilitação física, composta por: médico neurocirurgião, fisioterapeutas neurofuncionais e terapeuta ocupacional especializados, todos com experiência em reabilitação e atendimento de pacientes com espasticidade.

O protocolo de avaliação pré-operatória consistiu nas seguintes etapas: avaliação do comprometimento motor, com determinação dos níveis motores; definição da função motora grossa; graduação da espasticidade através da avaliação do tônus muscular; classificação de funcionalidade e desempenho dos membros superiores. Todos foram submetidos à videodocumentação pré, trans e pós-operatórias.

4.2.2 Escalas avaliativas

Foram usadas as seguintes escalas:

4.2.2.1 Escala de Ashworth Modificada (EAM)

A Escala de *Ashworth* Modificada – Escala subjetiva que avalia tônus muscular em graus de 0 a 4. É uma escala de classificação de 6 pontos que avalia o tônus muscular com a

manipulação manual da articulação, através da sua amplitude de movimento, definindo clinicamente a resistência aos movimentos passivos (BOHANNON; SMITH, 1987).

4.2.2.1.1 Pontuação/grau de descrição

- 0 Sem aumento do tônus muscular
- 1 Discreto aumento do tônus muscular, manifestado pelo apreender e liberar, ou por mínima resistência ao final da amplitude de movimento, quando a parte (ou as partes) afetada é movimentada em flexão e extensão.
- 1+ Discreto aumento no tônus muscular, manifestado pelo apreender, seguido de mínima resistência, através do resto (menos da metade) da amplitude de movimento.
- 2 Marcante aumento do tônus muscular, através da maior parte da amplitude de movimento; porém, as partes afetadas são facilmente movimentadas.
- 3 Considerável aumento do tônus muscular; movimentos passivos dificultados.
- 4 A parte (ou partes) afetada mostra-se rígida à flexão ou extensão.

4.2.2.2 Escala GMFM (*Gross Motor Function Measure*)

O GMFM (medida da função motora grossa) é uma medida constituída com o objetivo de avaliar mudanças na função motora grossa em crianças com paralisia cerebral. Consiste em 88 itens agrupados em 5 dimensões: 1) deitar e rolar (17 itens); 2) sentar (20 itens); 3) engatinhar e ajoelhar (14 itens); 4) ficar em pé (13 itens), e 5) andar, correr e pular (24 itens).

Sua pontuação é realizada pela observação do desempenho motor da criança em cada item. Os itens recebem escores de 0-4 pontos em uma escala ordinal. Os escores para cada dimensão são expressos como porcentagens de uma pontuação máxima para aquela dimensão.

A pontuação total é obtida por meio da soma de todas as dimensões dividida por cinco, isto é, o número total de dimensões. Cada dimensão, por outro lado, contribui igualmente para o escore total, que varia de 0-100. A confiabilidade, validade e sensibilidade deste instrumento são documentadas para crianças com paralisia cerebral e são consideradas aceitáveis (DE MELLO SPOSITO; RIBERTO, 2010).

4.2.2.3 Escala GMFCS (Gross Motor Function Classification System)

O Sistema de Classificação da Função Motora Grossa (GMFCS) para paralisia cerebral é baseado no movimento iniciado voluntariamente, com ênfase no sentar, transferências e mobilidade. É classificado em cinco níveis de desempenho, tendo como critério principal a significância dos níveis na vida diária.

As distinções são baseadas nas limitações funcionais, na necessidade de dispositivos manuais para mobilidade (tais como andadores, muletas ou bengalas) ou mobilidade sobre rodas, e em menor grau, na qualidade do movimento. Utiliza a locomoção como chave de avaliação e analisa o indivíduo em 5 níveis de desempenho locomotor.

A classificação é analisada a partir de 2 anos, com intervalos de 2 anos para medida dos ganhos de habilidades até se atingir um patamar entre 6-18 anos. O enfoque do GMFCS está em determinar qual nível melhor representa as habilidades e limitações na função motora grossa que a criança ou o jovem apresentam (PALISANO *et al.*, 1997).

4.2.2.3.1 Níveis do GMFCS

Níveis: I – anda sem limitações; II – anda com limitações; III – anda utilizando um dispositivo manual de mobilidade; IV – automobibilidade com limitações; pode utilizar mobilidade motorizada; V – transportado em uma cadeira de rodas manual. As distinções entre os Níveis I e II não são tão nítidas como a dos outros níveis, particularmente para crianças com menos de dois anos de idade. O enfoque de cada nível é o método de mobilidade que é mais característico no desempenho após os 6 anos de idade. As descrições das habilidades e limitações funcionais para cada faixa etária são amplas (PALISANO *et al.*, 1997).

4.2.2.3.2 Distinções entre os níveis do GMFCS

Níveis I e II – crianças e jovens do nível II, quando comparados às crianças e jovens do nível I, têm limitações para andar por longas distâncias e equilibrar-se; podem precisar de um dispositivo manual de mobilidade ao aprender a andar; podem utilizar um dispositivo com rodas quando caminham por longas distâncias em espaços externos e na comunidade; requerem o uso de corrimão para subir e descer escadas e não são capazes de correr e pular.

Níveis II e III – As crianças e os jovens no nível II são capazes de andar sem um dispositivo manual de mobilidade depois dos quatro anos de idade (embora possam optar por utilizá-lo às vezes). As do nível III precisam de um dispositivo manual de mobilidade para andar em espaços internos e o uso de mobilidade sobre rodas fora de casa e na comunidade.

Níveis III e IV – as crianças e jovens que estão no nível III sentam-se sozinhos ou requerem no máximo um apoio externo limitado para sentar-se; eles são mais independentes nas transferências para a postura em pé e andam com um dispositivo manual de mobilidade. As do nível IV sentam-se (geralmente apoiados), mas a autolocomoção é limitada. É mais provável que as do Nível IV sejam transportadas em uma cadeira de rodas manual ou que utilizem a mobilidade motorizada.

Níveis IV e V – as crianças e jovens no Nível V têm graves limitações no controle da cabeça e tronco e requerem tecnologia assistiva ampla e ajuda física. A autolocomoção é conseguida apenas se a criança/ jovem pode aprender como operar uma cadeira de rodas motorizada (PALISANO *et al.*, 1997).

4.2.2.4 Escala MACS (*Manual Ability Classification System*)

O Sistema de Classificação de Capacidade Manual (MACS) descreve como crianças com paralisia cerebral usam suas mãos para manipular objetos em atividades diárias. O propósito do MACS é prover um método sistemático para classificar as crianças com paralisia cerebral em relação a como usam suas mãos quando manipulam objetos nas atividades diárias.

O MACS está baseado nas habilidades manuais que são iniciadas voluntariamente, com ênfase particular na manipulação de objetos no espaço pessoal do indivíduo (espaço imediato e próximo do corpo a uma distância de objetos que não os alcance).

É uma descrição funcional que avalia a habilidade global da criança na manipulação dos objetos no dia a dia, não a função de cada mão separadamente, não considerando as diferenças de função entre as mãos; em vez disso, aborda o modo como as crianças manipulam objetos apropriados à idade. O MACS não pretende explicar as razões para os déficits na habilidade manual (ELIASSON, 2006).

4.2.2.4.1 Níveis do MACS

Nível I – Manipula objetos facilmente e com sucesso. No máximo, limitações na facilidade de realizar tarefas manuais que requerem velocidade e precisão. Porém, quaisquer limitações nas habilidades manuais não restringem a independência nas atividades diárias.

Nível II – Manipula a maioria dos objetos, mas com a qualidade e/ou velocidade da realização um pouco reduzida. Certas atividades podem ser evitadas ou serem realizadas com alguma dificuldade; maneiras alternativas de realização poderiam ser utilizadas, mas as habilidades manuais geralmente não restringem a independência nas atividades diárias.

Nível III – Manipula objetos com dificuldade; necessita de ajuda para preparar e/ ou modificar as atividades. O desempenho é lento e obtido com sucesso limitado em relação à qualidade e quantidade. Atividades são realizadas independentemente se elas tiverem sido organizadas ou adaptadas.

Nível IV – Manipula uma variedade limitada de objetos facilmente manipuláveis em situações adaptadas. Desempenham parte das atividades com esforço e com sucesso limitado. Requer suporte e assistência contínuos e/ou equipamento adaptado, para mesmo assim realizar parcialmente a atividade.

Nível V – Não manipula objetos e tem habilidade severamente limitada para desempenhar até mesmo ações simples. Requer assistência total (ELIASSON, 2006).

4.2.2.4.2 Distinções entre os níveis do MACS

Níveis I e II – As crianças no nível I podem ter limitações para manipular objetos muito pequenos, pesados ou frágeis, o que requer controle motor fino minucioso, ou coordenação eficaz entre as mãos. Limitações também podem envolver desempenho em situações novas e não familiares. As crianças no nível II desempenham quase as mesmas atividades que as crianças do nível I, mas a qualidade do desempenho é menor, ou o desempenho é mais lento. Diferenças funcionais entre as mãos podem limitar a eficácia do desempenho. Crianças no nível II geralmente tentam simplificar a manipulação dos objetos, por exemplo, utilizando uma superfície de suporte ao invés de manipular objetos com as duas mãos.

Níveis II e III – As crianças do nível II manipulam a maioria dos objetos, embora lentamente ou com reduzida qualidade no desempenho. Crianças no nível III geralmente necessitam de ajuda para preparar a atividade e / ou requerem que sejam feitos ajustes no

ambiente já que sua habilidade em alcançar ou manipular objetos é limitada. Elas não conseguem desempenhar certas atividades e seu grau de independência está relacionado ao grau de apoio oferecido pelo contexto ambiental.

Níveis III e IV – As crianças do nível III podem desempenhar atividades selecionadas se a situação é pré-estabelecida e se tiverem supervisão e tempo suficiente. As crianças no nível IV necessitam de ajuda contínua durante a atividade e podem, na melhor das hipóteses, participar significativamente somente em partes de uma atividade

Níveis IV e V – As crianças do nível IV desempenham parte de uma atividade, porém, necessitam de ajuda contínua. As crianças do nível V podem, quando muito, participar com um simples movimento em situações especiais, por exemplo, apertar um simples botão ou ocasionalmente pegar objetos que são fáceis de segurar (ELIASSON, 2006).

4.2.2.5 Escala PMAL (*Pediatric Motor Activity Log*)

A escala PMAL (Registro de atividade motora pediátrica) – Escala aplicada na avaliação da função motora dos membros superiores analisando frequência e qualidade de movimento. Aplicada, respectivamente, para crianças de até oito anos e para crianças e adolescentes entre nove e 16 anos e 11 meses, consiste em questionário respondido pelos pais/responsáveis com relação à frequência e a qualidade do movimento do membro superior afetado em 22 atividades distintas.

A pontuação da frequência varia de zero a cinco (zero: não usa; um: muito raramente; dois: raramente; três: às vezes; quatro: frequentemente; cinco: normal). Do mesmo modo, a classificação da qualidade varia de zero a cinco (zero: não usa; um: muito pobre; dois: pobre; três: moderado; quatro: quase normal; cinco: normal). Pode ser aplicada nos períodos pré, pós-tratamento e, até mesmo, diariamente (neste, somente qualidade). Por meio deste o desempenho motor do paciente no mundo real é mensurado para que as necessidades reais sejam enfatizadas em ambiente terapêutico (MATUTI *et al.*, 2016).

4.3 Estudos radiográficos da coluna cervical

Foram realizados radiografias da coluna cervical pós-operatórias em seis meses, além de tomografia com reconstrução óssea em 3D nos pós-operatórios, com tempo mínimo 6 meses para observação do padrão de ossificação ou presença de alguma deformidade adquirida na coluna vertebral.

4.4 Intervenção cirúrgica (etapas do procedimento)

4.4.1 Anestesia

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 esta 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; 7) sondagem vesical de demora. Manteve-se anestesia venosa total no intraoperatório com propofol e cloridrato de remifentanil. 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, ceterolaco 1mg/kg e dipirona 30mg/kg, IV, e a profilaxia de náuseas e vômitos foi utilizada a de rotina. A extubação foi realizada em sala operatória, sem intercorrências, com adequados níveis de consciência, parâmetros respiratórios e hemodinâmicos. A alta para unidade de terapia intensiva foi realizada com os pacientes ativos e acordados, sem dor, com respiração espontânea e sinais vitais estáveis. Não tiveram complicações anestésicas nos pós-operatórios.

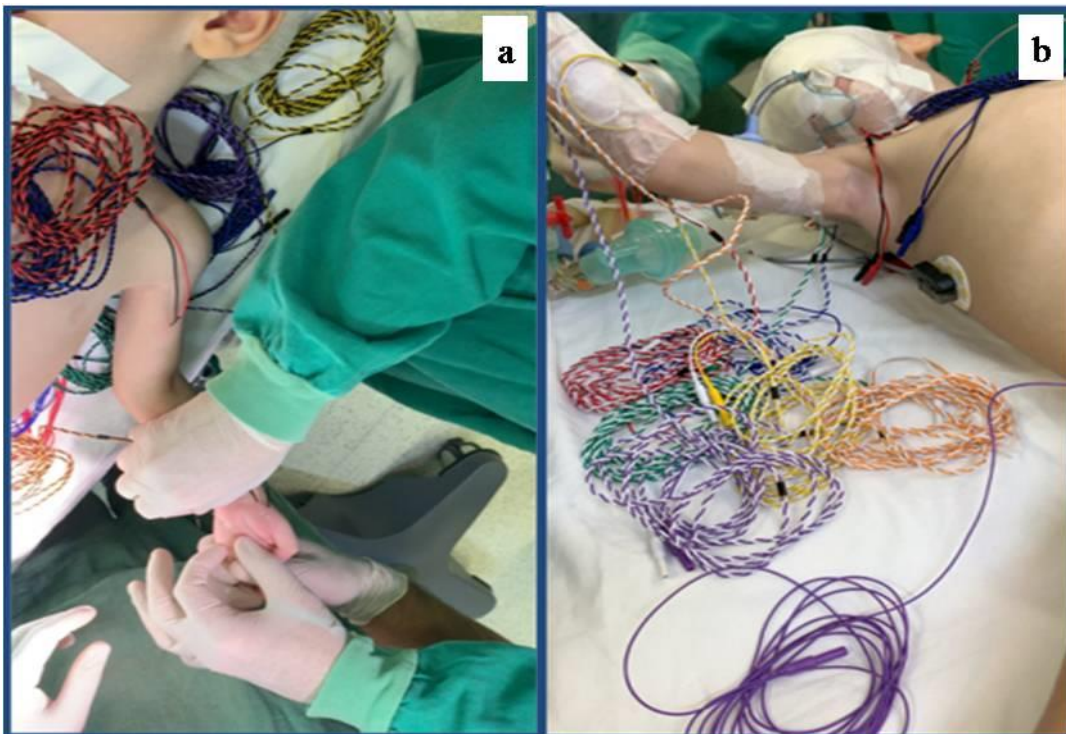
4.4.2 Avaliação e documentação em vídeo

Todos os pacientes foram submetidos a avaliação clínica, com aplicações das escalas de classificação e quantificação da espasticidade, além de documentações fotográficas e gráficas nos momentos pré, intra e pós-operatórios, quando aplicáveis.

4.4.2.1 Monitorização neurofisiológica: inserção dos eletrodos

A monitorização neurofisiológica foi realizada com o equipamento Neuro-IOM 16 canais, registrado na ANVISA sob o número 80969860001. 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, da seguinte forma: músculo deltóide para raízes C5-6; músculo bíceps braquial para raízes C5-6; músculo tríceps braquial para raízes C6-7; músculo pronador redondo para raízes C7-8; músculo abductor curto do polegar para raízes C8 T1; e músculo abductor do dedo mínimo para raízes C8 T1. Desse modo, o registro eletromiográfico foi composto por 6 canais em cada hemicorpo, cobrindo raízes espinhais dos segmentos cervical e torácico da medula espinhal (Figura 2).

