

Eletroestimulação na fraqueza do músculo diafragma decorrente de trauma raquimedular**Electrostimulation in muscle weakness diaphragm due to spinal cord injury**

DOI:10.34119/bjhrv2n5-016

Recebimento dos originais: 14/08/2019

Aceitação para publicação: 20/09/2019

Nathânia Silva Santos

Graduanda em Fisioterapia

Instituição: Centro Universitário Metropolitana de Marabá- Pitágoras

Endereço: Avenida Araguaia, n° 119 - Morada Nova, Marabá-PA, Brasil

E-mail: nathania.ss@icloud.com

Elaine Juliana da Conceição Tomaz

Graduanda em Fisioterapia

Instituição: Centro Universitário Metropolitana de Marabá- Pitágoras

Endereço: Folha 28, Quadra 11, Lote 07, Bairro Nova Marabá, Marabá-PA, Brasil

E-mail: julianatomaz17@gmail.com

Carla Nogueira Soares

Fisioterapeuta Mestre em Terapia Intensiva

Instituição: Centro Universitário Metropolitana de Marabá- Pitágoras

Endereco: Avenida Tocantins quadra 206 lote 30 - Belo Horizonte, Marabá-PA, Brasil

E-mail: carlansoares29@gmail.com

RESUMO

Há mais de um século usa-se a Estimulação Elétrica Neuromuscular (NMES) para promover fortalecimento muscular. Existem controvérsias a respeito da Estimulação Elétrica (EE) no que se referem ao seu uso exclusivo, alguns autores defendem a utilização associada a cinesioterapia¹. A fraqueza da musculatura diafragmática pode estar relacionada com diversos fatores, como má postura (hipercifose), respiração incorreta, formato anatômico da caixa torácica, patologias neurológicas degenerativas ou até mesmo traumas na região abdominal ou medular². A fisioterapia tem como objetivo ampliar a qualidade de vida do paciente buscando e aplicando métodos que fortaleça a musculatura, devolvendo funcionalidade. As amplas variedades de equipamentos possuem um único objetivo: Estimular os tecidos para gerar resposta terapêutica. Os músculos são estimulados para contrair e relaxar, nervos são estimulados para produzir analgesia ou movimento; ossos são estimulados para melhorar seu crescimento (consolidação) e a circulação geral se beneficia da estimulação de todos esses tecidos³. Com isso, o presente artigo apresentará uma revisão de literatura sistemática a respeito da eficácia da estimulação elétrica em pacientes com fraqueza muscular diafragmática decorrente de Trauma Raquimedular (TRM).

Palavras-chave: Estimulação elétrica, Fisioterapia, Diafragma.

ABSTRACT

For over a century Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES) has been used to promote muscle strengthening. There are controversies regarding Electrical Stimulation (EE) regarding its exclusive use, some authors advocate the use associated with kinesiotherapy¹. The weakness of the diaphragmatic musculature may be related to several factors, such as poor posture (hyperkyphosis), incorrect breathing, anatomical shape of the chest cavity, degenerative neurological pathologies or even trauma in the abdominal region or spinal cord². Physiotherapy aims to broaden the quality of life of the patient by seeking and applying methods that strengthens the muscles, returning functionality. The wide variety of equipment has a single purpose: Stimulate the tissues to generate therapeutic response. Muscles are stimulated to contract and relax, nerves are stimulated to produce analgesia or movement; bones are stimulated to improve their growth (consolidation) and general circulation benefits from the stimulation of all these tissues³. With this, the present article will present a review of systematic literature regarding the efficacy of electrical stimulation in patients with diaphragmatic muscle weakness resulting from Spinal Cord Trauma (SCT).

Keywords: Electrical stimulation, Physiotherapy, Diaphragm.

1 INTRODUÇÃO

O Trauma Raquimedular (TRM) afeta a vida social, física e psíquica do indivíduo, isso decorre de qualquer injúria causada na medula. No Brasil a estimativa é de 6,8 mil casos por ano, onde 80% são do sexo masculino e 60% estão entre 10 e 30 anos de idade. No país, mais de 10 mil novos casos são de lesão medular predominantemente por trauma, um número gritante em relação a outros países⁴.

