

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOCÊNCIAS E SAÚDE – MESTRADO

**ALESSANDRA LINZMEYER**

**REPERCUSSÕES DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NOS ASPECTOS DA FUNÇÃO  
MUSCULAR DOS ESTABILIZADORES LOMBOPÉLVICOS EM SUBCLASSES DE  
DOR LOMBAR CRÔNICA**

CASCADEL-PR

Fevereiro/2023

**ALESSANDRA LINZMEYER**

**REPERCUSSÕES DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NOS ASPECTOS DA FUNÇÃO MUSCULAR DOS ESTABILIZADORES LOMBOPÉLVICOS EM SUBCLASSES DE DOR LOMBAR CRÔNICA**

DEFESA apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biociências e Saúde – Mestrado, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Biociências e Saúde.

Área de concentração: processo saúde-doença

ORIENTADOR: Prof. Dr. Alberito Rodrigo de Carvalho

CASCADEL-PR

Fevereiro/2023

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Linzmeyer, Alessandra

REPERCUSSÕES DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NOS ASPECTOS DA FUNÇÃO MUSCULAR DOS ESTABILIZADORES LOMBOPÉLVICOS EM SUBCLASSES DE DOR LOMBAR CRÔNICA / Alessandra Linzmeyer; orientador Alberito Rodrigo de Carvalho. -- Cascavel, 2023.

83 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Cascavel) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Programa de Pós-Graduação em BioCiências e Saúde, 2023.

1. Dor lombar crônica. 2. Estimulação elétrica neuromuscular. 3. Músculos multifídeos. 4. Fenômenos Biomecânicos. I. Rodrigo de Carvalho, Alberito, orient. II. Título.

## RESUMO

A dor lombar crônica (DLC) é uma síndrome com alta prevalência global que compromete negativamente a capacidade funcional dos pacientes. Embora a estimulação elétrica neuromuscular (EENM) promova a otimização da função muscular, seu papel na reabilitação de pacientes com DLC é pouco explorado e controverso. Assim, o objetivo geral desse estudo foi explorar as repercussões induzidas pela EENM nos aspectos da função muscular em subclasses de voluntários com DLC. Para tanto, conduziu-se uma revisão sistemática para investigar os efeitos da EENM em aspectos da função muscular da região lombopélvica em indivíduos com DLC e um estudo quase-experimental contrabalanceado com o objetivo de explorar os ajustes imediatos de diferentes correntes para EENM, no ponto de maior intensidade autorrelatada suportada (MIAS), nas mudanças da espessura muscular dos múltifidos (MU) em subclasses de pessoas com DLC. A revisão sistemática utilizou 10 bases de dados para a busca por meio da combinação abrangente de descritores que atendessem a pergunta da investigação. Concluímos que a EENM apresentou efeitos positivos na otimização dos aspectos da função muscular em indivíduos com dor lombar crônica. Porém, os métodos empregados são muito heterogêneos, o que impossibilitou a realização da análise quantitativa. Para explorar os ajustes imediatos da EENM, 40 voluntários, tanto sem dor lombar quanto com diagnóstico clínico de DLC estratificados quanto ao risco de mau prognóstico, sendo baixo, médio e alto risco, foram expostos a quatro modalidades de EENM, sendo duas correntes de média frequência, como a corrente Aussie (CA) e a corrente Russa (CR), e uma corrente de baixa frequência, a estimulação elétrica funcional (FES), com duas durações de fase distintas, e foram avaliados a maior intensidade autorrelatada suportada (MIAS), as mudanças da espessura muscular dos MU e o nível de desconforto em relação as correntes. Nos resultados não foram encontradas diferenças significativas entre as correntes de baixa e média frequência, contudo, a MIAS da CA foi mais baixa que as correntes FES; não houve efeito quanto à espessura, e a contração voluntária máxima se mostrou superior à EENM. Concluímos que a MIAS pelo paciente é capaz de induzir aumento da espessura dos MU, não havendo diferença quanto ao risco de mau prognóstico para DLC, porém ficando abaixo da contração voluntária. Com base nos achados dos dois artigos produzidos, observamos que a EENM é potencialmente capaz de induzir mudanças nos aspectos da função muscular, embora parâmetros dosimétricos ainda sejam um problema a ser resolvido.

**Palavras-Chave:** Estimulação elétrica. Dor Lombar. Fenômenos Fisiológicos. Fenômenos Biomecânicos. Monitorização Fisiológica.