Figura 2 – Instalação dos eletrodos da eletromiografia para monitorização neurofisiológica intraoperatória em Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical para tratamento de crianças com paralisia cerebral e espasticidade nos membros superiores. Imagem (a) – membro superior esquerdo. Imagem (b) – membro superior direito

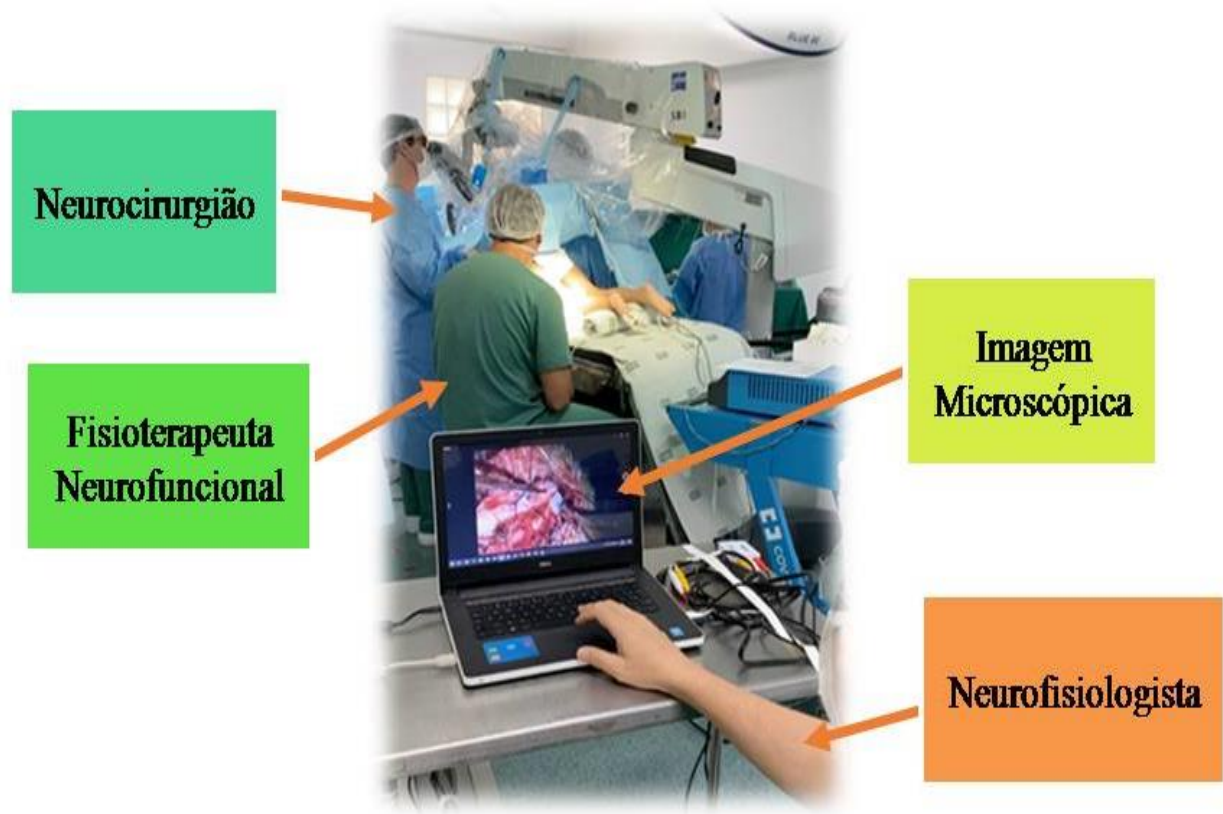


Fonte: Imagens do autor.

Foram monitorados os músculos correspondentes aos níveis medulares de C5, C6, C7, C8 e T1, com graduação das raízes, depois das radículas. Estas foram graduadas de zero a

4, sendo consideradas normais as respostas grau 0, grau 1 e grau 2, e anormais as respostas grau 3 e grau 4 (grau 0 quando não havia resposta motora reflexa, grau 1 quando havia resposta motora reflexa somente no nível segmentar correspondente a estimulação, grau 2 quando havia resposta motora reflexa no nível segmentar correspondente a estimulação com propagação desta resposta ao nível segmentar adjacente, grau 3 quando havia resposta motora reflexa em todo o membro superior ipsilateral à estimulação, e grau 4 quando havia resposta motora reflexa em ambos os membros superiores) (Figura 3).

Figura 3 – Visão geral da monitorização intraoperatória em Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical para tratamento de criança com espasticidade em membros superiores



Fonte: Imagens do autor.

4.4.2.2 Posição operatória: decúbito ventral/prona

Os pacientes foram fixados na posição ventral com sistema de fixação com pinos pediátricos tipo Mayfield ou sistema de ferradura com “pads” composto por um gel resistente (Figura 4).

Figura 4 – Imagens de posição operatória em Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical: Imagem (a) – posicionamento do paciente com sistema de fixação em Mayfield (a1) e em ferradura (a2). Imagem (b) – posição cirúrgica (decúbito ventral)



Fonte: Imagens do autor.

4.4.2.3 Definição dos níveis das vértebras cervicais

Definição da vértebra T1 com radioscopia através de arco cirúrgico (GEBrivo 850, GEOEC 7900®) (Figura 5).

Figura 5 – Imagens demonstrando localização dos níveis cervicais, com uso de radioescopia, em Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical para tratamento de criança com espasticidade nos membros superiores

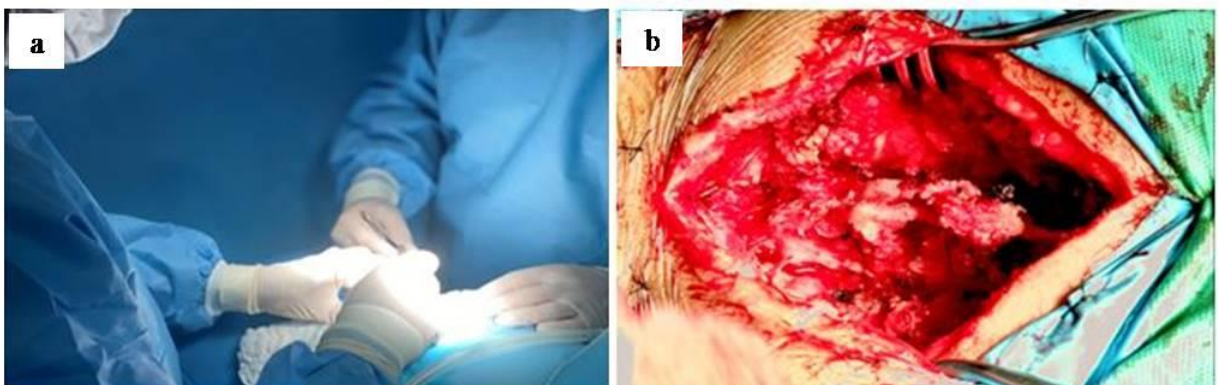


Fonte: Imagem do autor.

4.4.3 Abordagem cirúrgica

É uma incisão retilínea mediana posterior de C4 a T1; abertura por planos até exposição dos processos espinhosos, lâminas e pedículos das vértebras C5, C6, C7 e T1 (Figura 6).

Figura 6 – Abordagem cirúrgica inicial da Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical: abertura por planos com exposição da coluna cervical. Imagem (a) – incisão da pele com bisturi. Imagem (b) – exposição das vértebras



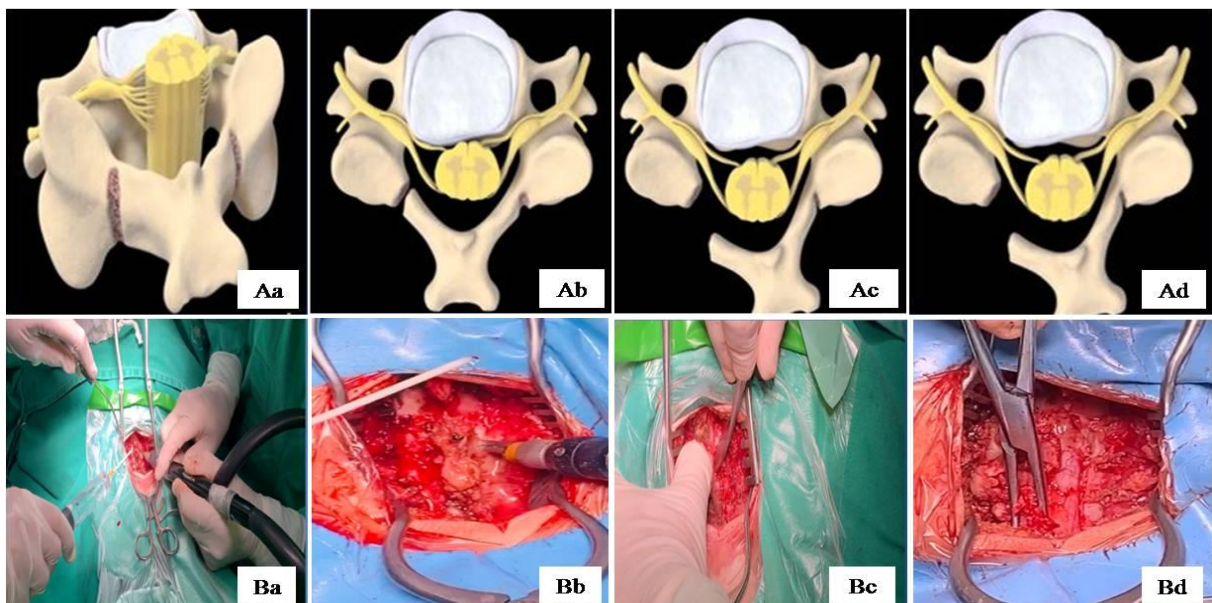
Fonte: Imagens do autor.

4.4.3.1 Laminotomia

Apenas a exposição articular medial foi realizada por dissecação dos músculos paraespinhais subperiosteal. Os ligamentos interespinhosos nos níveis rostral e caudal foram removidos com uma pinça de Kerisson de 2 mm. Os processos espinhosos do segmento de laminoplastia planejado (C5 a T1) foram mantidos intactos para preservar os ligamentos interespinhosos e o ligamento amarelo. Pequenas fenestrações interlaminares e laminotomias parciais foram então feitas com uma pinça Kerrison de 2 mm na borda caudal da lâmina mais caudal, permitindo um sulco de entrada do craniótomo.

Foram realizadas laminotomias do lado esquerdo na direção caudal-rostral, abrangendo todo o segmento da laminoplastia em um corte contínuo usando craniótomo (Panther Macom, Modelo: MA-30000®). No outro lado foram realizados pequenos sulcos longitudinais nas lâminas dos mesmos níveis, simétricos aos do lado esquerdo, usando drill (Panther Macom, Modelo: MA-30000®), aproximadamente 0,5 cm do pedículo correspondente, para permitir lateralização do bloco a ser fixado no lado direito e expor a dura-máter em todos estes níveis (Figura 7).

Figura 7 – Imagem A: Imagens ilustrativas adaptadas de uma laminotomia cervical: (Aa) fase inicial da secção longitudinal da lâmina; (Ab) secção longitudinal da lâmina; (Ac) lateralização do conjunto lâmina-processos espinhosos; (Ad) exposição da dura-máter. Imagem B: imagens cirúrgicas de laminotomia em Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical: (Ba) fase inicial da secção longitudinal da lâmina; (Bb) secção longitudinal da lâmina; (Bc) lateralização do conjunto lâmina-processos espinhosos; (Bd) exposição da dura-máter



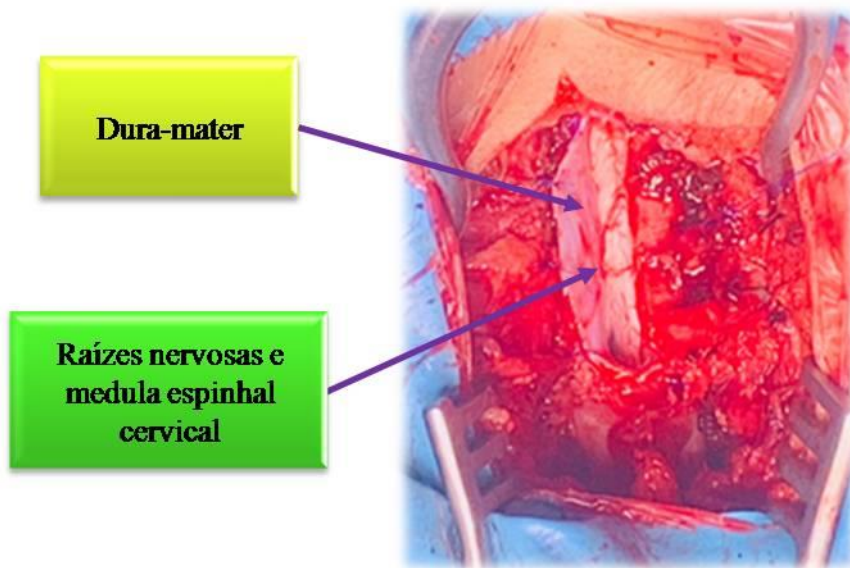
Fonte: Imagem A – Nucleus Medical Media; Imagem B – Imagens do autor.

A largura da laminoplastia foi igual à do canal medular. O ligamentum flavum foi então removido com uma pinça Kerrison de 1 mm e o segmento de laminoplastia foi levantado com curetas e pinças, expondo a dura-máter. Completou-se a laminotomia elevando o bloco formado por lâminas e processos espinhosos da esquerda para a direita do paciente, seguido de fixação deste bloco na musculatura paravertebral direita usando fio de nylon 3.0 (Shalon®).

4.4.3.2 Abertura da dura-máter

A abertura longitudinal e mediana da dura-máter de C5 a T1, seguida de fixação lateral das bordas durais foi realizada com fio de prolene 5.0 (Ethicon®) promovendo visualização da membrana aracnoide (Figura 8).

Figura 8 – Imagem cirúrgica de abertura longitudinal paramediana esquerda da dura-máter cervical em Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical



Fonte: Imagens do autor.

4.4.4 Abordagem microcirúrgica

Para a abordagem microcirúrgica usou-se microscópio neurocirúrgico de alta resolução (Zeiss OPMI Vario/S88®).

4.4.4.1 Exploração dos nervos C5, C6, C7, C8 e T1

A exploração dos nervos C5, C6, C7, C8 e T1 foi realizada com diferenciação das raízes sensitivas e raízes motoras e do grau de reatividade ao estímulo elétrico através de critérios anatômicos e auxílio das monitorizações neurofisiológica e comportamental.

4.4.4.2 Monitorização neurofisiológica: diferenciação das raízes nervosas

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 as 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.

O protocolo eletromiográfico intraoperatório foi baseado no estudo neurofisiológico originalmente descrito por Fasano e colaboradores (1976) e modificado por Philips e Park (1989) e Laurence, Philips e Park (1991), consistindo 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 0,5 cm de distância entre os polos. Em cada teste, foi realizado pelo menos três estímulos consecutivos para observação de coerência entre as respostas musculares antes de prosseguirmos com a interpretação das informações.

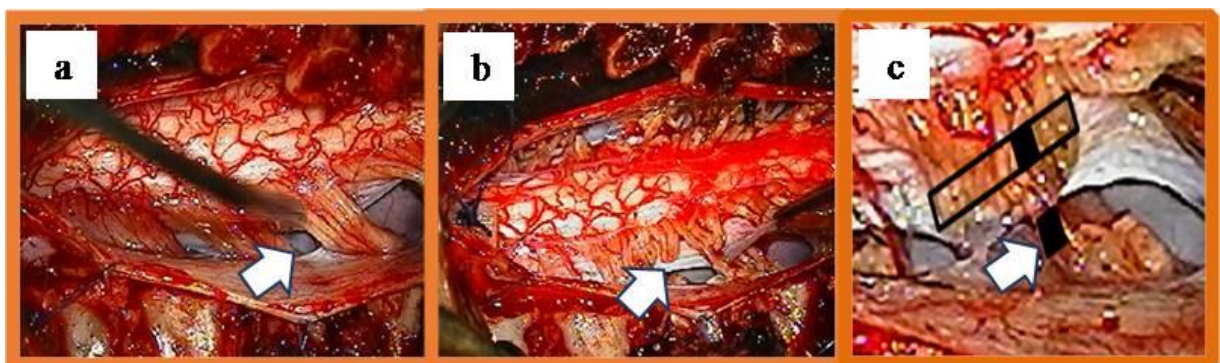
Na estimulação limiar cada raiz espinhal recebeu estímulos elétricos de corrente contínua, com pulso de onda quadrada, duração de 0,1 milissegundo, frequência de 1 Hertz e a intensidade necessária para a obtenção de uma resposta muscular reflexa limiar, geralmente entre 0,1 a 10 miliampères. Nessa etapa, foi realizada a identificação neurofisiológica das raízes espinhais cirurgicamente expostas, de acordo com diferenças existentes nos parâmetros neurofisiológicos entre raízes dorsais e ventrais; sendo possível informar a função, sensitiva ou motora; e o território de inervação de cada raiz testada.

Na etapa de estimulação tetânica, cada raiz dorsal foi dissecada em 4 a 6 radículas, que foram testadas separadamente com estímulos elétricos de corrente contínua, em trens de onda quadrada, com duração de 1 milissegundo e frequência de 50 Hertz, com a intensidade de estímulo encontrada para a respectiva raiz no teste anterior. Para classificar a resposta

motora reflexa das radículas dorsais, elaboramos uma adaptação da escala de classificação proposta por Philips e Park (1989), da seguinte forma: grau 0 – quando não havia resposta motora reflexa; grau 1 – quando havia resposta motora reflexa somente no nível segmentar correspondente a estimulação; grau 2 – quando havia resposta motora reflexa no nível segmentar correspondente a estimulação, com propagação desta resposta ao nível segmentar adjacente; grau 3 – quando havia resposta motora reflexa em todo o membro superior ipsilateral a estimulação; e grau 4 – quando havia resposta motora reflexa em ambos os membros superiores.

A apresentação clínica da resposta motora reflexa foi observada e palpada por um fisioterapeuta, tendo particular atenção as contrações em grupos musculares diferentes daqueles monitorados pelo neurofisiologista clínico. A escolha das radículas dorsais para secção cirúrgica foi baseada em três princípios: a resposta eletromiográfica; a resposta comportamental registrada pelo fisioterapeuta; e os objetivos clínicos e funcionais que foram estabelecidos para o paciente na avaliação multidisciplinar pré-operatória. De um modo geral, não foram submetidas a secção as raízes dorsais que apresentaram respostas: grau 0, grau 1 e grau 2. Enquanto as raízes dorsais com respostas grau 3 e grau 4, foram seccionadas de 85% a 90% de sua área transversa, variando de acordo com o nível segmentar de cada raiz (Figura 9).