Na coluna vertebral está localizada a medula espinhal, que é responsável por conduzir informações do cérebro para o corpo e do corpo para o cérebro. Quando os impulsos enviados, são de alguma forma, interrompidos, ocorre alteração em diversos sistemas do corpo, principalmente, no muscular. O TRM pode ocorrer através de acidentes automobilísticos, quedas, objetos cortantes, acidentes esportivos, entre outros. Diante disso, o trauma à medula pode seccioná-la ou somente comprimi-la devido a edemas, infarto ou hemorragias. Essas lesões podem ser classificadas em completas ou incompletas e de acordo com o nível neurológico da lesão⁵⁻⁶.

Os movimentos e funções realizadas abaixo do nível da lesão ficam comprometidos, (conhecido como choque espinhal) devido ao trauma há perda ou alteração dos reflexos somáticos, dos reflexos autônomos, da regulação autônoma e do controle da sudorese. Lesões de origem na cervical causam tetraplegia que compromete a função dos braços, tronco, pernas e órgãos da pelve, quando a lesão é acima da vértebra C4 o paciente não consegue respirar sozinho, pois o músculo diafragma é innervado pelo

nervo frênico que é formado por fibras motoras e tem origem nas vértebras C3, C4 e C5. Pacientes paraplégicos, lesionados abaixo da cervical conservam a função dos braços, tronco, pernas e até mesmo os órgãos da pelve, dependendo do nível da lesão⁵⁻⁶.

A origem da eletroterapia é relatada da época em que os homens viviam na caverna e ocorreu que um homem que sentia dores no calcanhar, acidentalmente encostou em uma enguia elétrica enquanto banhava em um rio e obteve melhora da dor após a descarga elétrica⁷. Na Grécia antiga, a eletroestimulação era realizada através da colocação de enguias elétricas na forma de banho para os pés.

Segundo o Dr. Benjamin Franklin, em 1753, os jornais da época mencionaram numerosas curas na Itália e Alemanha através da eletricidade, fazendo com que muitos lesados medulares, recorressem a ele para o tratamento. De imediato a aplicação, foram observados o aumento da sensação de aquecimento nos membros estimulados, sensação de formigamentos, surgimento de pontos avermelhados e como resultado final os membros estavam mais capazes para realizar o movimento, e pareciam receber força³.

Em 1791, Luigi Galvani, filósofo e médico anatomista italiano, descobriu que a descarga elétrica em músculos de rãs causavam contração muscular. Na atualidade há uma diversificada variedade de equipamentos de eletroterapia, alguns para estimulação neuromuscular (NMS), estimulação elétrica muscular (EMS), estimulação elétrica funcional (FES) e estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) para o controle da dor³⁻⁷.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 ANATOMIA E FISIOLOGIA DO SISTEMA NERVOSO E RESPIRATÓRIO NO TRM

Todo o corpo é coordenado e controlado pelo Sistema Nervoso (SN), que responde a estímulos de acordo com o que o corpo necessita para gerar contrações, sensações e todos os movimentos. Existem movimentos que são realizados de forma voluntária, como por exemplo contrair os músculos do braço para beber um copo de água, diferentemente dos movimentos de contração do coração, que não nos é solicitado permissão, estes músculos, possuem movimentos involuntários⁸.

O SN é composto pelos neurônios, unidades funcionais do SN e pela neuroglia, célula de suporte não-neural. Este sistema por sua vez, é dividido em Sistema Nervoso Central (SNC), que é composto pelo Encéfalo e Medula Espinhal e que recebe os estímulos dados

pelo corpo enviando respostas necessárias; e pelo Sistema Nervoso Periférico (SNP) que é constituído pelos nervos cranianos, espinais, gânglios e terminações nervosas⁹.