## ABSTRACT

### REPERCUSSIONS OF ELECTRICAL STIMULATION ON ASPECTS OF MUSCLE FUNCTION OF LUMBOPELVIC STABILIZERS IN CHRONIC LOW BACK PAIN SUBCLASSES

Chronic low back pain (CLBP) is a highly prevalent global syndrome that negatively affects the functional capacity of patients. Although neuromuscular electrical stimulation (NMES) promotes muscle function optimization, its role in the rehabilitation of patients with CLBP is understudied and controversial. Thus, the overall objective of this study was to explore the repercussions induced by NMES on muscle function aspects in subclasses of volunteers with CLBP. To do so, a systematic review was conducted to investigate the effects of NMES on aspects of lumbopelvic muscle function in individuals with CLBP, and a quasi-experimental counterbalanced study was carried out to explore the immediate adjustments of different NMES currents at the point of maximum self-reported supported intensity (MSSI) in the changes of multifidus muscle (MU) thickness in subclasses of individuals with CLBP. The systematic review utilized 10 databases for the search, using a comprehensive combination of descriptors that addressed the research question. We concluded that NMES had positive effects on optimizing aspects of muscle function in individuals with chronic low back pain. However, the methods employed were highly heterogeneous, which precluded quantitative analysis. To explore the immediate adjustments of NMES, 40 volunteers, both without low back pain and with a clinical diagnosis of CLBP stratified by risk of poor prognosis (low, medium, and high risk), were exposed to four NMES modalities: two medium-frequency currents, such as Aussie current (CA) and Russian current (CR), and one low-frequency current, functional electrical stimulation (FES), with two different phase durations. They were evaluated for maximum self-reported supported intensity (MSSI), changes in MU muscle thickness, and discomfort level related to the currents. The results showed no significant differences between low and medium-frequency currents; however, the MSSI of CA was lower than that of the FES currents. There was no effect on muscle thickness, and maximum voluntary contraction was superior to NMES. We concluded that patient-reported MSSI is capable of inducing an increase in MU muscle thickness, with no difference in the risk of poor prognosis for CLBP, but remaining below maximum voluntary contraction. Based on the findings of the two articles produced, we observed that NMES has the potential to induce changes in muscle function aspects, although dosimetric parameters still pose a problem to be resolved.

**Keywords:** Electrical Stimulation. Low Back Pain. Physiological Phenomena. Biomechanical Phenomena. Physiological Monitorin

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Modelo teórico conceitual esquemático que embasa as hipóteses do estudo.....	19
<b>Figura 1</b> – (Artigo 1) Fluxograma da pesquisa na literatura e os critérios de seleção.....	35
<b>Figura 2</b> – (Artigo 1) Representação dos achados de risco de viés, analisados via ROB2, de acordo com o estudo e dimensão.....	40
<b>Figura 1</b> – (Artigo 2) Posicionamento do voluntário durante o teste de contração voluntária máxima dos MU.....	52
<b>Figura 2</b> – (Artigo 2) Representação esquemática da sequência de acionamento dos canais e da disposição dos pares de eletrodos.....	55
<b>Figura 3</b> – (Artigo 2) Ilustração da mensuração da espessura do multífido lombar em L2-S1 de um dos voluntários.....	56
<b>Figura 4</b> – (Artigo 2) Estatística descritiva para os dados de intensidade da corrente de acordo o risco de mau prognóstico (A) e a modalidade de indução à contração (B).....	58
<b>Figura 5</b> – (Artigo 2) Estatística descritiva para os dados de espessura muscular normalizada pelo repouso de acordo com o tipo de contração induzida segundo o risco de mau prognóstico (A) e quanto ao tipo de contração induzida (B).....	59
<b>Figura 6</b> – (Artigo 2) Estatística descritiva para os dados de espessura muscular normalizada pelo repouso de acordo com o risco de mau prognóstico e quanto ao tipo de contração induzida voluntária (não) ou por meio da corrente (sim).....	60
<b>Figura 7</b> – Estatísticas descritiva e inferencial para os dados de EVA de acordo com o tipo de contração induzida segundo o risco de mau prognóstico (A), quanto ao tipo de contração induzida (B) e quanto à idade (C).....	61

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – (Artigo 1) Síntese dos estudos incluídos.....	37
<b>Tabela 2</b> – (Artigo 1) Dosimetria da EENM.....	39
<b>Tabela 1</b> – (Artigo 2) Parâmetros de configuração para as diferentes modalidades de corrente.....	53
<b>Tabela 2</b> – (Artigo 2) Dados de caracterização da amostra (valores de média e desvio padrão).....	57

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>AR</b>	Grupo dor lombar crônica: alto risco
<b>BR</b>	Grupo dor lombar crônica: baixo risco
<b>CA</b>	Corrente Aussie
<b>CR</b>	Corrente Russa
<b>DE</b>	Densidade da estimulação
<b>DLC</b>	Dor lombar crônica
<b>EENM</b>	Estimulação elétrica neuromuscular
<b>EIPS</b>	Espinha ilíaca póstero-superior
<b>EVA</b>	Escala visual analógica
<b>FES</b>	Estimulação elétrica funcional
<b>FES2</b>	Estimulação elétrica funcional 200 $\mu$ s
<b>FES5</b>	Estimulação elétrica funcional 500 $\mu$ s
<b>IE</b>	Intensidade da estimulação
<b>IMC</b>	Índice de massa corporal
<b>MIAS</b>	Maior intensidade autorrelatada suportada
<b>MR</b>	Grupo dor lombar crônica: risco médio
<b>MU</b>	Músculos multífidos
<b>OI</b>	Músculo oblíquo interno
<b>SBST</b>	<i>STarT Back Screening Tool</i>
<b>TR</b>	Total de repetições
<b>TrA</b>	Músculo transverso abdominal
<b>VAS</b>	Velocidade autosselecionada
<b>VC</b>	Volume de carga
<b>VOC</b>	Velocidade ótima de caminhada