Figura 9 – Imagens cirúrgicas de raízes nervosas cervicais dorsais em Rizotomia Dorsal Seletiva: a) raízes dorsais íntegras; b) raízes dorsais seccionadas; c) % de secção



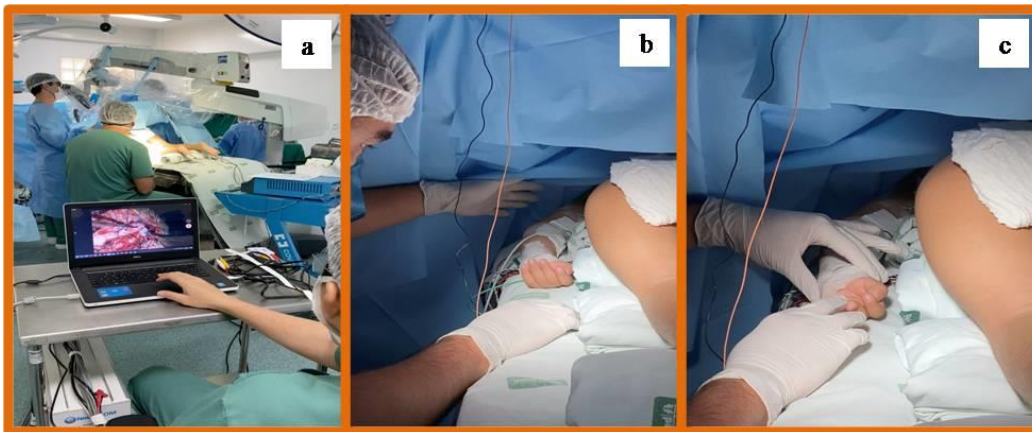
Fonte: Imagens do autor.

4.4.4.3 Monitorização comportamental

O processo de avaliação da resposta comportamental visualmente e através da palpação de cada grupo muscular relacionado aos níveis medulares estimulados e a análise

dos movimentos das articulações durante a fase de estimulação intraoperatória das raízes na rizotomia dorsal seletiva cervical, associado aos critérios eletrofisiológicos, é complementar à monitorização neurofisiológica com eletroneuromiografia com inserção muscular de eletrodos e captação da resposta ao estímulo elétrico pela neurofisiologia. Essa avaliação é uma extensão da avaliação funcional pré-operatória (Figura 10).

Figura 10 – Imagens de monitorização comportamental avaliadas por fisioterapeuta neurofuncional durante Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical: a) posicionamento do fisioterapeuta no procedimento cirúrgico; b) avaliação visual da resposta muscular à estimulação nervosa; c) avaliação por palpação da resposta muscular à estimulação nervosa



Fonte: Imagens do autor.

Os parâmetros avaliados foram: amplitude de movimento articular sem e com efeito de sedação, sempre com vídeodocumentação; observação visual e por palpação muscular da resposta ao estímulo direto da raiz nervosa, visando definir o tipo de raiz, motora ou sensitiva, sendo que a motora produz contração muscular mais forte, além de ser do tipo isotônica de curta duração e a contração isométrica sustentada quando a raiz é sensitiva; definição das radículas hiperativas, correlacionando-se com os parâmetros já estratificados do impacto funcional da espasticidade mensurados quantitativamente e qualitativamente na fase pré-operatória, classificando-se numericamente as respostas em: 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 do grau 1+ com contração dos músculos inervados por nível segmentar adjacente, grau 3+ – resposta semelhante do grau 2+ com contração dos músculos inervados por múltiplos níveis segmentares ipsilaterais, grau 4+ – resposta semelhante do grau 3+ com resposta motora

contralateral; escolha das radículas a serem seccionadas usando parâmetros pré e transoperatórios.

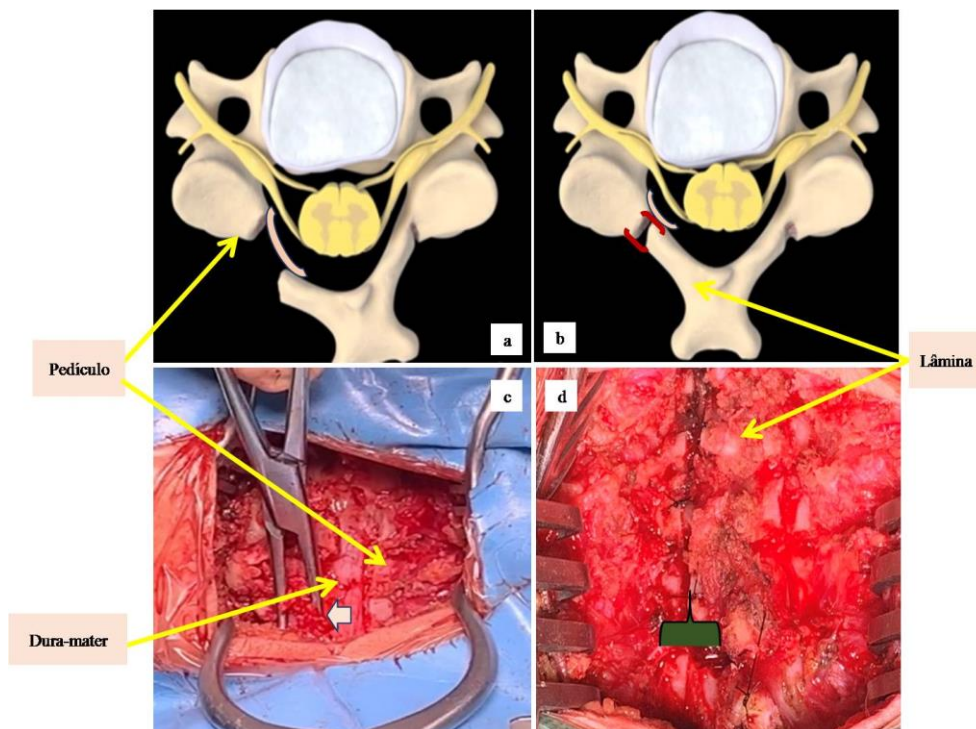
4.4.5 Sutura hermética da dura-máter

A sutura hermética da dura-máter foi realizada com fio prolene 5.0 (Ethicon®) seguido de uso extradural de cola cirúrgica biológica cirúrgica (Tisseel®).

4.4.6 Laminoplastia

A laminoplastia é a fixação das lâminas e pedículos esquerdos de C5 a T1 realizado através de pequenos orifícios nos pedículos e suas lâminas correspondentes usando o mesmo drill. Usou-se fio mononylon 4.0 (Shalon®) para a fixação do bloco que tinha sido elevado para o lado direito, com restabelecimento ósseo em suas posições originais. Por fim, os músculos paraespinhais foram reaproximados às lâminas (Figura 11).

Figura 11 – Imagens de laminoplastia cervical. A e B: imagens ilustrativas – fixação óssea do pedículo e da lâmina cervical esquerda; C e D: imagens cirúrgicas de Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical C5 a T1 com fixação das lâminas aos pedículos



Fonte: A e B – Nucleus Medical Media. C e D – Imagens do autor.

4.4.7 Sutura por planos das fásCIAS musculares e da região subcutânea

A sutura por planos das fásCIAS musculares e da região subcutânea foi realizada com fio absorvível à base de ácido láctico e ácido glicólico, revestidos propoligactina 3.0 (Vicryl®).

4.4.8 Sutura da pele

A sutura da pele foi realizada com nylon 5.0 (Shalon®), com pontos simples separados (Figura 12).

Figura 12 – Imagens da sutura da ferida operatória em Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical. A-intraoperatório; B- pós-operatório 15 dias



Fonte: Imagem do autor.

4.4.9 Curativo

A incisão foi coberta com curativo sob pressão no primeiro dia pós-operatório, sendo substituído por curativo simples por mais 48h.

4.5 Analgesia pós-operatória

Todos os pacientes receberam cuidados intensivos em unidade de terapia intensiva por 24 a 48h, a depender da evolução clínica e da necessidade de esquema analgésico mais prolongado, sendo usado habitualmente. A analgesia inicial foi realizada por via intravenosa, usando-se sulfato de morfina 4 a 6 vezes ao dia (0,1 – 0,2mg/kg/dose), sendo substituída por

analgésico de menor potência analgésica no terceiro dia, habitualmente nalbufina (0,1 – 0,15mg/kg a cada 6 horas). A permanência hospitalar média foi de 4 dias, recebendo alta em uso de analgésico via oral, dipirona (20mg/kg/dose, de 6/6h) e codeína (0,5 a 1mg/kg a cada 6 horas). Os medicamentos usados previamente, como anticonvulsivantes e relaxantes musculares, foram mantidos.

4.6 Reabilitação pós-operatória

Todos os pacientes receberam terapias intensivas de reabilitação (fisioterapia neurofuncional e terapia ocupacional). A abordagem fisioterapêutica neurofuncional nos pacientes do estudo, baseiou-se no uso da cinesioterapia, aplicando os 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. A terapia ocupacional buscou tratar os componentes de desempenho, de forma a interferir nas habilidades funcionais, proporcionando melhor qualidade de vida em relação aos déficits apresentados.

4.7 Organização e análise dos dados

Todos os dados foram testados quanto ao padrão de distribuição (normal ou não) através do teste *Shapiro-Wilk*. As diferenças estatísticas das médias/medianas entre os grupos pareados foram determinadas utilizando-se os testes *t* de *Student* uni-caudal (dados paramétricos) ou teste de *Wilcoxon* (dados não paramétricos), sendo os resultados apresentados como média \pm DP (desvio padrão). A significância estatística adotada foi 5% ($P < 0,05$). Toda a análise estatística será realizada com o auxílio do programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS®, versão 22.0).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Oito pacientes com idades entre 2,4 anos e 7,8 anos (média 6,2 anos) com paralisia cerebral e espasticidade nos membros superiores foram submetidos a Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical com o objetivo de reduzir a espasticidade e promover a melhora clínica.

Todos os pacientes tinham paralisia cerebral classificada como tetraparesia espástica. Seis crianças eram do gênero masculino e as demais, feminino.

Em nossa série, a despeito da instituição de tratamentos clínicos, foi necessário a realização de tratamento cirúrgico para reduzir a espasticidade. As crianças que foram operadas no início tinham maior idade e já apresentavam alguns encurtamentos musculares, principalmente nos segmentos distais dos membros superiores, como punhos e mãos, nos levando a propor cirurgia em menor idade, no caso, 2,4 anos (Tabela 1).

Tabela 1 – Distribuição dos pacientes quanto à idade, ao gênero, ao tipo de paralisia cerebral e à classificação segundo o GMFCS (*Gross Motor Function Classification System*) e o MACS (*Manual Ability Classification System*)

Pacientes	Idade (ano)	Gênero	GMFCS	MACS	Tipo de PC
1	6,9	M	V	5	Tetraparesia
2	6,7	M	V	5	Tetraparesia
3	7,6	M	V	4	Tetraparesia
4	7,8	M	V	5	Tetraparesia
5	7,5	F	V	5	Tetraparesia
6	7,8	M	V	5	Tetraparesia
7	2,9	M	V	5	Tetraparesia
8	2,4	F	V	5	Tetraparesia

N: 8 total.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: PC (Paralisia Cerebral).

Segundo a escala GMFCS (PALISANO *et al.*, 1997), que é baseada no movimento iniciado voluntariamente, com ênfase no sentar, transferências e mobilidade, todos os nossos pacientes eram de nível V, com limitação de manter as posturas anti-gravitacionais da cabeça e tronco e de controlar os movimentos dos braços e pernas. Todos cadeirantes.

Sete dos pacientes eram nível V e 1 do nível IV, segundo o MACS (Sistema de Classificação da Habilidade Manual), conforme apresentado na Tabela 1, e não conseguiam manipular objetos, possuíam habilidades limitadas e extremamente reduzidas para executar ações simples de manipulação, ou seja, elas necessitavam de total assistência para realizar tarefas muito simples. Esta é uma descrição funcional que avalia a habilidade global da

criança na manipulação dos objetos no dia-a-dia, não a função de cada mão separadamente, não considerando as diferenças de função entre as mãos; em vez disso, aborda o modo como as crianças manipulam objetos apropriados à idade (ELIASSON, 2006). O MACS não pretende explicar as razões para os déficits na habilidade manual.

O estado de paralisia cerebral de uma criança foi classificado como nível IV da MACS, onde manipulava somente alguns objetos especialmente selecionados, mas ainda assim necessitando de um grande esforço para realizá-la. Todas necessitavam de suporte contínuo, assistência e/ou adaptações para atingir êxitos ainda que parciais.

Em pacientes classificados nesses níveis motores, o objetivo terapêutico é favorecer o bom posicionamento na postura sentado, facilitar os cuidados de higiene e vestuário, além de possivelmente, isso irá depender de cada criança, facilitar a função de alcance e de preensão palmar (ELIASSON, 2006).

A menor idade foi 2,4 anos, a maior, 7,8 anos e a média, de 6,2 anos ($dp=2,2$). Todos os pacientes foram submetidos a laminoplastia da coluna cervical de C5 a T1. A escolha de laminotomia associada a laminoplastia cervicais, em detrimento da laminectomia, se baseou na frequente presença de deformidades da coluna associada a este procedimento. Perda da lordose ou mesmo cifotização da coluna cervical são frequentemente associadas a laminectomia multinível, principalmente em crianças. A cifotização da coluna cervical, pós-laminectomia, é uma complicação muito conhecida em populações pediátricas (MELUZZI, 2012).

Em 1982, Yasuoka, Peterson e Maccarty realizaram um estudo retrospectivo para determinar a incidência de deformidades na coluna vertebral após a realização de laminectomia em diferentes sítios: cervical, torácico e lombar. Na coluna cervical as principais deformidades são perda da lordose ou a evidência de cifose. Com relação ao nível operado, nenhum paciente desenvolveu deformidade após laminectomia lombar, mas 36% tiveram deformidades após o procedimento na coluna torácica e 100% tiveram deformidades quando operados da coluna cervical. Também avaliaram pacientes em grupos etários diferentes (0 a 13, 14 a 24 e além de 24 anos). Quarenta e seis por cento dos pacientes abaixo de 14 anos tiveram deformidades na coluna cervical. Observaram também que a deformidade espinhal após a laminectomia múltipla é dependente do nível da laminectomia, quanto mais cefálica a laminectomia, maior a probabilidade de ocorrência. Deformidade desenvolvida em 100% dos pacientes com laminectomia cervical, 36% com laminectomia torácica e 0% com laminectomia lombar.

Em 2008, McGirt e colaboradores descreveram a incidência de deformidades na coluna espinal após ressecção de tumores medulares pelas técnicas de laminectomia e laminoplastia numa série de 164 pacientes, sendo que os primeiros 144 pacientes consecutivos foram submetidos à laminectomia com preservação das articulações facetárias e os 20 seguintes, foram submetidos à laminoplastia, com duração média de acompanhamento de 3,5 anos. Seus resultados demonstraram que os pacientes pediátricos apresentavam predisposição a desenvolver deformidade espinal com taxas variando entre 16 e 100% em várias séries, sendo provavelmente multifatorial. Esta taxa foi atribuída a presença de proporção maior de cartilagem em seu sistema esquelético imaturo e, portanto, aumentam a frouxidão ligamentar nesta faixa etária. Além disso, eles têm complexos facetários mais orientados horizontalmente, em comparação com os complexos orientados verticalmente vistos em adultos. Esses recursos, além de seu crescimento por coluna, acentuam a biomecânica espinal alterada causada pela ressecção, levando a um aumento da incidência de deformidades da coluna vertebral. Estes mesmos autores concluem que a laminoplastia deve ser realizada para evitar tais complicações, porque os elementos posteriores da medula espinal são repostos após a remoção em bloco das lâminas, diminuindo a incidência de deformidade espinal progressiva e evitando a necessidade de subsequente estabilização espinal.

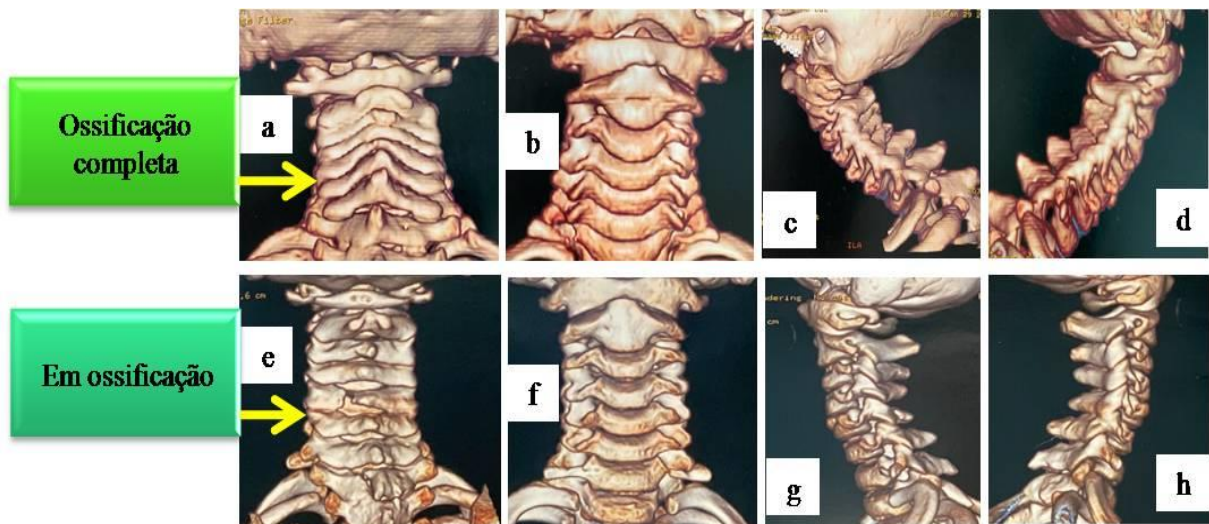
Já em 2012, Meluzzi e colaboradores realizaram estudos biomecânicos em modelos animais, comparando-se a laminectomia com a laminoplastia, demonstrando um aumento na cifose radiológica pós-laminectomia, mas não na laminoplastia ou no grupo de intactos. O modelo evidenciou um aumento na instabilidade sagital no grupo pós-laminectomia. Segundo Pale Routal (1996), a lâmina aparentemente provém estabilidade sagital, especialmente nas extremidades da coluna cervical em C2 e em C7. A preservação da lâmina ainda pode prover uma barreira anatômica prevenindo a formação de uma cicatriz sobre a dura-máter.