Quando o SNC é lesionado, existe uma interrupção da transferência que impede a passagem de estímulos e respostas, entretanto suas células trabalham para que haja a regeneração do tecido nervoso e tentam restabelecer as conexões. A medula espinal não se regenera, por motivos ainda desconhecidos, cria-se uma membrana que impede juntamente com o sistema imunológico, o crescimento do axônio em células da glia, entretanto, existem regiões como o cerebelo, hipocampo, sistema olfatório, que podem se regenerar, assim ultrapassando a barreira de lesão imposta¹⁰.

Dentre as diversas maneiras de se lesionar a medula, destaca-se o TRM que em nível de cervical causa tetraplegia, assim acometendo movimentos do nível da lesão para baixo, diante disso, todo o sistema muscular ficará comprometido, já que o cérebro não envia respostas para que os músculos se contraíam, comprometendo vigorosamente o sistema muscular, principalmente os músculos do sistema respiratório, que tem grande importância na sobrevivência humana. Pessoas lesionadas acima do nível C3, necessitam de suporte ventilatório (muitas vezes se tornando dependentes), já que é nesta região que o diafragma é innervado, diante disso, o músculo diafragma perde a capacidade de contração, assim enfraquecendo¹³.

Os músculos intercostais externos e internos, escalenos, esternocleidomastóideo, peitoral menor e serrátil anterior são músculos acessórios da respiração. O principal é o diafragma, já que na inspiração quando ele se contrai, a cúpula é puxada para baixa reduzindo a pressão e trazendo o ar para dentro dos pulmões¹¹. O diafragma é um músculo resistente que demora a ser fadigado, isso ocorre porque 55% de suas fibras são do tipo I oxidativas. A origem de suas fibras musculares é na região lombar, na parte posterior do processo xifóide e nas seis últimas costelas parte costal. Em sua innervação possui neurônios motores alfa que saem das raízes anteriores da medula dos 3º e 5º segmentos cervicais¹⁷. A pleura diafragmática e o diafragma são innervados pelo nervo frênico, porém, uma parte dele e as partes somáticas adjacentes do tórax são innervadas pelos nervos intercostais¹².

O processo de respiração é controlado pelo SNC, no entanto, o SNP é responsável pela parte sensorial e motora do trato respiratório. Os músculos esqueléticos são innervados pelos neurônios motores somáticos, já os músculos lisos cardíacos e glândulas são innervados pelo sistema nervoso autônomo do SNP⁹.

2.2 TRAUMA RAQUIMEDULAR E COMPLICAÇÕES

Em geral, as lesões a medula se dão principalmente por acidentes (45,6%), seguido de quedas (19,6%), violência por arma de fogo (17,8%) e esportes (10,7%). Podem ocorrer por trauma direto a coluna vertebral ou por movimentos abruptos, como exemplo, os decorrentes com a cervical (flexão e extensão) em acidentes automobilísticos¹⁴.

Imediatamente após a lesão, há perda de função dos segmentos, esse fator é conhecido como choque espinhal, que seria a perda abrupta de função decorrente da interrupção dos sinais. A classificação da lesão se dá pelo nível (local da lesão), nível neurológico e a extensão: lesão completa ou incompleta⁵.

As lesões de nível alto, são aquelas que acometem vértebras cervicais, cerca de 51% dos casos, ocasionando **tetraplegia** (quando ocorre lesão completa onde há perda de função sensorial e motora abaixo do nível da lesão) ou **tetraparesia** (onde podem ocorrer esboços de contrações e sensibilidade reflexa). Lesões em nível vertebral C1 a C4 são mais graves, e ocorre perda total de reflexos, comprometimento motor de membros superiores e inferiores, de tronco e dos órgãos pélvicos e o paciente é incapaz de respirar sozinho, pois o nervo frênico que inerva o músculo diafragma encontra-se localizado entre C3 e C5⁵⁻¹⁴.

Lesões de nível baixo são aquelas que acometem região torácica (34,6%) ou lombo-sacra (10,8%) e ocasionam **paraplegia** que se refere à perda total ou parcial das funções de tronco e paralisia total de membros inferiores e há preservação da funcionalidade de membros superiores¹⁴.