Todos os nossos pacientes foram submetidos a laminoplastia cervical de C5 a T1 (Figura 13). Para acompanharmos a evolução da coluna cervical, realizou-se tomografias da coluna com reconstrução óssea em 3D para avaliação pós-operatória nos oito pacientes, após seis meses, sendo que alguns tiveram exames realizados também em meses posteriores, levando a um *follow up* estrutural da coluna cervical expandido até 15 meses em alguns dos pacientes.

Todos os exames revelaram ossificação completa (3 pacientes) ou parcial (5 pacientes), sem demonstrar aparecimento de deformidades estruturais, como perda da lordose

ou cifotização. Portanto, não identificamos alteração estrutural importante em nenhum dos nossos pacientes. Entendemos que um *follow up* maior poderá ratificar as observações iniciais.

Figura 13 – Imagens de tomografias da coluna cervical com reconstrução óssea em 3D, em quatro incidências, após 6 meses de Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical através de laminotomia e laminoplastia em pacientes atendidos em um hospital de referência pediátrica do Estado do Piauí – Brasil. 2020. A (Posterior), B (Anterior), C (Lateral Esquerdo) e D (Lateral Direito) – Ossificação Completa. E (Posterior), F (Anterior), G (Lateral Esquerdo) e H (Lateral Direito) – Ossificação Parcial



Fonte: Elaborado pelo autor.
Legenda: 3D = 3 Dimensões.

Outro aspecto avaliado foi o percentual de secção das raízes dorsais pois, segundo a literatura, existe grande variação, além da definição de quais raízes deveriam ser seccionadas. Foram realizadas secções das raízes dorsais cervicais em média de 85,50% (variando entre 68% e 90%) de cinco níveis medulares (C5 a T1), ver Tabela 2.

Tabela 2 – Percentuais de secção das raízes dorsais, por nível medular, em 8 pacientes, com espasticidade nos membros superiores associada à paralisia cerebral, submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical, atendidos em um hospital de referência pediátrica do Estado do Piauí – Brasil. 2020

Pacientes	Membros Superiores - % Média					% Média
	C5	C6	C7	C8	T1	TOTAL
1	90,00	90,00	80,00	80,00	0,00	68,00
2	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00
3	80,00	80,00	90,00	85,00	85,00	84,00
4	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00
5	90,00	90,00	90,00	85,00	90,00	89,00
6	90,00	90,00	90,00	90,00	80,00	88,00
7	90,00	90,00	85,00	90,00	80,00	87,00
8	90,00	90,00	90,00	90,00	80,00	88,00
					Média	85,50
					Dp	7,33

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: C = nível cervical; Dp = Desvio padrão.

Apesar dos primeiros relatos sobre Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical terem sido feitos em 1911 por Professor Foerster, seguidos por Hutchinson (1914), Kottke (1970) e Heimburger, Slominski e Griswold (1973), somente a partir de 1977 as publicações passaram a considerar os percentuais de secção e foram ampliadas para níveis medulares além de C4, quando Fraioli, Nucci e Baldassacre publicaram uma série com relato de 16 pacientes submetidos a Rizotomia Dorsal Seletiva bilateral de C1 a C5, com secção de 100% das raízes dorsais, para tratamento de distonia e atetose, obtendo melhora parcial da atetose, mas com muitas complicações, principalmente respiratórias, levando a não recomendarem o procedimento.

No mesmo ano, Benedetti, Carbonin e Colombo descreveram um caso de um paciente com tetraparesia espástica associada a esclerose múltipla submetido a duas rizotomias em tempos diferente: laminectomia C1 a C3 com 100% de secção, depois laminectomia C4 a C7, com secção de 75% das raízes dorsais destes níveis. O resultado foi descrito como favorável, mas sem demais considerações.

Em 1983, Laitinen, Nilsson e Fulg-Meyr descreveram um caso de um paciente de 21 anos de idade com hemiparesia espástica decorrente de acidente vascular cerebral submetido a rizotomia cervical posterior através de laminectomia de C6 e C7, seguida de secção unilateral de 60 a 80% das raízes posteriores C6, C7 e C8, com auxílio de monitorização

neurofisiológica. Ocorreu redução marcante da espasticidade do membro superior, com algum retorno da mobilidade, com leve alteração da sensibilidade. Os autores concluíram que o resultado poderia ter sido ainda melhor com a ressecção adicional das raízes C-5 e T-1.

Bertelli e colaboradores, em anos diferentes (2000; 2003), defenderam a segurança da secção de 100% das raízes dorsais, variando de C5 a C8, por não levar alteração importante da sensibilidade. No caso, os pacientes apresentavam bom cognitivo e foram submetidos a abordagem unilateral, pois apresentavam quadro de hemiparesia, exceto um paciente de 4 anos de idade com paralisia cerebral que foi submetido a abordagem bilateral, com laminectomia cervical em bloco (*en bloc*) com posterior recolocação.

No mesmo trabalho, consta que inicialmente vários pacientes se queixaram de dormência, mas isso desapareceu gradualmente, tendo persistência da dormência em apenas três pacientes em quinze meses após as cirurgias, não sendo observado dor de desaferentação e anestesia completa das mãos. Quando quatro raízes foram seccionadas, a percepção de sensibilidade diminuiu, mas a discriminação em dois pontos persistiu em todos os pacientes, exceto um.

Apesar da raiz T1 fazer parte da função da mão, os autores preconizaram que esta raiz não fosse seccionada, pois, segundo eles, adicionar a quinta secção ao procedimento poderia comprometer a sensibilidade das mãos. No entanto, em sua publicação de 2000, estes autores postularam que para a secção de T1 ser considerada, C8 deve ser poupado.

Segundo Netter, F (2000), o membro superior é inervado pelo plexo braquial situado no pescoço e na axila, formado por ramos anteriores dos quatro nervos espinhais cervicais inferiores (C5, C6, C7, C8) e do primeiro torácico (T1). Os ramos ventrais do quinto e do sexto nervos cervicais (C5-C6) formam o tronco superior; o ramo anterior do sétimo nervo cervical (C7) forma o tronco médio; e os ramos anteriores do oitavo nervo cervical e do primeiro nervo torácico (C8-T1) formam o tronco inferior. Assim, para a promoção de relaxamento muscular de todo o membro superior, da cintura escapular aos dedos, precisa-se atuar do 5° nervo cervical ao 1° nervo torácico inclusive, pois os nervos mediano, radial e ulnar têm parte de suas origens nas raízes C8 e T1.

Portanto, entende-se que, na paralisia cerebral, quando os músculos intrínsecos do polegar (inervação C8 e T1) estão envolvidos, é comum se encontrar alterações da flexão e da adução do polegar, levando a postura de polegar na palma da mão, e neste caso, a rizotomia da raiz sensitiva de T1 deverá ser incluída.

Foi usado monitorização neurofisiológica intraoperatória para aumentar a precisão cirúrgica, com exata definição das raízes e definição de seus graus de hiperatividade,

auxiliando assim, a definição do percentual de secção. O protocolo eletromiográfico intraoperatório foi baseado no estudo neurofisiológico originalmente descrito por Fasano e colaboradores (1976) e modificado por Phillips e Park (1989) e Laurence, Phillips e Park (1991), originalmente definido para Rizotomia Dorsal Seletiva lombar. Para classificar a resposta motora reflexa das radículas dorsais, foi realizada uma adaptação da escala de classificação proposta por Philips e Park (1989), da seguinte forma: grau 0 – quando não havia resposta motora reflexa; grau 1 – quando havia resposta motora reflexa somente no nível segmentar correspondente a estimulação; grau 2 – quando havia resposta motora reflexa no nível segmentar correspondente a estimulação, com propagação desta resposta ao nível segmentar adjacente; grau 3 – quando havia resposta motora reflexa em todo o membro superior ipsilateral a estimulação; e grau 4 – quando havia resposta motora reflexa em ambos os membros superiores.

A apresentação clínica da resposta motora reflexa foi observada e palpada por um fisioterapeuta, tendo particular atenção as contrações em grupos musculares diferentes daqueles monitorados pelo neurofisiologista clínico. A escolha das radículas dorsais para secção cirúrgica foi baseada em três princípios: a resposta eletromiográfica; a resposta comportamental registrada pelo fisioterapeuta; e os objetivos clínicos e funcionais que foram estabelecidos para o paciente na avaliação multidisciplinar pré-operatória. De um modo geral, não foram submetidas a secção as raízes dorsais que apresentaram respostas: grau 0, grau 1 e grau 2. Enquanto as raízes dorsais com respostas grau 3 e grau 4, foram seccionadas de 85% a 90% de sua área transversa, variando de acordo com o nível segmentar de cada raiz.

Desta forma, definiu-se como limite superior de secção 90%, permitindo assim avançar até T1 sem grande risco de maior comprometimento da sensibilidade nas mãos. Devido o comprometimento intelectual apresentado dos nossos pacientes, não foi possível aplicar com precisão os testes para avaliação da sensibilidade, como discriminação de dois pontos em movimento, uso de monofilamentos de Semmes-Weinstein ou outros.

O tônus muscular foi avaliado através da escala de *Ashworth* modificada, que é uma escala subjetiva que avalia o tônus em graus, sendo amplamente utilizada na prática clínica. Observou-se uma redução da espasticidade em todos os grupos musculares avaliados, corroborando com os achados na literatura de pacientes submetidos a rizotomia.

Em outro estudo, Hsin e colaboradores (2004) encontraram redução significativa do escore na escala de *Ashworth* modificada em pacientes com espasticidade em membros superiores submetidos a Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical (RDSC). Novak e colaboradores

(2017) apresentaram como intervenções efetivas para o controle da espasticidade a Rizotomia Dorsal Seletiva (RDS), a toxina botulínica e o diazepam.

A escala de *Ashworth* modificada foi aplicada nas avaliações do ombro em flexão, extensão, abdução e adução, além de flexão e extensão do cotovelo e flexão de punhos e dedos (Tabela 3).

Tabela 3 – Análise de comparação entre os momentos pré e pós-operatório da espasticidade de acordo com a Escala *Ashworth* Modificada em 8 pacientes infantis, com espasticidade nos membros superiores associada à paralisia cerebral, submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical, atendidos em um hospital de referência pediátrica do Estado do Piauí – Brasil. 2020

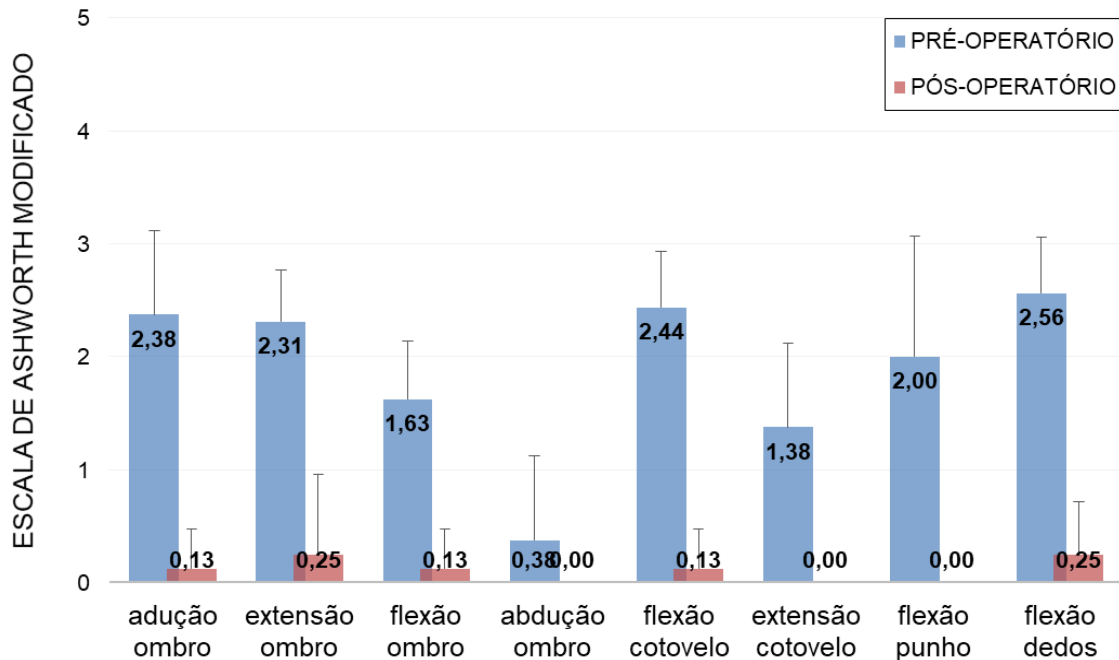
Ashworth M	Média ± Dp	Med	P-valor¹
Flexão do Ombro			0,010
Pré	1,63±0,52	2	
Pós	0,13±0,35	0	
Extensão do Ombro			0,010
Pré	2,31±0,46	2	
Pós	0,25±0,71	0	
Abdução do Ombro			0,180
Pré	0,38±0,74	0	
Pós	0,00±0,00	0	
Adução do Ombro			0,010
Pré	2,38±0,74	2,5	
(Conclusão)			
Ashworth M	Média ± Dp	Med	P-valor¹
Pós	0,13±0,35	0	
Flexão do Cotovelo			0,010
Pré	2,44±0,50	2,25	
Pós	0,13±0,35	0	
Extensão do Cotovelo			0,015
Pré	1,38±0,74	1,50	
Pós	0,00±0,00	0,00	
Flexão do Punho			0,016
Pré	2,00±1,07	2,00	
Pós	0,00±0,00	0,00	
Flexão dos Dedos			0,011
Pré	2,56±0,50	2,75	
Pós	0,25±0,46	0,00	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: ¹ Teste de Wilcoxon; Dp = Desvio padrão; Med = Mediano.

Houve diminuição da espasticidade e conseqüente redução da resistência ao movimento, segundo valores médios, em todos os grupos estudados, mas menor mudança na abdução do ombro, provavelmente por não ser um movimento que apresente perdas importantes com a espasticidade, já que a musculatura abduzora normalmente é menos acometida (TEIVE; ZONTA; KUMAGAI, 1998) (Gráfico 1)

Gráfico 1 –Análise de comparação entre os momentos pré e pós-operatório da espasticidade de acordo com a Escala *Ashworth* Modificada em pacientes infantis, com espasticidade nos membros superiores associada à paralisia cerebral, submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical, atendidos em um hospital de referência pediátrica do Estado do Piauí – Brasil. 2020. N: 8



Fonte: Elaborado pelo autor.

Um único paciente apresentou menor redução do grau do tônus para todos os músculos avaliados, mesmo sendo submetido ao mesmo percentual de secção de radículas dorsais. Ressalta-se que esse participante manifestou movimentos distônicos no seguimento pós-operatório. Apesar da presença de distonia na avaliação pré-operatória ser um critério de exclusão de nossa série, resolvemos manter este participante porque a distonia se tornou evidente somente após a cirurgia. Acreditamos que essa variável influenciou na avaliação pós-operatória.

Observou-se também uma diminuição da dispersão das informações, como podemos ver no desvio padrão, pois os valores estão mais próximos da média. Quando analisamos os valores do teste de *Wilcoxon*, observamos que, exceto no movimento de abdução do ombro, todas as diferenças foram significativas (todos os *P* foram inferiores a 5%).

Um único paciente apresentou menor redução do grau do tônus para todos os músculos avaliados, mesmo sendo submetido ao mesmo percentual de secção de radículas dorsais. Os resultados estão alinhados com a literatura recente, indicando também que há um lugar para a RDS na redução da espasticidade e melhora de cuidados diários em crianças mais graves e severamente afetadas (BUIZER *et al.*, 2017).

A medida de função motora grossa (GMFM) é uma ferramenta de avaliação projetada e avaliada para medir alterações na função motora grossa ao longo do tempo ou com intervenção em crianças com paralisia cerebral (DIAS *et al.*, 2010). As principais indicações da RDSC em pacientes com o diagnóstico de paralisia cerebral e nível motor grave (nível V, de acordo com o GMFCS), são dificuldades com os cuidados pessoais, dor e limitação no ganho motor (BUIZER *et al.*, 2017).

A Tabela 4 apresenta a análise da comparação da função motora grossa nos momentos pré e pós-operatórios usando a escala GMFM (%). Pôde-se observar que, de maneira geral, houve um aumento na média entre os valores mensurados, com um ganho total de 2,5%, sendo este valor clinicamente importante, com significância estatística ($p 0,036$).

Observou-se aumento da função motora grossa nos domínios A (deitar e rolar) e B (sentar), com valor significativo nestes domínios, A ($p 0,035$) e B ($p 0,042$), refletindo a melhora funcional dos pacientes. Por todos serem de níveis IV e V (GMFCS), não se esperava mudança nos demais domínios.

Tabela 4 – Análise de comparação entre os momentos pré e pós-operatório da função motora grossa usando a Escala da Medida de Função Motora Grossa (GMFM) em 8 pacientes infantis, com espasticidade nos membros superiores associada à paralisia cerebral, submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical atendidos em um hospital de referência pediátrica do Estado do Piauí – Brasil. 2020

GMFM	Média ¹ ± Dp	Med ¹	P-valor ²
Total			0,036
Pré	9,42±5,74	8,32	
Pós	11,88±7,18	9,71	
Domínio A			0,035
Pré	36,02±23,54	30,39	
Pós	45,35±28,65	40,20	
Domínio B			0,042
Pré	9,05±3,97	9,52	
Pós	12,08±4,94	12,50	
Domínio C			0,655
Pré	1,49±2,52	0,00	
Pós	1,79±3,31	0,00	
Domínio D			1
Pré	0,00±0,00	0,00	
Pós	0,00±0,00	0,00	
Domínio E			0,317
Pré	0,00±0,00	0,00	
Pós	0,17±0,49	0,00	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: ¹ Valores %; ² Teste de Wilcoxon; Dp = Desvio padrão; Med = Mediano.

Em pacientes com nível motor V, estabelece-se como objetivo funcional a melhora de mobilidade no chão, de trocas posturais baixas, mais especificamente de movimentação de membros superiores em prono e em supino, rolar e pivotar em prono.

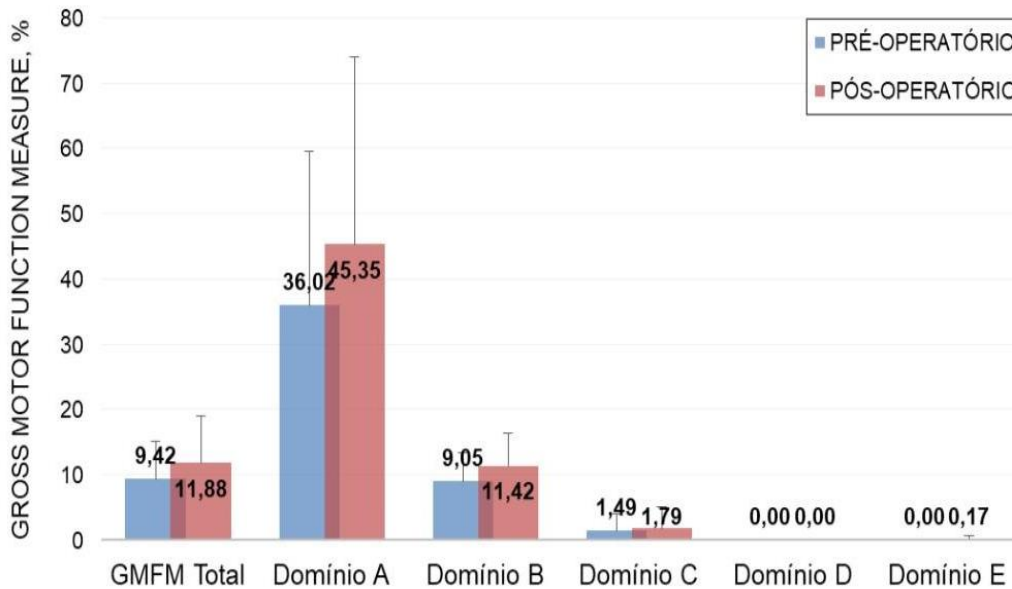
Partimos do pressuposto que o desenvolvimento motor segue uma sequência e que precisamos trabalhar o mais básico para posteriormente evoluir para objetivos mais complexos. Além disso, 7 pacientes apresentaram nível de habilidades nos membros superiores V e um IV, segundo o MACS, que é utilizado para definir como as crianças utilizam as mãos para manipular objetos em suas atividades de vida diária.

É importante salientar que o MACS avalia a habilidade global da criança na manipulação dos objetos no dia-a-dia, não a função de cada mão separadamente. Crianças nível V não conseguem manipular objetos, possuem habilidade limitada e extremamente reduzida para executar ações simples de manipulação, necessitam de total assistência para realizar tarefas muito simples.

Uma criança foi classificada dentro do nível IV, crianças classificadas nesse nível manipulam somente alguns objetos especialmente selecionados, mas ainda assim necessitam de um grande esforço para realiza-las e alcançam êxito limitado. Elas necessitam de suporte contínuo, assistência e/ou adaptações para atingir êxitos ainda que parciais.

Neste estudo, foi possível observar que 6 dos 8 pacientes tiveram evolução estatisticamente significativa no Domínio A (deitar e rolar), entre os momentos pré e pós ($p = 0,035$); enquanto no Domínio B (sentar), a diferença não foi significativa ($p = 0,397$) (Gráfico 2). Pode-se atribuir o resultado ao nível motor, visto que são crianças graves, com casos potencialmente mais complexos sob o ponto de vista funcional, com a pouca evolução quantitativa de sua pontuação.

Gráfico 2 – Análise de comparação entre os momentos pré e pós-operatório da função motora grossa usando a Escala da Medida de Função Motora Grossa (GMFM) em pacientes infantis, com espasticidade nos membros superiores associada à paralisia cerebral, submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical, atendidos em um hospital de referência pediátrica do Estado do Piauí – Brasil. 2020. N:8



Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa tendência da GMFM em não refletir muitas vezes a melhora notada na avaliação clínica e em outros meios de avaliação já havia sido notada em diferentes estudos, sendo, inclusive, referida nos resultados da revisão sistemática conduzida por McGinley *et al.* (2012), que caracterizou as alterações da GMFM como sendo pequenas, variáveis e inconclusivas, estudo este que relaciona a GMFM pré e pós cirurgia ortopédica em crianças com paralisia cerebral.

Dois dos 8 pacientes tiveram perda motora quanto aos momentos pré e pós-operatórios, o que pode ser atribuído à característica distônica de um deles (paciente 5). Já o paciente 7 apresentava instabilidade clínica na reavaliação, com crises convulsivas de difícil controle e luxação de quadril, referindo muitas dores e dificuldade no posicionamento.

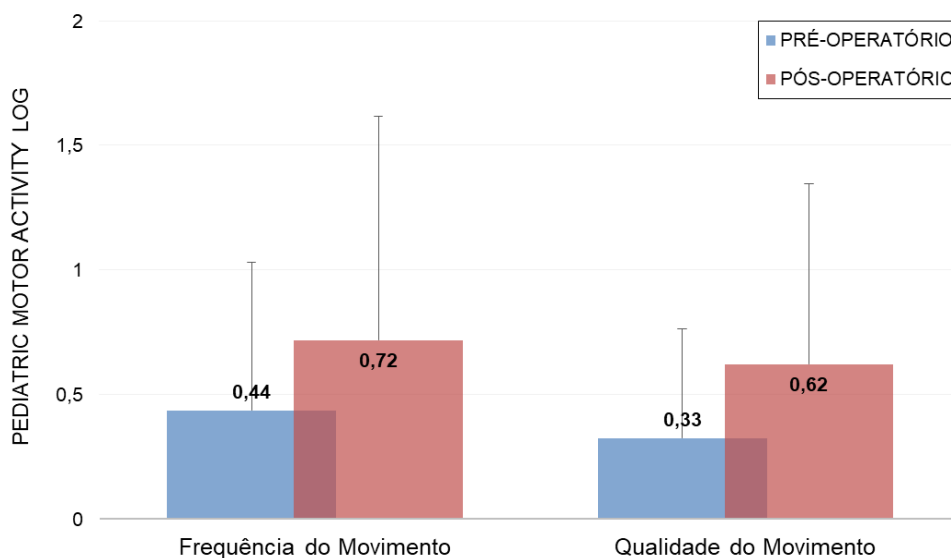
Realizou-se a avaliação da atividade do cotidiano da criança através da observação de desempenho associado a coordenações motoras grossa e fina dos membros superiores, usando-se da análise de frequência e qualidade de movimento utilizando a escala PMAL (*Pediatric Motor Activity Log*).

Para esta análise é importante considerar que a plasticidade cerebral é maior em crianças mais novas, pois o sistema nervoso central ainda está nas fases iniciais do

desenvolvimento. Em contrapartida, os substratos neurais para o controle da mão continuam a se desenvolver ao longo das duas primeiras décadas de vida, considerando que o processo de plasticidade se dá de maneira contínua (PAULA *et al.*, 2014). Além disto, o fenômeno de aprendizagem motora é visto como um conjunto de processos relacionados com a prática ou experiência, e estas levam a mudanças relativamente permanentes na capacidade de resposta do sistema nervoso (CRUZ, 2012).

Assim, analisando o perfil dos pacientes envolvidos, pode-se visualizar que houve uma evolução na função manual dos mesmos, e mesmo que pareça uma mudança pequena, a mesma trouxe significado consistente para o desempenho e evolução dessas crianças, pois permitiram que as mesmas pudessem manipular objetos, agregando função e aprendizado tanto motor quanto cognitivo (Gráfico 3).

Gráfico 3 – Análise de comparação entre os momentos pré e pós-operatório do aumento da Função Motora Fina da Escala de PMAL em 8 pacientes infantis, com espasticidade nos membros superiores associada à paralisia cerebral, submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical, atendidos em um hospital de referência pediátrica do Estado do Piauí – Brasil. 2020



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os estudos mostram que, após os pacientes serem submetidos à RDS, faz-se necessário a inserção em um programa de reabilitação fisioterapêutica intensiva. Alguns estudos pontuam que deve ter duração aproximada de um ano, iniciando nos primeiros dias após a cirurgia (NICOLINI-PANISSON *et al.*, 2018).

O nosso serviço contou com equipe multidisciplinar durante todo o processo de intervenção, com avaliação do fisioterapeuta neurofuncional (pré, intra e pós-operatórios) e do terapeuta ocupacional (pré e pós-operatórios). Além disso, a mesma equipe coordenou o serviço de reabilitação desse paciente, cumprindo os objetivos estabelecidos na avaliação pré-operatória.

O protocolo de terapia intensiva consta de 5 semanas de terapias com sessões de terapia ocupacional 5 vezes por semana e fisioterapia 2 vezes por semana, cada sessão com duração de 1 hora. Após o término do protocolo as escalas avaliativas foram aplicadas novamente para mensurar o grau de evolução desses pacientes.

Observou-se que, de maneira geral, houve aumento nas médias de frequência e qualidade do movimento na avaliação pós-operatória em um ou nos dois membros. Apenas uma criança não apresentou evolução e no acompanhamento das reavaliações pôde-se observar que a família não conseguiu inseri-la no programa intensivo de reabilitação.

Após análise dos dados de cada criança pode-se concluir que o paciente número 5 não apresentou evolução em relação a frequência e qualidade do movimento, mantendo o mesmo padrão de movimentação. Já o paciente número 6, além de não apresentar evolução, teve uma pequena regressão em relação a frequência e qualidade do movimento dos membros superiores direito e esquerdo. Vale ressaltar que estes dois pacientes não conseguiram ser inseridos em programas de reabilitação integral com a mesma equipe, fato que pode ter contribuído com este resultado (Tabela 5).

Tabela 5 – Análise de comparação entre os momentos pré e pós-operatório do aumento da função motora fina da Escala de PMAL (*Pediatric Motor Activity Log*) em pacientes infantis, com espasticidade nos membros superiores associada à paralisia cerebral, submetidos à Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical, atendidos em um hospital de referência pediátrica do Estado do Piauí – Brasil. 2020. N:8

PMAL	Média ± Dp	Med	P-valor ¹
Frequência			0,046
Pré	0,40±0,82	0,09	
Pós	0,67±1,04	0,18	
Qualidade			0,046
Pré	0,29±0,54	0,08	
Pós	0,58±0,82	0,25	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: ¹ Valores %; ² Teste de Wilcoxon; Dp = Desvio padrão; Med = Mediano

Os demais pacientes (1, 2, 3, 4, 7, 8) apresentaram melhora tanto em frequência quanto em qualidade do movimento de membros superiores. Em todos os casos observou-se

que houve maior evolução em um dos membros, fato este que pode apresentar algumas justificativas, como um hemisfério apresentar maior comprometimento em detrimento do outro, a definição do membro dominante, a não estimulação dos dois lados.

Para análise de significância dos resultados obtidos pela escala PMAL, foi usado o teste de *Wilcoxon* e constatou-se que o aumento foi significativo na frequência e na qualidade dos movimentos ($p 0,046$).

Algumas limitações do estudo foram importantes, como: necessidade de amostra e “*follow up*” maiores, além de uso de escalas ou instrumentos que permitam ter uma melhor avaliação objetiva e quantitativa da espasticidade e a incorporação de medida da qualidade de vida e de estudo mais aprofundado sobre alterações da coluna vertebral a longo prazo.

No entanto, entende-se que este é o primeiro estudo com avaliação mais ampla sobre o assunto, além de propor tratamento de crianças graves focando nos membros superiores, com um protocolo mais conservador na abordagem da coluna vertebral, com adoção de um percentual de secção suficiente para controle da espasticidade e seu impacto funcional, e pela adaptação da escala de monitorização neurofisiológica usada nas rizotomias dorsais seletivas lombares, além da avaliação da resposta muscular comportamental com análise realizada por um fisioterapeuta neurofuncional após a estimulação radicular.

Outro fator relevante é que, apesar da questionável expectativa de ganho funcional dos pacientes com GMFCS nível V, as imagens de um dos nossos pacientes que teve grande aquisição funcional no membro esquerdo, evidenciado pelo uso da mão na seleção de desenho com contato voluntário e independente no display de telefone celular, mas não desenvolveu a mesma habilidade no outro membro, devido à presença de encurtamentos musculares com deformidade articular (Figura 14) nos levou a sugerir que a RDSC deverá ser realizada mais precocemente, antes de encurtamentos musculares, favorecendo um melhor resultado funcional.

Figura 14 – Melhora funcional nos membros superiores após RDS cervical em criança com PC nível 5 GMFCS. 2020. (a) Imagem pré-operatória. (b) Imagem pós-operatória



Fonte: Imagens do autor.

6 CONCLUSÃO

Na amostra analisada demonstrou-se que a Rizotomia Dorsal Seletiva Cervical, com o uso de laminoplastia cervical e de monitorização neurofisiológica operatória, reduziu a espasticidade nos membros superiores em crianças com paralisia cerebral espástica, com resultados clínicos favoráveis e mantidos, sem comprometer a estabilidade da coluna vertebral. Sugere-se assim que esta técnica deva ser a escolhida para a realização deste procedimento.

REFERÊNCIAS

- ADE-HALL, R.; MOORE, P. Botulinum toxin type A in the treatment of lower limb spasticity in cerebral palsy. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, n. 1, 2000.
- AQUILINA, K.; GRAHAM, D.; WIMALASUNDERA, N. Selective dorsal rhizotomy: an old treatment re-emerging. **Archives of Disease in Childhood**, v. 100, n. 8, p. 798-802, 2015.
- BENEDETTI, A. *et al.* Posterior rhizotomies for spasticity in children affected by cerebral palsy. **Journal of Neurosurgical Sciences**, v. 26, n. 3, p. 179-184, 1982.
- BENEDETTI, A.; CARBONIN, C.; COLOMBO, F. Experiences with surgical-treatment of spastic syndromes. **Acta Neurochirurgica**, SACHSENPLATZ 4-6, PO BOX 89, A-1201 Vienna, Austria: Springer-Verlag Wien, p. 147, 1981.
- BENEDETTI, A.; CARBONIN, C.; COLOMBO, F. Extended posterior cervical rhizotomy for severe spastic syndromes with dyskinesias. **Stereotactic and Functional Neurosurgery**, v. 40, n. 1, p. 41-47, 1977.
- BERTELLI, J. A. *et al.* Brachial plexus dorsal rhizotomy in hemiplegic cerebral palsy. **Hand clinics**, v. 19, n. 4, p. 687-699, 2003.
- BERTELLI, J. A.; GHIZONI, M. F.; MICHELS, A. Brachial plexus dorsal rhizotomy in the treatment of upper-limb spasticity. **Journal of Neurosurgery**, v. 93, n. 1, p. 26-32, 2000.
- BOHANNON, R. W.; SMITH, M. B. A confiabilidade interavaliadores do Modified Ashworth Scale, de espasticidade muscular. **Phys Ther**, v. 67, p. 207, 1987.
- BUIZER, A. I. *et al.* Effect of selective dorsal rhizotomy on daily care and comfort in non-walking children and adolescents with severe spasticity. **European Journal of Paediatric Neurology**, v. 21, n. 2, p. 350-357, 2017
- CRUZ, D. M. C. Terapia Ocupacional na Reabilitação Pós-acidente Vascular Encefálico. **São Paulo**, 2012.
- DE MELLO SPOSITO, M. M.; RIBERTO, M. Avaliação da funcionalidade da criança com paralisia cerebral espástica. **Revista Acta Fisiátrica**, v. 17, n. 2, p. 50-61, 2010.
- DIAS, A. C. B. *et al.* Functional performance of children with cerebral palsy undergoing multidisciplinary treatment. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 17, n. 3, p. 225-229, 2010.
- DUAN, Yu *et al.* Cervical selective dorsal rhizotomy for treating spasticity in upper limb neurosurgical way to neurosurgical technique. **Interdisciplinary Neurosurgery**, v. 2, n. 1, p. 57-60, 2015.
- ELIASSON, A.-C. *et al.* The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. **Developmental medicine & child neurology**, v. 48, n. 7, p. 549-554, 2006.

ENGSBERG, J. R. *et al.* Effect of selective dorsal rhizotomy in the treatment of children with cerebral palsy. **Journal of Neurosurgery: Pediatrics**, v. 105, n. 1, p. 8-15, 2006.

FASANO, V. A. *et al.* Functional posterior radiculotomy, in the treatment of cerebral spasticity. Perioperative electric stimulation of posterior roots and its use in the choice of the roots to be sectioned. **Neuro-Chirurgie**, v. 22, n. 1, p. 23-34, 1976.

FRAIOLI, B.; NUCCI, F.; BALDASSARRE, L. Bilateral cervical posterior rhizotomy: effects on dystonia and athetosis, on respiration and other autonomic functions. **Stereotactic and Functional Neurosurgery**, v. 40, n. 1, p. 26-40, 1977.