Tabela 1 Classificação da Lesão Fonte: Neurologia: Diagnóstico e Tratamento 2ª ed. Pág. 627. Editora Manole, 2016.

LESÃO	DEFINIÇÃO
A COMPLETA	Sem função motora ou sensitiva, incluindo segmentos S4-S5
B INCOMPLETA	Sem função motora, mas com sensibilidade preservada abaixo do nível neurológico, incluindo segmentos S4-S5
C INCOMPLETA	Mais da metade dos músculos abaixo da lesão possui força muscular < grau 3

DINCOMPLETA	Mais da metade dos músculos abaixo da lesão possui força muscular \geq grau 3
E INTACTO	Funções motoras e sensitivas normais

Para classificar o nível neurológico, utiliza-se a escala da **American Spinal Injure Association (ASIA)**, que classifica o paciente de acordo seu tipo de lesão e as condições sensitivas e motoras observadas em 28 pontos de dermatomos bilateral.¹⁵:



Figura 1 Escala ASIA

Fonte:Imagens

2.3 ELETROESTIMULAÇÃO DIAFRAGMÁTICA

Na eletroestimulação usa-se a eletricidade como método terapêutico para promover reações biológicas/fisiológicas, para estimular, fortalecer e alterações metabólicas, assemelhando-se a contrações fisiológicas do músculo. Sobretudo, a

Estimulação Diafrágica Elétrica Transcutânea (EDET) tem como objetivo ativar fibras inativas, assim fortalecendo o músculo e melhorando a função respiratória¹⁷.

As lesões ao nível de cervical são as que mais causam complicações, sendo a maior causa de mortalidade a insuficiência respiratória¹⁵. Baseando nas possíveis complicações e objetivando melhorar a qualidade de vida do paciente, o tratamento necessita da atuação de uma equipe multidisciplinar. Devido o trauma físico, social e psicológico, grande parte dos acometidos tende a depressão. A fisioterapia atua minimizando as contraturas musculares, evitando a perda da amplitude de movimento das articulações, espasticidade, buscando devolver funcionalidade aos membros em que ainda há presença de estímulos.

No caso do tratamento respiratório, devido a disfunção do músculo diafragma, é de fundamental importância a estimulação muscular para recrutamento de fibras. Como o principal objetivo é desenvolver maior independência ao paciente, o ganho respiratório permite ao paciente o desmame da ventilação mecânica, ressaltando que isso só será possível se a lesão for do tipo incompleta quando em cervical, ou abaixo do nível de vértebras cervicais C4¹⁷⁻¹⁸.

Como alternativa de tratamento surge a eletroestimulação, que aplicada na pele sobre uma parte do sistema neuromuscular intacto pode provocar potencial de ação no músculo ou fibras nervosas que são potenciais de ação gerados fisiologicamente. Neste contexto a eletroestimulação diafrágica tende a produzir contração por meio de corrente elétrica, promovendo recrutamento de fibras musculares que estavam inativas. Essa contração muscular é altamente energética e eficiente, considerando-se que ocorre recrutamento de praticamente todas as fibras musculares do diafragma de maneira simultânea¹⁷⁻¹⁸.

A eletroterapia possui características como frequência: que se refere à frequência com que os elétrons passam na corrente, ou seja, o número de pulsos existentes durante um segundo. Largura de pulso: corresponde ao tempo de passagem de elétrons nos tecidos e cronaxia que se refere à largura de pulso mínima necessária para produzir estímulo. Intensidade é a quantidade de elétrons que passa por um condutor. Formato do pulso é a forma da onda que se difere para cada corrente, podem ser¹⁹:

- Onda retangular: Tempo de subida e descida instantâneo;
- Onda triangular: Tempo de subida e descida gradual;
- Onda trapezoidal: Tempo de subida e descida gradual com tempo de sustentação;

- Onda quadrada: Tempo de subida e descida instantâneo;
- Onda senoidal: Tempo de subida e descida gradual.