GUMP, W. C.; MUTCHNICK, I. S.; MORIARTY, T. M. Selective dorsal rhizotomy for spasticity not associated with cerebral palsy: reconsideration of surgical inclusion criteria. **Neurosurgical Focus**, v. 35, n. 5, p. E6, 2013.

HEALTH QUALITY ONTARIO *et al.* Intrathecal baclofen pump for spasticity: an evidence-based analysis. **Ont Health Technol Assess Ser.**, v. 5, n. 7, p. 1-93, 2005.

HEIMBURGER, R. F.; SLOMINSKI, A.; GRISWOLD, P. Cervical posterior rhizotomy for reducing spasticity in cerebral palsy. **Journal of Neurosurgery**, v. 39, n. 1, p. 30-34, 1973.

HEY GROVES, B. Rhizotomy: on the resection of the posterior spinal nerve-roots. **The British Journal of Surgery**, v. 11, n. 6, p. 35/239, 1914.

HODGKINSON, I.; SINDOU, M. Decision-making for treatment of disabling spasticity in children. **Operative Techniques in Neurosurgery**, v. 7, n. 3, p. 120-123, 2004.

HSIN, Y.-L. *et al.* Selective cervical dorsal rhizotomy to relieve upper-limb spasticity after stroke or spinal cord injury-report of five cases. **Tzu Chi Medical Journal**, v. 16, n. 6, p. 371-375, 2004.

HUTCHINSON, J. Rhizotomy: on the resection of the posterior spinal nerve-roots. **The British Journal of Surgery**, v. 11, n. 6, p. 14/218, 1914.

IBM SPSS. IBM SPSS statistics base 22, 2013.

JACOBS, J. M. Management options for the child with spastic cerebral palsy. **Orthopaedic Nursing**, v. 20, n. 3, p. 53-61, 2001.

KOPEC, K. Cerebral palsy: pharmacologic treatment of spasticity. **US Pharmacist**, v. 33, n. 1, p. 22, 2008.

KOTTKE, F. J. Modification of athetosis by denervation of tonic neck reflexes. **Developmental Medicine and Child Neurology**. 40 West 20TH Street, New York, NY 10011-4211: Cambridge Univ Press, 1970. p. 236-&.

KÜTTNER, H. **Die Foerster'sche Operation bei Little'scher Krankheit und verwandten spastischen Zuständen**. H. Laupp'schen Buchhandlung, 1910.

LAITINEN, L. V.; NILSSON, S.; FUGL-MEYER, A. R. Selective posterior rhizotomy for treatment of spasticity. **Journal of Neurosurgery**, v. 58, n. 6, p. 895-899, 1983.

LAWRENCE, H.; PHILLIPS, L. H.; PARK, T. S. Electrophysiologic mapping of the segmental anatomy of the muscles of the lower extremity. **Muscle Nerve**, v. 14, n. 12, p. 1213-1218, 1991.

MATUTI, G. da S. *et al.* Translation and cross cultural adaptation of the Pediatric Motor Activity Log-Revised scale. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 74, n. 7, p. 555-560, 2016.

McGINLEY, J. L. *et al.* Single-event multilevel surgery for children with cerebral palsy: a systematic review. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 54, n. 2, p. 117-128, 2012.

McGIRT, M. J. *et al.* Incidence of spinal deformity after resection of intramedullary spinal cord tumors in children who underwent laminectomy compared with laminoplasty. **Journal of Neurosurgery: Pediatrics**, v. 1, n. 1, p. 57-62, 2008.

McLAUGHLIN, J. *et al.* Selective dorsal rhizotomy: meta-analysis of three randomized controlled trials. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v. 44, n. 1, p. 17-25, 2002.

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

MOONEY, J. F. *et al.* Pharmacologic management of spasticity in cerebral palsy. **Journal of Pediatric Orthopaedics**, v. 23, n. 5, p. 679-686, 2003.

NETTER, F. H.; FRANK, M. D. **Atlas de Anatomia Humana**. 2. ed. Porto Alegre, Elsevier, 2000.

NICOLINI-PANISSON, R. D.'A. *et al.* Rizotomia dorsal seletiva na paralisia cerebral: critérios de indicação e protocolos de reabilitação fisioterapêutica pós-operatória. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 36, n. 1, p. 100-108, 2018.

NOVAK, I. *et al.* Early, accurate diagnosis and early intervention in cerebral palsy: advances in diagnosis and treatment. **JAMA pediatrics**, v. 171, n. 9, p. 897-907, 2017.

ONG, H. T.; CHONG, H. N.; YAP, S. S. P. Comprehensive management of spasticity in cerebral palsy: role of physical therapy and other adjunctive treatments. **Singapore Paediatric Journal**, v. 43, n. 4, p. 133-137, 2001.

PAL, G. P.; ROUTAL, R. V. The role of the vertebral laminae in the stability of the cervical spine. **Journal of anatomy**, v. 188, n. Pt 2, p. 485, 1996.

PALISANO, R. *et al.* Sistema de classificação da função motora grossa para paralisia cerebral (GMFCS). **Dev Med Child Neurol**, v. 39, p. 214-223, 1997.

PAULA, T. O. de *et al.* A efetividade da terapia por contensão induzida no membro superior de pacientes com paralisia cerebral. **Fisioterapia Brasil**, v. 15, n. 4, p. 269-276, 2014.

PHILLIPS, L. H.; PARK, T. S. Electrophysiologic studies of selective posterior rhizotomy patients. Management of spasticity in cerebral palsy and spinal cord injury. **Philadelphia: Hanley & Belfus**. v. 4, p. 459-470, 1989.

PROFESSOR FOERSTER. **Resection of the posterior spinal nerve-roots in the treatment of gastric crises and spastic paralysis**. 1911.

SAMPSON, F. C. *et al.* The effectiveness of intrathecal baclofen in the management of patients with severe spasticity. 2000.

TEIVE, H. A. G.; ZONTA, M.; KUMAGAI, Y. Tratamento da espasticidade: uma atualização. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 56, n. 4, p. 852-858, 1998.

USWATTE, G. *et al.* The pediatric motor activity log-revised: assessing real-world arm use in children with cerebral palsy. **Rehabilitation Psychology**, v. 57, n. 2, p. 149, 2012.

YASUOKA, S.; PETERSON, H. A.; MACCARTY, C. S. Incidence of spinal column deformity after multilevel laminectomy in children and adults. **Journal of neurosurgery**, v. 57, n. 4, p. 441-445, 1982.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Registro de atividade motora pediátrica (PMAL) para crianças de 2 a 8 anos

PEDIATRIC UPPER EXTREMITY MOTOR ACTIVITY LOG (PMAL) – 2 A 8 ANOS

NOME DO PACIENTE: _____
 PRÉ-OPERATÓRIO: ___/___/___ 2 MESES: ___/___/___ 1 ANO: ___/___/___

ATIVIDADE	FREQUÊNCIA	QUALIDADE	ESPONTÂNEO
1. COMER COM A MÃO (BOLACHA OU SALGADINHO)			
COMENTÁRIO:			
2. PEGAR OBJETOS PEQUENOS (BOLINHA, BOTÃO)			
COMENTÁRIO:			
3. USAR TALHER PARA COMER			
COMENTÁRIO:			
4. ESCOVAR OS DENTES			
COMENTÁRIO:			
5. GESTICULAR			
COMENTÁRIO:			
6. PUXAR O BRAÇO PARA TIRAR A BLUSA			
COMENTÁRIO:			
7. VIRAR A PÁGINA DE UM LIVRO			
COMENTÁRIO:			
8. APONTAR PARA UMA FIGURA OU ALGUÉM			
COMENTÁRIO:			
9. ALCANÇAR UM OBJETO ACIMA DA CABEÇA			
COMENTÁRIO:			
10. APERTAR UM BOTÃO (BRINQUEDO, CAMPAINHA)			
COMENTÁRIO:			
11. SE SEGURAR, SE APOIAR			
COMENTÁRIO:			
12. ABRIR PORTA (EMPURRANDO OU PUXANDO)			
COMENTÁRIO:			
13. VIRAR UMA MAÇANETA			
COMENTÁRIO:			
14. SE LOCOMOVER NO CHÃO (ARRASTAR OU ENGATIHAR)			
COMENTÁRIO:			
15. TIRAR OS SAPATOS			
COMENTÁRIO:			
16. TIRAR AS MEIAS			
COMENTÁRIO:			
17. EMPURRAR UM OBJETO GRANDE NO CHÃO (CADEIRA)			
COMENTÁRIO:			
18. SEGURAR UMA BOLA			
COMENTÁRIO:			
19. ARREMESSAR UMA BOLA OU OBJETO			
COMENTÁRIO:			
20. USAR LÁPIS OU CANETA OU GIZ			
COMENTÁRIO:			
21. MANTER A MÃO NO GUIDÃO, CARRINHO DE COMPRAR OU DE BEBÊ			
COMENTÁRIO:			
22. ENCAIXAR UM OBJETO COMO QUEBRA CABEÇA OU FORMAS			
COMENTÁRIO:			

APÊNDICE B – Registro de atividade motora pediátrica (PMAL) para crianças de 9 a 12 anos

PEDIATRIC UPPER EXTREMITY MOTOR ACTIVITY LOG (PMAL) – 9 A 12 ANOS

NOME DO PACIENTE: _____
 PRÉ-OPERATÓRIO: ___/___/___ 2 MESES: ___/___/___ 1 ANO: ___/___/___

ATIVIDADE	FREQUÊNCIA	QUALIDADE	ESPONTÂNEO
1. COMER COM A MÃO (BOLACHA OU SALGADINHO)			
COMENTÁRIO:			
2. PEGAR OBJETOS PEQUENOS (CLIPE, MOEDA)			
COMENTÁRIO:			
3. USAR TALHER PARA COMER (GARFO OU COLHER, LEVAR A BOCA)			
COMENTÁRIO:			
4. ESCOVAR OS DENTES (INCLUSIVE APERTAR A PASTA E ESCOVAR)			
COMENTÁRIO:			
5. PEGAR COPO, GARRAFA, XÍCARA OU LATA (NÃO INCLUI BEBER)			
COMENTÁRIO:			
6. PEGAR CANECA PELA ALÇA			
COMENTÁRIO:			
7. PENTEAR, ARRUMAR O CABELO			
COMENTÁRIO:			
8. VIRAR PÁGINAS DE UM LIVRO			
COMENTÁRIO:			
9. APERTAR O INTERRUPTOR DE LUZ			
COMENTÁRIO:			
10. USAR CONTROLE REMOTO, VIDEOGAME, MOUSE (ESPECIFICAR)			
COMENTÁRIO:			
11. LIMPAR UMA MESA OU OUTRA SUPERFÍCIE			
COMENTÁRIO:			
12. ABRIR MAÇANETA (TRAVE OU REDONDA)			
COMENTÁRIO:			
13. USAR UM TRINCO			
COMENTÁRIO:			
14. ATENDER O TELEFONE			
COMENTÁRIO:			
15. TIRAR OS SAPATOS			
COMENTÁRIO:			
16. TIRAR AS MEIAS			
COMENTÁRIO:			
17. COLOCAR AS MEIAS			
COMENTÁRIO:			
18. COLOCAR OS SAPATOS			
COMENTÁRIO:			
19. EMPURRAR UM OBJETO GRANDE NO CHÃO (CADEIRA, CAIXA)			
COMENTÁRIO:			
20. CARREGAR UM OBJETO NA MÃO			
COMENTÁRIO:			
21. ABRIR UMA GAVETA			
COMENTÁRIO:			
22. ABRIR A GELADEIRA			
COMENTÁRIO:			

Brazilian Journal of health Review**Rizotomia dorsal seletiva cervical no tratamento de paralisia cerebral espástica em crianças: Uma revisão****Selective cervical dorsal rhizotomy in the treatment of spastic cerebral palsy in children: A review**

DOI:10.34119/bjhrv3n4-261

Recebimento dos originais: 03/07/2020

Aceitação para publicação: 17/08/2020

Francisco José Alencar

Mestrando do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal –
 PGBIOTEC, Ponto Focal – Universidade Estadual do Piauí – UESPI
 Rua João Cabral, 2231, Zona Norte – Bairro: Pirajá, CEP.: 64.002-224, Teresina/PI – Brasil;
 Médico Neurocirurgião Pediátrico do Hospital Infantil Lucídio Portela e Neurocirurgião Funcional
 do Hospital Getúlio Vargas, Coordenador do Ambulatório de Espasticidade do Centro Integrado de
 Reabilitação de Teresina – CEIR
 E-mail: dralencar13@gmail.com

Josione Rêgo Ferreira

Mestrando do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal –
 PGBIOTEC, Ponto Focal – Universidade Estadual do Piauí – UESPI
 Rua João Cabral, 2231, Zona Norte – Bairro: Pirajá, CEP.: 64.002-224, Teresina/PI – Brasil
 Médico Neurologista e Neurofisiologista, Clínica Meneses Rêgo – Medclínica
 E-mail: josioneregoferreira@gmail.com

Leonardo Raphael Santos Rodrigues

Mestrando do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal –
 PGBIOTEC, Ponto Focal – Universidade Estadual do Piauí – UESPI
 Rua João Cabral, 2231, Zona Norte – Bairro: Pirajá, CEP.: 64.002-224, Teresina/PI – Brasil
 Fisioterapeuta Neurofuncional do Espaço Neurofuncional e do Centro Integrado de Reabilitação de
 Teresina – CEIR – Professor Auxiliar da Universidade Estadual do Piauí – UESPI
 E-mail: leofisiot@hotmail.com

Clara Linda Correia Lima Alencar

Médica Intensivista Pediátrica do Hospital Infantil Lucídio Portela
 Rua Governador Raimundo Artur de Vasconcelos, 220, Centro/Sul, CEP.: 64.001-450, Teresina,
 Piauí, Brasil
 E-mail: claralindaalencar@gmail.com

Ana Patrícia de Carvalho Petillo Rodrigues

Fisioterapeuta Neurofuncional, Espaço Neurofuncional
 Rua Bartolomeu Vasconcelos, 2440, Anexo B, Ilhotas, CEP.: 64.015-030, Teresina, Piauí, Brasil
 E-mail: anapetillorodrigues@gmail.com

Brazilian Journal of health Review

Leylane Alzeni Mendes Rilzer Lopes

Terapeuta Ocupacional do Espaço Neurofuncional,
Rua Bartolomeu Vasconcelos, 2440, Anexo B, Ilhotas, CEP.: 64.015-030, Teresina, Piauí, Brasil
Ambulatório de Espasticidade do Centro Integrado de Reabilitação de Teresina – CEIR
E-mail: leylane.rilzer.to@gmail.com

Lucas Levy Alves de Moraes

Acadêmico de Medicina – Faculdade de Ciências Médicas – FACIME/UESPI
Rua Olavo Bilac, 2335, Centro/Sul, CEP.: 64.001-280, Teresina, Piauí, Brasil
E-mail: lucaslevyalmoraes@gmail.com

Samara Raquel de Sousa

Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia – RENORBIO, Ponto Focal –
Universidade Federal do Piauí – UFPI, Centro de Ciências Agrárias, NUPCelt – Campus Ministro
Petrônio Portela, Socopo, CEP.: 64.049-550, Teresina/PI – Brasil, Mestra em Agronomia/Produção
Vegetal – Universidade Federal do Piauí – UFPI
E-mail: sambio2015@gmail.com

Antonio Luis Martins Maia Filho

Doutor em Engenharia Biomédica – Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP; Professor do
Programa de Pós-graduação em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal – PGBIOTEC, Ponto
Focal – Universidade Estadual do Piauí – UESPI –
Rua João Cabral, 2231, Zona Norte – Bairro: Pirajá, CEP.: 64.002-224, Teresina/PI – Brasil
Professor Adjunto da Universidade Estadual do Piauí – UESPI
E-mail: almmaiaf@gmail.com

RESUMO

Analisar a literatura existente sobre a rizotomia dorsal seletiva cervical no tratamento da paralisia cerebral espástica em crianças e determinar quais evidências são obtidas. Foi realizada uma pesquisa eletrônica nas bases de dados *MEDLINE (PubMed)*, *ScienceDirect* e *Web of Science*, em maio de 2020, com os descritores: “*selective cervical dorsal rhizotomy*”; “*spastic cerebral palsy*” e “*children*”. Quando necessário, uma nova busca foi realizada na base *Google Acadêmico* com a expressão “*cervical rhizotomy AND cerebral palsy AND spasticity AND children*”. Não houve recorte temporal. Quatro artigos foram incluídos nesta revisão sistemática. Os estudos mostram que, após serem submetidos à rizotomia dorsal seletiva cervical, os pacientes infantis e adultos reduzem a espasticidade nos membros superiores, melhoram a função e tornam menos difícil o desenvolvimento das atividades diárias pelos cuidadores. Esta revisão revela a escassez de estudos abordando a rizotomia dorsal seletiva cervical para o tratamento da espasticidade dos membros superiores em pacientes infantis com paralisia cerebral, embora existam evidências suficientes para o uso desta técnica neurocirúrgica em adolescentes e adultos. Assim, sugerimos que novas pesquisas sejam conduzidas para confirmar essa consideração preliminar e estender a real eficácia dessa técnica.

Palavras-chave: Rizotomia, espasticidade, criança, membros superiores, neurocirurgia pediátrica.