As correntes são divididas em três tipos:

- Eletroterapia de baixa frequência (1 a 1000Hz), pouca penetração na derme, são eles: Corrente Galvânica, correntes ultra excitantes, correntes exponenciais, FES, TENS e Microcorrentes¹⁹;
- A Eletroterapia de Média frequência (1000 a 100.000Hz) tem capacidade de penetração melhor que a anterior, são elas Corrente interferenciais, Corrente australiana, Corrente Russa¹⁹;
- Eletroterapia de Alta frequência (acima de 100.000Hz), alto poder de penetrar a derme, são eles: Diatermia por ondas-curtas e Diatermia por micro-ondas¹⁹.

A utilização da EE inicia-se ainda no período hospitalar onde o paciente faz utilização da ventilação mecânica invasiva (VMI). Com o objetivo de realizar o desmame ventilatório. MELARÉ et. AL. cita em seu artigo a seguinte tabela como protocolo de aplicação para retirada da VMI²⁰.

Protocolo de Retirada da VMI			
Dias	FES	Nebulização	Frequência
Primeiro dia	30 minutos	10 minutos	2 vezes/dia com repouso músic. ao VM a noite
Segundo dia	30 minutos	15 minutos	2 vezes/dia com repouso músic. ao VM a noite
Terceiro dia	40 minutos	30 minutos	2 vezes/dia com repouso músic. ao VM a noite
Quarto dia	40 minutos	45 minutos	2 vezes/dia com repouso músic. ao VM a noite
Quinto dia	40 minutos	60 minutos	2 vezes/dia com repouso músic. ao VM a noite

Sexto dia	-	120 minutos	2 vezes/dia com repouso múscl. ao VM a noite
Sétimo dia	-	Contínua dia/noite	-

Tabela 2 Aplicação da eletroestimulação

Fonte: MELARÉ et. AL. 2008

Para a EE diafragmática foram utilizados quatro eletrodos, adaptados ao nível do oitavo espaço intercostal nas linhas axilar anterior e média em cada hemitórax do paciente. Com parâmetros²⁰:

PARÂMETROS DA EE - FES	
Tempo de subida	1 segundo
Tempo de contração	1 segundo
Tempo de relaxamento	2 segundos
Largura de pulso	300 milissegundos
Frequência respiratória	Até 20 rpm
Intensidade	60 amperes

Tabela 3 Parâmetros de aplicação do FES

Fonte: MELARÉ et. al 2008

Como resultado, após uma semana de aplicação da eletroestimulação, foi possível a retirada da VMI e adaptação à respiração espontânea com alta do paciente da Unidade de Terapia Intensiva (UTI) após dois dias da retirada da VMI²⁰.

Diversos autores apóiam a aplicação em pontos motores para uma resposta mais eficaz, sendo fixados os eletrodos na linha axilar média, ao nível do 6º, 7º e 8º espaço intercostal – onde as fibras musculares diafragmáticas encontram-se mais superficiais; Na região paraxifóideia – onde o nervo frênico adentra o diafragma e na base lateral do pescoço – para estimular o nervo frênico, além de aplicação sobre o processo xifóide e toracicamente¹⁷⁻²¹. Como protocolo de aplicação adotam¹⁷:

PARÂMETROS DA EE DIAFRAGMÁTICA

Tempo de subida	1 segundo
Tempo de contração	1 segundo
Tempo de relaxamento	2 segundos
Largura de pulso	25 a 30 Hz
Tempo de estimulação	20 minutos
Intensidade	Variável de acordo a sensibilidade do paciente

Tabela 4 Parâmetros utilizados
 Fonte: SILVA E VIEIRA 2009

SILVA e VIEIRA 2009, concluem em seu trabalho que a EE é um recurso válido e eficaz para a estimulação diafragmática, melhorando o metabolismo muscular, a captação de glicose e a reserva de glicogênio, possibilitando desmame mais rápido em pacientes em VM, melhorando a ventilação de pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), melhora na qualidade de vida de pacientes com disfunções diafragmáticas além de sua utilização em pacientes lesados medulares¹⁷. Assim como FERNANDES (2004) afirma que a EE tornou-se mais uma opção na reabilitação de disfunções do diafragma, pois comprovou-se que ela pode ser aplicada de forma segura e fácil obtendo bons resultados na melhora da força e/ou resistência muscular²¹.