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the existing literature on cervical selective dorsal rhizotomy in the treatment of spastic cerebral palsy in children and to determine what evidence is obtained. An electronic literature search was performed in the *MEDLINE (PubMed)*, *ScienceDirect* and *Web of Science* databases in May 2020. The search terms for the target sample were: “*selective cervical*

Brazilian Journal of health Review

dorsal rhizotomy"; "Spastic cerebral palsy" and "children". When necessary, a new search was carried out on the Google Scholar database with the expression "cervical rhizotomy AND cerebral palsy AND spasticity AND children". There was no temporal cut. Four articles were included in this systematic review. Studies show that infant and adult patients after undergoing selective cervical dorsal rhizotomy have reduced spasticity in the upper limbs, improved function and less difficulty in the development of daily activities by caregivers. This review reveals the scarcity of studies addressing selective cervical dorsal rhizotomy for the treatment of upper limb spasticity in children with cerebral palsy, although there is sufficient evidence for the use of this neurosurgical technique in adolescents and adults. Thus, further research is suggested to confirm this preliminary consideration and to extend the real effectiveness of this technique.

Keywords: Rhizotomy, spasticity, child, gait, motor function, pediatric neurosurgery.

1 INTRODUÇÃO

A paralisia cerebral é um grupo de deficiências neurológicas permanentes que se manifestam durante o desenvolvimento pré-natal ou infantil e afetam os movimentos e a postura, com uma taxa de incidência de duas a três crianças por mil nascidos vivos (MacLennan et al., 2015; Nelson e Blair, 2015; Lim, 2016), podendo desencadear diversas alterações do desenvolvimento neurológico, como cognição, percepção sensorial, habilidades motoras, entre outras (Mooney et al., 2003). Destas, a espasticidade é a anormalidade motora mais comumente observada, com incidência entre 75% a 88% dos casos de paralisia cerebral (Jacobs, 2001; Ong et al., 2001; Kopec, 2008), causando restrição dos movimentos, interferindo nas habilidades motoras e na independência funcional (Balakrishnan, Ward, 2013; Sitthinamsuwan, Phonwijit, Ployetch, 2011).

A paralisia cerebral espástica é o subtipo mais comum, que geralmente se apresenta com diplegia espástica ou hemiplégica bilateral com aumento do tônus muscular, hiperreflexia e persistência de reflexos primitivos (Tomlin, 1995). Indivíduos com paralisia cerebral tendem a apresentar um estilo de vida sedentário, podendo haver redução do volume muscular, gerar sarcopenia, dentre outras patologias resultantes desses problemas. Já foi demonstrado que estratégias para aumentar níveis de atividade física em crianças e adolescentes são consideradas importantes para a saúde desses indivíduos (Ozu, Matuti, Asa, 2019).

O principal objetivo da condução da paralisia cerebral é atenuar a espasticidade, de modo a não limitar a função motora do paciente (Novak et al., 2017). Assim, algumas opções terapêuticas estão disponíveis atualmente, tais como fisioterapia (Palisano, Snider, Orlin, 2004), medicações orais (Delgado et al., 2010), baclofeno intratecal (Butler e Campbell, 2000), injeções de toxina botulínica (Baker, Pereira, 2016), órteses (Healy et al., 2018) e procedimentos ortopédicos (como liberação de tendões) (Graham, Selber, 2003). Estas intervenções demonstram resultados satisfatórios, contudo,

Brazilian Journal of health Review

com efeitos transitórios e não resolutivos (Balakrishnan, Ward, 2013; Sitthinamsuwan, Phonwijit, Ployetch, 2011).

Desta forma, estudos começaram a relatar os resultados da rizotomia dorsal seletiva em crianças com paralisia cerebral espástica, com o objetivo de oferecer um tratamento eficaz e permanente para a espasticidade (Fasano et al., 1976; McLaughlin et al., 2002; Engsborg et al., 2008). Trata-se de uma abordagem neurocirúrgica funcional, onde uma porcentagem da raiz medular dorsal é seccionada (Fasano et al., 1976; Aquilina, Graham, Wimalasundera, 2015), ocasionando a diminuição da entrada aferente excessiva nos neurônios intramedulares e a produção excitatória dos neurônios α -motores (McLaughlin et al., 2002; Gump, Mutchnick, Moriarty, 2013).

Evidências mostram que a rizotomia dorsal seletiva é um procedimento neurocirúrgico utilizado em crianças com paralisia cerebral espástica com comprometimento bilateral com o objetivo de reduzir a espasticidade dos membros inferiores (Grunt et al., 2014), sendo os principais alvos as raízes dorsais referentes a inervação dos músculos adutores de quadris, flexores de joelhos e flexores plantares dos tornozelos (Fasano et al., 1976; Aquilina, Graham, Wimalasundera, 2015). Os resultados da rizotomia dorsal seletiva relatados são: redução da espasticidade, ganhos na força muscular, na velocidade e cinemática da marcha, além de melhora na função motora grossa (Engsborg et al., 2006; Graubert et al., 2000). Desta forma, acredita-se que a rizotomia dorsal seletiva, no nível cervical, possa reduzir a espasticidade nos membros superiores (Duan et al., 2015).

Nesse contexto, o objetivo desta revisão foi analisar a literatura existente sobre a rizotomia dorsal seletiva cervical no tratamento da paralisia cerebral espástica em crianças e determinar quais evidências são obtidas.

2 MÉTODO

2.1 ESTRATÉGIAS DE BUSCA

Foi realizada uma pesquisa eletrônica nas bases de dados *MEDLINE (PubMed)*, *ScienceDirect* e *Web of Science*, em maio de 2020, na busca de artigos que versam sobre a rizotomia dorsal seletiva cervical "*selective cervical dorsal rhizotomy*" e sua combinação com os termos "*spastic cerebral palsy*" e "*children*". Nas duas últimas bases de dados, foi utilizado como filtragem, a seleção do tipo de documento, enquanto na primeira base, procedeu-se a conferência individual de cada estudo para atender este quesito.

Quando necessário, uma nova busca foi realizada na base *Google Acadêmico* com a expressão "*cervical rhizotomy AND cerebral palsy AND spasticity AND children*", considerando como filtragem a não inclusão de patentes e citações.

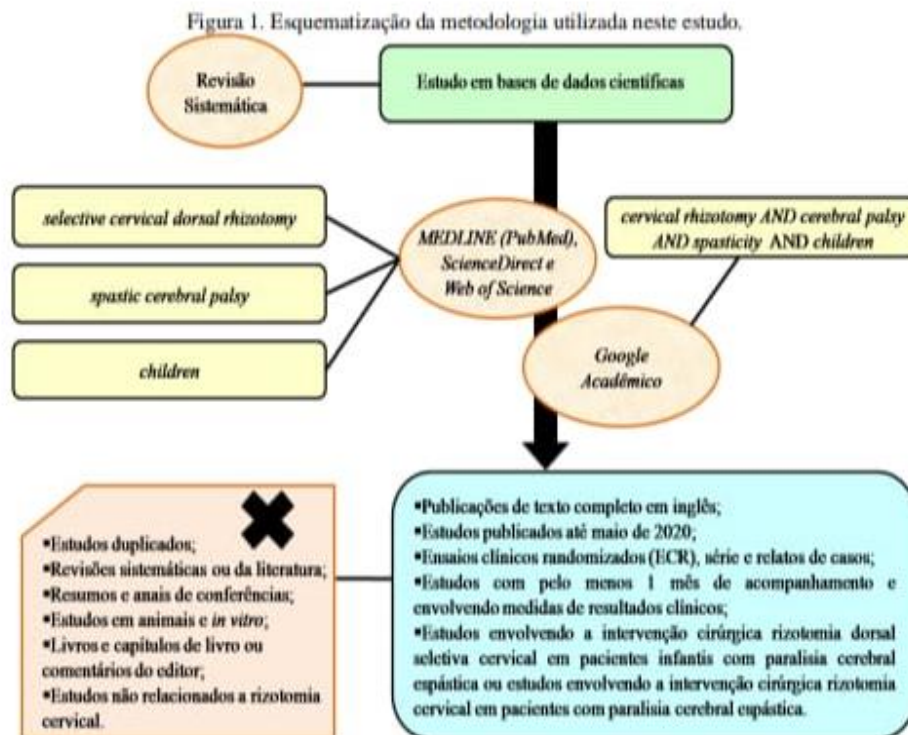
Brazilian Journal of health Review

2.2 SELEÇÃO DOS ARTIGOS

Inicialmente, realizou-se a busca nas bases de dados supracitadas. Os títulos, resumos e, quando necessário, o texto completo, foram revisados por três autores, para determinar a sua inclusão ou exclusão, de acordo com o critério: artigos que incluíssem crianças com paralisia cerebral espástica submetidos a rizotomia dorsal seletiva cervical. Não houve recorte temporal e consideramos como crianças, pessoas com até 12 anos de idade.

Caso não houvessem artigos considerados elegíveis para compor a revisão, uma nova busca foi realizada, em outra base de dados, e o critério de inclusão modificado para incluir artigos que abordassem a rizotomia cervical em pessoas com paralisia cerebral espástica. Neste momento, também não houve recorte temporal.

Estudos controlados randomizados foram considerados com alto nível de evidência e o nível mais baixo de evidência veio de controles históricos não randomizados, como série ou relatos de casos. Os estudos que atendiam o critério de elegibilidade foram lidos na íntegra e as principais informações foram extraídas para compor os resultados desta pesquisa. Após a seleção dos artigos, as listas de referências foram verificadas a fim de buscar outros manuscritos relevantes que não foram localizados nas buscas nas bases de dados (Figura 1).



Brazilian Journal of health Review

Critério de inclusão

- Publicações de texto completo em inglês;
- Estudos publicados até maio de 2020;
- Ensaio clínico randomizado (ECR), série de casos e relatos de casos;
- Estudos com pelo menos 1 mês de acompanhamento e envolvendo medidas de resultados clínicos;
- Estudos envolvendo a intervenção cirúrgica rizotomia dorsal seletiva cervical em pacientes infantis com paralisia cerebral espástica ou estudos envolvendo a intervenção cirúrgica rizotomia cervical em pacientes com paralisia cerebral espástica.

Critério de exclusão

- Estudos duplicados;
- Revisões sistemáticas ou da literatura;
- Resumos e anais de conferências;
- Estudos em animais e *in vitro*;
- Livros e capítulos de livro ou comentários do editor;
- Estudos não relacionados a rizotomia cervical.

Extração de dados

A extração de dados dos artigos selecionados envolveu a participação de três dos autores, sendo iniciada por um autor, revisada pelo segundo e confirmada pelo terceiro. Os dados extraídos foram os seguintes: autores e ano de publicação; periódico; país de origem dos autores; tipo de estudo; número de pacientes envolvidos e diagnóstico; sexo; idade na cirurgia, objetivo, principais resultados e conclusão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PROCURA LITERÁRIA

Inicialmente a pesquisa nos bancos de dados produziu 1.115 artigos publicados até maio de 2020. Um total de 184 estudos apareceram duplicados, onde 80 se repetiram na base *PubMed/MEDLINE*, 82 na *ScienceDirect*, 5 na *Web of Science*, 14 na *PubMed/MEDLINE* e *ScienceDirec* e 3 na *ScienceDirect* e *Web of Science*.

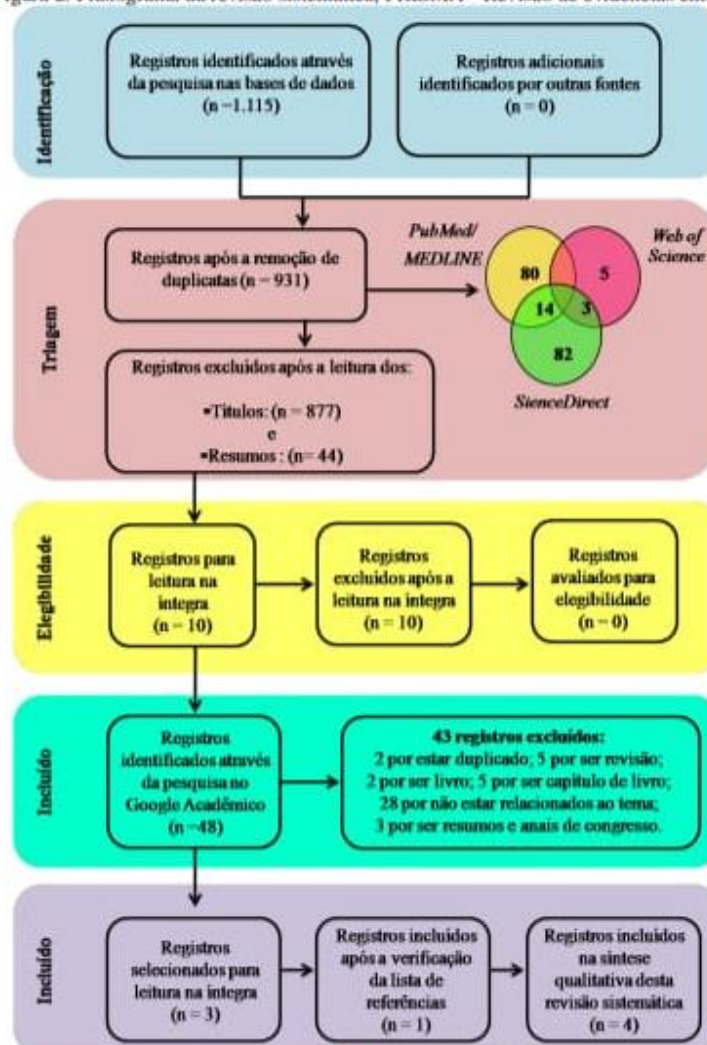
Analisamos os títulos de 931 trabalhos e os resumos de 54 para identificar artigos potencialmente relevantes. Um total de 921 trabalhos foram excluídos (589 não estavam relacionados

Brazilian Journal of health Review

a questão norteadora desta pesquisa, 265 eram estudos com animais, 38 capítulos de livro, 20 revisões, 8 resumos e anais de congresso e 1 comentário do editor). Dos 10 estudos resultantes, lemos todos na íntegra, onde podemos constatar que nenhum atendia aos nossos critérios de inclusão, sendo, portanto, excluídos.

Uma nova busca foi realizada na base de dados *Google Acadêmico*, desta vez procuramos por artigos que abordassem a rizotomia cervical em pessoas com paralisia cerebral espástica, resultando na seleção de três estudos. A lista de referências destes trabalhos foi verificada e mais uma pesquisa foi incluída, totalizando quatro registros que compuseram esta revisão sistemática.

Figura 2. Fluxograma da revisão sistemática, PRISMA - Revisão de evidências clínicas.



Fonte: Adaptado de Moher *et al.*, 2009.

Brazilian Journal of health Review

3.2 REVISÃO DE EVIDÊNCIAS

3.2.1 Caracterização dos artigos e da amostra dos trabalhos selecionados

A Tabela 1 apresenta a caracterização dos artigos e da amostra dos trabalhos que compuseram esta revisão. Dos quatro artigos selecionados, todos (100%) eram séries de casos, publicadas em três periódicos internacionais, onde ocorreu destaque para o *Journal of Neurosurgery*, que continha a publicação de duas pesquisas. Estes trabalhos englobaram pesquisadores brasileiros, americanos e canadenses, com destaque para o Brasil, com dois estudos desenvolvidos na Cidade de Florianópolis, no estado de Santa Catarina.

Tabela 1. Descrição dos trabalhos e características clínicas dos pacientes incluídos na revisão sistemática.

Autores/Ano	Periódico	País	Tipo de Estudo	N/Diagnóstico	Sexo (feminino/masculino)	Idade na Cirurgia (anos)
Kinghorn J	<i>The American Journal of Occupational Therapy</i>	Canadá	Série de casos	7 (2 diplegia espástica e 5 quadriplegia espástica)	7 masculino	6, 7 (2), 11 (2), 14 e 16
Heimburger RF, Slominski A, Griswold P, Bertelli JA, Ghizoni MF, Frasson TR, Borges KSF	<i>Journal of Neurosurgery</i>	Estados Unidos	Série de casos	8 quadriplegia espástica	-	1 a 10 (4) 11 a 20 (4)
Bertelli JA, Ghizoni MF, Frasson TR, Borges KSF	<i>Hand Clinics</i>	Brasil	Série de casos	16 hemiplegia congênita	menciona os dois sexos	4 a 20
Bertelli JA, Ghizoni MF, Michels A	<i>Journal of Neurosurgery</i>	Brasil	Série de casos	5	3 masculino e 2 feminino	(4, 17, 21, 22 e 23)

O tamanho amostral das pesquisas variou entre cinco a 16 pacientes com paralisia cerebral espástica, com idade variando de 4 a 23 anos, onde os pacientes infantis estavam numa faixa de 4 a 12 anos e os adultos de 14 a 23 anos. Em relação ao sexo dos indivíduos, embora os autores não tenham sido claros neste quesito, podemos identificar 10 masculinos e 2 femininos.

Do total de estudos, um incluiu pacientes com paralisia cerebral do tipo diplegia espástica, dois envolveram pacientes do tipo quadriplegia espástica e um considerou pacientes do tipo hemiplegia espástica.

Em indivíduos diplégicos o comprometimento é maior nos membros inferiores, enquanto nos quadriplégicos será igual nos quatro membros ou maior no membro superior e nos hemiplégicos se dá em um dos lados do corpo (Miller, 2002).

Brazilian Journal of Health Review

3.3 ANÁLISE DOS ARTIGOS SELECIONADOS

A Tabela 2 mostra uma análise resumida, contendo os objetivos, os resultados principais e as conclusões das pesquisas desenvolvidas com pacientes com paralisia cerebral espástica submetidos à rizotomia cervical.

Tabela 2. Análise dos trabalhos incluídos na revisão sistemática.