Atualmente, já existem estudos que defendem a eficácia da eletroestimulação associada a exercícios respiratórios, SANTOS et. Al. realizou um estudo de aplicação elétrica convencional (FES/marca NEURODYN II) durante 10 sessões. O teste foi realizado com a associação de movimentos inspiração/expiração enquanto o equipamento era disparado manualmente nos pontos motores do músculo diafragma. Primeiramente, antes de posicionar os eletrodos, foi realizada a palpação do músculo abaixo do processo xifóide para certificar-se de que os eletrodos estavam posicionados corretamente e de acordo com a contração do músculo.¹⁸

O paciente foi posicionado em sedestação a 90° e quatro eletrodos foram fixados na região paraxifóidea entre a 7ª e 8ª costela (onde estão localizado os pontos motores do músculo). O estímulo foi dado de maneira transcutânea, no modo FESM (Eletroestimulação funcional/Manual Simulation), onde o terapeuta a cada 2 segundos acionava um botão dando início a estimulação do músculo diafragma com frequência (Fr)

de 60Hz, período de pulso de 250 us, tempo de rampa e descida de 2 segundos e tempo de estimulação de 18 minutos. O que determinava a intensidade era a capacidade de percepção do paciente de lesão incompleta.¹⁸

Quanto aos resultados, a estimulação elétrica associada a exercícios respiratórios foram satisfatórias, já que melhoraram não apenas o padrão ventilatório, mas também sinais vitais manovacuômetria, oximetria, grau de dispnéia e até mesmo o sistema digestivo. O principal objetivo é o fortalecimento e reativação da mecânica respiratória normal e a posição sentada com apoio de membros inferiores a 30° contribuiu significativamente para isso¹⁸.

3 CONCLUSÃO

O presente artigo explana uma revisão sistemática de bibliografia, utilizando de recursos como Google Acadêmico, Scielo, Livros dispostos na Biblioteca Dante Alighieri da Faculdade Metropolitana de Marabá, assim como Livros, Artigos científicos e Dissertações disponíveis em Websites e Bibliotecas virtuais, compreendidos entre os anos 2000 e 2018. Expondo a aplicação e eficácia da Eletroterapia em pacientes lesados medulares.

A eletroestimulação diafragmática é um tema novo que ainda precisa ser bastante explorado em relação a estudos. A eficácia da eletricidade para fins terapêuticos já é comprovada em diversos livros e artigos, no entanto, é necessária a associação com o músculo diafragma em pessoas com comprometimento medular, já que estes, devido ao enfraquecimento dos músculos respiratórios se tornam dependentes da ventilação mecânica. A fisioterapia tem grande importância na melhora desses indivíduos, que através da cinesioterapia e estimulação dos músculos, devolve a independência do paciente lhe proporcionando qualidade de vida.

Reconhecendo os danos do TRM e seu acometimento em todos os sistemas do corpo, o fisioterapeuta tem como recurso diversos equipamentos e técnicas para obtenção de resultados favoráveis a manutenção e qualidade de vida do paciente, dependendo exclusivamente do fisioterapeuta a avaliação cinético-funcional e escolha dos métodos de tratamento. Com base nos estudos sobre a eletroestimulação no músculo diafragma, observa-se que sua utilização tem sido aceita e eficaz, diminuindo consideravelmente a fraqueza da musculatura decorrente do desuso, sendo mais um recurso disponível a ser explorado.

REFERÊNCIAS

- ¹NELSON, Roger M.; HAYES, Karen W.; CURRIER, Dean P. **Eletroterapia Clínica 3ª edição**. Barueri: Editora Manole, 2003.
- ²PRYOR, Jennifer A.; WEBBER, Barbara A. **Fisioterapia para Problemas Respiratórios e Cardíacos 2ª edição**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.
- ³KAHN, Joseph. **Princípios e Prática de Eletroterapia 4ª edição**. São Paulo: Livraria Santos Editora, 2001.
- ⁴MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Diretrizes de Atenção à Pessoa com Lesão Medular**. Brasília-DF, 2013.
- ⁵LUNDY-EKMAN, Laurie. **Neurociência: Fundamentos para a Reabilitação**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
- ⁶SCHENKMAN, Margaret L; BOWMAN, James P.; GISBERT, Robyn K.; BUTLER, Russell B. **Neurociência Clínica e Reabilitação**. São Paulo: Ed. Manole, 2016.
- ⁷CARDOSO, Catheryne C.; SANTOS, Laura S. dos; SCHMIDT, Priscila; FOLMER, Vanderlei. **História da Eletroterapia**. UNIPAMPA, 2011.
- ⁸DÂNGELO, J.G, FATTINI, C.A. **Anatomia Básica dos Sistemas Orgânicos-2ª edição**. Atheneu, 2009
- ⁹KOEPPEN, Bruce M.; STANTON, Bruce A.; **Berne e Levy - Fisiologia**. Rio de Janeiro, Elsevier, 2009.
- ¹⁰DEL BEL, Elaine A. et al. **O Trauma Raquimedular**. *Coluna/Columna*, v. 8, n. 4, p. 441-449, 2009.
- ¹¹P.T WARD Jeremy, W.A LINDEN Roger. **Fisiologia Básica-Guia ilustrado de conceitos fundamentais**. Barueri-SP, 2014.

¹²GAL, Patrícia Liliane Marie et al. **Dor Torácica. Revista de Medicina**, v. 80, n. spe2, p. 341-350, 2001.

¹³DE LIMA, Ana Karolina Pontes. **Fisioterapia na lesão medular**. 2012.

¹⁴ O'SULLIVAN, Susan B; SCHMITZ, Thomas J. **Fisioterapia: Avaliação e Tratamento 5ª ed.** Barueri-SP:Manole, 2010.

¹⁵BERTOLUCCI, Paulo H. F.; FERRAZ, Henrique Ballalai; BARSOTTINI, Orlando G. P.; PEDROSO, José Luiz. **Neurologia: Diagnóstico e Tratamento 2ª ed.**Barueri-SP: Manole, 2016.

¹⁶ KOPCZYNSKI, Marcos Cammarosano. **Fisioterapia em Neurologia**.Barueri-SP: Manole, 2012.

¹⁷SILVA, Elton Geraldo; VIEIRA, Débora. **Estimulação Diafragmática Elétrica Transcutânea na melhora do metabolismo da musculatura respiratória: revisão. Rev MinCi Saúde**, v. 1, n. 1, p. 69-80, 2009.

¹⁸SANTOS, C. M. Ana Paula. **Análise da Função Diafragmática após a Intervenção da Estimulação Elétrica Transcutânea em Pacientes Tetraplégicos**.Programa de Pós Graduação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2009.

¹⁹FREITAS, A. C.; ALMEIDA, A.; LUZ, C. **Recursos eletrotermofototerapêuticos e mecanoterapêuticos**.Preparatório para Residência em Fisioterapia, Ed. Sanar p. 105-133, 2017.

²⁰MELARÉ, R. A.; SANTOS, F. F. Uso da Eletroestimulação Diafragmática no Desmame Ventilatório em Pacientes Lesados Medulares. **Ver. Fac. Ciênc. Méd. Sorocaba**, v. 10, n. 4, 2008.

²¹FERNANDES, G. A. **A Eficácia de um protocolo utilizando a estimulação diafragmática elétrica transcutânea (EDET) sobre a força muscular do diafragma**,

avaliada através da Pimax, e sobre a expansibilidade torácica, verificada através da cirtometria. Monografias do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde Curso de Fisioterapia, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, 2004.