Autores/Ano	Objetivo	Principais Resultados	Conclusão
Kinghorn J	Fornecer um estudo preliminar das alterações na função da extremidade superior, medido em 7 crianças que realizaram rizotomia posterior seletiva no Hospital Infantil de Alberta durante 12 meses.	Os dados coletados sugerem que as crianças tiveram uma função melhorada em atividades de aprendizado diário, habilidades lúdicas, equilíbrio e resistência.	Ocorreu redução da espasticidade, maturação física, motivação, inteligência, aumento das expectativas da criança e da família e aumento do desempenho na terapia.
Heimburger RF, Slominski A, Griswold P	Reduzir a espasticidade e outros movimentos anormais, como os atetóticos, em pacientes com PC	O corte dos fascículos superiores da raiz posterior de C-4, além do corte bilateral de C-2 e C-3, parece aumentar consideravelmente o relaxamento da espasticidade, sendo que os dois pacientes com maior melhora tiveram os cuidados de reabilitação mais intensos.	Ocorreu diminuição no número de impulsos proprioceptivos anormais, aumentando o tônus total do pool interno da medula espinhal e do tronco cerebral.
Bertelli JA, Ghizoni MF, Frasson TR, Borges KSF	Tratar a espasticidade de pacientes com PC hemiplégica	Redução da espasticidade e melhora da função motora.	Reduziu a espasticidade, melhorando a função da mão, além de preservar a sensibilidade.
Bertelli JA, Ghizoni MF, Michels A	Tratar a espasticidade nos membros superiores de pacientes com PC	Supressão do padrão espástico com ganho funcional e sem distúrbio sensitivo	Ocorreu diminuição da espasticidade com posterior melhora funcional.

No estudo desenvolvido por Kinghorn (1992), o autor fornece um estudo preliminar das alterações na função da extremidade superior, medido em 7 crianças com paralisia cerebral espástica que realizaram rizotomia posterior seletiva no Hospital Infantil de Alberta durante o período de um ano. O artigo mantém o foco nas mudanças das atividades diárias e recomenda orientações futuras para pesquisas nessa área.

Na pesquisa conduzida por Heimburger et al. (1973), 8 pacientes espásticos foram submetidos a rizotomia cervical, onde uma laminectomia bilateral, nos níveis cervicais C1 a C3 foi realizada. Os autores relataram que, embora a espasticidade do pescoço, coluna, braços e pernas tenha diminuído nos indivíduos estudados, os movimentos voluntários de braços e mãos melhoraram significativamente em apenas um paciente.

Brazilian Journal of health Review

No trabalho produzido por Bertelli et al. (2003), uma hemilaminectomia nas raízes C5 a C7, com 100% de secção foi realizada em 16 pacientes espásticos, sendo avaliados antes da cirurgia e aos 3 e 15 meses após esta. A rizotomia dorsal do plexo braquial reduziu consideravelmente a espasticidade em todos os pacientes, seguida de melhora funcional, assim como um ganho significativo de amplitudes, principalmente para supinação e extensão do punho. Também foi relatado aumento na força de agarrar e apertar, além de uma melhora no desempenho das atividades diárias.

No artigo publicado por Bertelli et al. (2000), uma hemilaminectomia ou laminectomia bilateral seguida de laminoplastia com 100% de secção das raízes foi realizada em cinco pacientes espásticos. Os autores sugerem rizotomia cervical de C5 a C7 no ombro e cotovelo, caso a mão esteja envolvida, deve-se adicionar rizotomia cervical C8, no entanto, se apenas a mão e o punho estiverem envolvidos, as rizotomias C7 e C8 devem ser realizadas. As rizotomias cervicais devem ser realizadas antes de qualquer procedimento ortopédico, porque as contraturas podem ser aliviadas pela colocação da órtese e a espasticidade e o movimento normalmente melhoram. Desta forma, constataram que a rizotomia cervical do plexo braquial é muito eficaz no tratamento da espasticidade do membro superior e leva a alguma melhora funcional.

Os estudos mostram que, após serem submetidos à rizotomia cervical, os pacientes infantis e adultos reduzem a espasticidade nos membros superiores, melhoram a função e tornam menos difícil o desenvolvimento das atividades diárias pelos cuidadores. Nossos resultados corroboram com os relatados por Duan et al. (2015) que mostraram em seu relato de caso, com 12 meses de acompanhamento, a diminuição da espasticidade e melhora da amplitude de movimento devido a rizotomia dorsal seletiva cervical realizada em um paciente de 23 anos com espasticidade hemiplérgica grave após lesão cerebral. Neste estudo, uma hemilaminectomia com 35 a 40% de secção nas raízes C5 a C7 foi realizada.

No estudo desenvolvido por Hsin et al. (2004), os resultados apontados também demonstram semelhanças com os nossos. Os autores, em sua série de casos, abordam o tratamento da espasticidade em membros superiores de cinco pacientes adultos, sendo dois com acidente vascular cerebral e três com lesão medular. No seguimento de três meses, foi demonstrado redução da média do grau MAS (escala modificada de Ashworth) de 3,5 para 1+ ($p = 0,008$). A espasticidade das articulações do cotovelo e punho foi reduzida pela rizotomia dorsal seletiva cervical C7, C8 e T1, o que demonstrou muito eficácia na redução da espasticidade nos membros superiores, assim como também melhorou a função motora nos membros afetados. Nesta pesquisa, foi realizada uma laminectomia nos níveis cervicais C5, 6, 7 e T1 e uma laminoplastia em C7, 8 e T1. Cerca de 50 a 80% das raízes foram seccionadas.

Brazilian Journal of health Review

Laitinen et al. (1983) trataram a espasticidade do braço de um paciente de 21 anos em decorrência de um acidente vascular cerebral, realizaram uma laminectomia seccionando de 60% a 80% das raízes dorsais C6 e C7, o que resultou em uma boa redução da espasticidade.

Benedetti et al. (1977-1978) em seu relato de caso, trataram a espasticidade de uma paciente de 26 anos com tetraplegia e discinesia dos membros superiores em decorrência de esclerose múltipla. Uma laminectomia bilateral C1 a C3 e uma laminectomia C4 a C7 em duas abordagens diferentes, foram realizadas, sendo seccionado 100% e 75% das raízes, respectivamente, onde ocorreu redução na espasticidade e dos movimentos, além de melhora funcional (paciente começou a comer de forma independente).

Embora as pesquisas relacionadas a rizotomia dorsal seletiva lombar para o tratamento da espasticidade dos membros inferiores em pacientes com paralisia cerebral sejam bem documentadas, o mesmo não ocorre para o tratamento dos membros superiores espásticos por rizotomia dorsal seletiva cervical. Entretanto, existe uma discussão em relação as mudanças positivas na função do membro superior, mas esta não descreve como de fato essa melhora foi mensurada, o que deixa lacunas a serem preenchidas por novas pesquisas que precisam ser desenvolvidas com intuito de alavancar este ramo da medicina intervencionista.

4 CONCLUSÃO

Esta revisão revela a escassez de estudos abordando a rizotomia dorsal seletiva cervical para o tratamento da espasticidade dos membros superiores em pacientes infantis com paralisia cerebral, embora existam evidências suficientes para o uso desta técnica neurocirúrgica em adolescentes e adultos. Assim, sugerimos que novas pesquisas sejam conduzidas para confirmar essa consideração preliminar e estender a real eficácia dessa técnica.

REFERÊNCIAS

Ozu MHU, Matuti GDS & Asa SKDP. (2019). Efeitos de um programa de condicionamento físico na funcionalidade de indivíduos com paralisia cerebral/Effects of a fitness program in functional capacity of individuals with cerebral palsy. *Braz. J. Hea. Rev.*, 2(1), 598-610.

MacLennan AH, Thompson SC & Gez J. (2015). Paralisia cerebral: causas, caminhos e o papel das variantes genéticas. *Sou. J. Obstet. Ginecol.* 213 779-788. 10.1016 / j.ajog.2015.05.034 [PubMed]

Nelson KB & Blair E. (2015). Fatores pré-natais em singletos com paralisia cerebral nascidos a termo ou próximo. *N. Engl. J. Med.* 373 946–953. 10.1056 / NEJMra1505261 [PubMed]

Lim WH (2016). Paralisia cerebral: causas, caminhos e o papel das variantes genéticas. *Sou. J. Obstet. Ginecol.* 214 670-671. 10.1016 / j.ajog.2016.01.178 [PubMed]

Mooney JF, Koman LA & Smith BP. Pharmacologic management of spasticity in cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.*, v. 23, n. 5, p. 679-86, 2003.

Jacobs JM. Management options for the child with spastic cerebral palsy. *Orthop Nurs.*, v. 20, n. 3, p. 53-9, 2001.

Ong H T, Chong HN & Yap SSP. Comprehensive management of spasticity in cerebral palsy: role of physical therapy and other adjunctive treatments. *Singapore Paediatr J.*, v. 43, n. 4, p. 133-6, 2001.

Kopec K. Cerebral palsy: pharmacologic treatment of spasticity. *US Pharm.*, v. 33, n. 1, p. 22-26, 2008.

Balakrishnan S & Ward AB. The diagnosis and management of adults with spasticity [Internet]. 1st ed. Vol. 110, *Neurological Rehabilitation*. Elsevier B.V.; 2013. 145–160 p. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-52901-5.00013-7>

Sitthinamsuwan B, Phonwijit L & Ployetch T. Neurosurgical management for cerebral palsy—part I: neuroablation. *J Thai Rehabil Med.* 2011; 21:73–84.

Tomlin PI. *The Static Encephalopathies*. London: Times-Wolfe International; 1995.

Novak I, Morgan C, Adde L, et al. Early, accurate diagnosis and early intervention in cerebral palsy: advances in diagnosis and treatment. *JAMA Pediatr.* 2017; 171(9):897-907.

Palisano RJ, Snider LM & Orlin MN. Recent advances in physical and occupational therapy for children with cerebral palsy. *Semin Pediatr Neurol.* 2004; 11(1):66-77.

Delgado MR, Hirtz D, Aisen M, et al. Practice parameter: pharmacologic treatment of spasticity in children and adolescents with cerebral palsy (an evidence-based review): report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology and the Practice Committee of the Child Neurology Society. *Neurology.* 2010; 74(4):336-343.

Brazilian Journal of health Review

Butler C & Campbell S. Evidence of the effects of intrathecal baclofen for spastic and dystonic cerebral palsy. AACPDM Treatment Outcomes Committee Review Panel. *Dev Med Child Neurol*. 2000; 42(9):634-645.

Baker JA & Pereira G. The efficacy of Botulinum Toxin A for limb spasticity on improving activity restriction and quality of life: a systematic review and metaanalysis using the GRADE approach. *Clin Rehabil*. 2016; 30(6):549-558.

Healy A, Farmer S, Pandyan A & Chockalingam N. A systematic review of randomised controlled trials assessing effectiveness of prosthetic and orthotic interventions. *PLoS One*. 2018; 13(3):e0192094.

Graham HK & Selber P. Musculoskeletal aspects of cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Br*. 2003; 85(2):157-166.

Fasano VA, Barolat-Romana G, Ivaldi A & Sguazzi A. (1976). Functional posterior radiculotomy, in the treatment of cerebral spasticity. Perioperative electric stimulation of posterior roots and its use in the choice of the roots to be sectioned. *Neuro-chirurgie*, 22(1), 23-34.

McLaughlin J, Bjornson K, Temkin N, Steinbok P, Wright V, Reiner A, ... & Barber J. (2002). Selective dorsal rhizotomy: meta-analysis of three randomized controlled trials. *Dev Med Child Neurol*, 44(1), 17-25.

Engsberg JR, Ross SA, Collins DR & Park TS. Effect of selective dorsal rhizotomy in the treatment of children with cerebral palsy. *J Neurosurg*. 2008; 105:8-15.

Aquilina K, Graham D & Wimalasundera N. (2015). Selective dorsal rhizotomy: an old treatment re-emerging. *Archives of Disease in Childhood*, 100(8), 798-802.

Gump WC, Mutchnick IS & Moriarty TM. Selective dorsal rhizotomy for spasticity not associated with cerebral palsy: reconsideration of surgical inclusion criteria. *Neurosurg Focus* 2013; 35(5):E6. <http://dx.doi.org/10.3171/2013.8.FOCUS13294>.

Grunt S, Fieggen AG, Vermeulen RJ, Becher JG & Langerak NG. Selection criteria for selective dorsal rhizotomy in children with spastic cerebral palsy: a systematic review of the literature. *Dev Med Child Neurol*. 2014; 56:302-12.

Engsberg JR, Ross SA, Collins DR & Park TS. Effect of selective dorsal rhizotomy in the Treatment of children with cerebral palsy. *J Neurosurg*. 2006; 105:8-15.

Graubert C, Song KM, McLaughlin JF & Bjornson KF. Changes in gait at 1 year post-selective dorsal rhizotomy: results of a prospective randomized study. *J Pediatr Orthop*. 2000; 20:496-500.

Duan Y, Luo X, Gao X & Sun C. (2015). Cervical selective dorsal rhizotomy for treating spasticity in upper limb neurosurgical way to neurosurgical technique. *Interdisciplinary Neurosurgery*, 2(1), 57-60. doi:10.1016/j.inat.2014.12.003

Hutton B, Salanti G, Caldwell DM, Chaimani A, Schmid CH, Cameron C, ... & Mulrow C.(2015). The PRISMA extension statement for reporting of systematic reviews incorporating network meta-

Brazilian Journal of health Review

analyses of health care interventions: Checklist and explanations. *Ann Intern Med.* 2015; 162:777-84. [https:// doi.org/10.7326/M14-2385](https://doi.org/10.7326/M14-2385)

Kinghorn J: Upper extremity functional changes following selective posterior rhizotomy in children with cerebral palsy. *Am J Occup Ther* 1992; 46:502-507.

Heimburger RF, Slominski A & Griswold P. Cervical posterior rhizotomy for reducing spasticity in cerebral palsy. *J Neurosurg* 1973; 39:30-4.

Bertelli JA, Ghizoni MF, Frasson TR & Borges KSF. (2003). Brachial plexus dorsal rhizotomy in hemiplegic cerebral palsy. *Hand clinics*, 19(4), 687-699.

Bertelli JA, Ghizoni MF & Michels A. (2000). Brachial plexus dorsal rhizotomy in the treatment of upper-limb spasticity. *J Neurosurg*, 93(1), 26-32.

Miller G. Paralisia cerebral: uma visão geral. In: Miller G, Clark GD. *Paralísias cerebrais: causas, consequências e conduta*. São Paulo: Manole; 2002. p. 3-9.

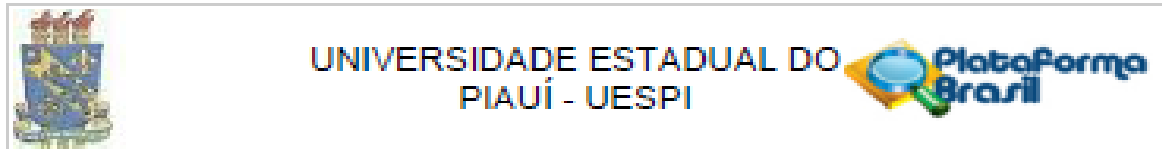
Hsin YL, Harnod T, Kuo TB, Su CF & Lin SZ. (2004). Selective cervical dorsal rhizotomy to relieve upper-limb spasticity after stroke or spinal cord injury-report of five cases. *Tzu Chi Medical Journal*, 16(6), 371-375.

Laitinen LV, Nilsson S & Fugl-Meyer AR. Selective posterior rhizotomy for treatment of spasticity. *J Neurosurg* 1983; 58:895-9.

Benedetti A, Carbonin C & Colombo F. Extended posterior cervical rhizotomy for severe spastic syndromes with dyskinesias. *Appl Neurophysiol* 1977/78; 40:41-7.

ANEXOS

ANEXO A – Carta de aprovação do Comitê de ética em Pesquisa da Universidade estadual do Piauí



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 Clevo Bilec, 2335

Bairro: Centro/Sul

CEP: 84.001-280

UF: PI

Município: TERESINA

Telefone: (88)3221-8858

Fax: (88)3221-4749

E-mail: comitedeticavespi@hotmail.com

ANEXO B – Comprovante de submissão de artigo original na revista Journal of Neurosurgery Pediatrics

De: jns@msubmit.net
Assunto: JNS20-4092 Cervical selective dorsal rhizotomy in children with level V cerebral palsy and upper limb spasticity - surgical technique and functional results manuscript received by Journal of Neurosurgery Publishing Group
Data: 22 de nov. de 2020 09:12:15
Para: dralencar13@gmail.com

November 22, 2020

Dear Mr. ALENCAR,

Thank you for your submission entitled "Cervical selective dorsal rhizotomy in children with level V cerebral palsy and upper limb spasticity - surgical technique and functional results" by FRANCISCO ALENCAR, JOSIONE FERREIRA, LEONARDO RAPHAEL SANTOS RODRIGUES, CLARA LINDA CORREIA LIMA ALENCAR, ANA PATRÍCIA CARVALHO PETILLO RODRIGUES, LEYLANE ALZENI MENDES RILZER LOPES, DIEGO ALENCAR, SAMARA RAQUEL SOUSA, and ANTONIO LUIS MARTINS MAIA FILHO JNS20-4092. It has now been received.

You may check on the status of this manuscript by selecting the "Check Manuscript Status" link under the following URL:

[https://jns.msubmit.net/cgi-bin/main.plex?
el=A3Bv7eCa7A6BXnS4F5A9ftdJFcSGe4duidaS7NIZcjrNQZ](https://jns.msubmit.net/cgi-bin/main.plex?el=A3Bv7eCa7A6BXnS4F5A9ftdJFcSGe4duidaS7NIZcjrNQZ)

(Press/Click on the above link to be automatically sent to the web page.)

Thank you for your interest in the Journal of Neurosurgery Publishing Group.

Sincerely,