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>8</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	8
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	8
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>9</b>
3.1 DOR LOMBAR CRÔNICA: DEFINIÇÃO, EPIDEMIOLOGIA, CONTEXTO SOCIAL E ABORDAGENS DIAGNÓSTICAS.....	9
3.2 PREJUÍZOS FUNCIONAIS E NEUROMUSCULARES DECORRENTES DA DOR LOMBAR CRÔNICA	12
3.3 REABILITAÇÃO PARA PACIENTES COM DOR LOMBAR CRÔNICA E ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR.....	14
3.4 MODELO HIPOTÉTICO DO ESTUDO .....	16
<b>4. MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>23</b>
<b>5. ARTIGO 1 (Publicado: Linzmeyer <i>et al.</i> BrJP, v. 5, n. 2, p. 161-7, 2022) .....</b>	<b>29</b>
<b>6. ARTIGO 2 .....</b>	<b>44</b>
<b>CONCLUSÃO GERAL DA DISSERTAÇÃO.....</b>	<b>68</b>
<b>APÊNDICE I.....</b>	<b>69</b>
<b>APÊNDICE II.....</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICE III.....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXO I.....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXO II.....</b>	<b>80</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A dor lombar crônica (DLC) é uma síndrome com alta prevalência global, de etiologia multifatorial (O'SULLIVAN, 2005; CHOU *et al.*, 2007), e com impactos negativos na capacidade funcional (CARVALHO *et al.*, 2015). Os prejuízos funcionais decorrentes da DLC podem ser tanto de ordem mecânica (LAMOTH *et al.*, 2006; HUANG *et al.*, 2011) quanto metabólica (CARVALHO *et al.*, 2016). No Brasil, estima-se que a prevalência de pacientes entre 20 e 59 anos com DLC é de cerca de 19,6% (MEUCCI *et al.*, 2015).

A DLC é uma das principais causas de incapacidade (VOS *et al.*, 2015), desencadeando, entre outras coisas, desajustes nas propriedades biomecânicas e fisiológicas dos músculos da região lombopélvica com conseqüente redução da capacidade de gerar força. Isso justifica, pressupostamente, em parte, a diminuição da capacidade física-funcional (BERTOR *et al.*, 2013).

Outro achado comum entre aqueles que sofrem de DLC é a alteração anatomofuncional dos músculos multífidos lombares (MU), os quais estão entre os estabilizadores mais atuantes na coluna lombar (KIM *et al.*, 2017; GOUBERT *et al.*, 2016). A possível causa dessas alterações é o reflexo de inibição, em que um estímulo aferente nociceptivo oriundo de um foco de lesão tecidual impede a ativação voluntária do músculo, provocando fraqueza e contribuindo para o prejuízo nos aspectos da função muscular (RICHARDSON *et al.*, 2011).

Do ponto de vista da reabilitação física, restaurar a capacidade estabilizadora dos músculos profundos da região lombopélvica está entre os objetivos de reabilitação mais enfatizados (AKHTAR *et al.*, 2017; NIEDERER *et al.*, 2020). Os músculos lombopélvicos profundos são classificados como músculos locais, já que se mantêm ativos durante qualquer movimento, independente da direção em que o movimento se faça, e cuja função principal é a de promover a estabilidade articular (RICHARDSON *et al.*, 2011). Em contrapartida, músculos denominados como globais são multiarticulares e são responsáveis por movimentos específicos; em condições normais, os músculos globais se mantêm ativos apenas durante as tarefas que requeiram sua contração (RICHARDSON *et al.*, 2011). Músculos como os transversos do abdômen (TrA) e os MU são considerados músculos locais e, em decorrência da DLC, perdem ou reduzem sua capacidade estabilizadora, forçando os músculos globais, que funcionalmente não são destinados à estabilização, a permanecerem

hipervigilantes pelo aumento sustentado do tônus para suprir a função estabilizadora deficitária. Corroborando, esse estado hipervigilante é reconhecido como fonte de dor (XU *et al.*, 2021; KAMESWARAN *et al.*, 2021; VAN DIEËN *et al.*, 2017).

Uma estratégia de reabilitação é a EENM, que, apesar de não ser recomendada pelas diretrizes de tratamento para DLC (FOSTER *et al.*, 2018; GEORGE *et al.*, 2021), tem se mostrado útil em vários estudos para interromper a inibição reflexa, aumentando a estabilização articular, a força, o tônus e o trofismo muscular (MUKAINO *et al.*, 2014; METTLER *et al.*, 2017; PELEGRINI *et al.*, 2019). Sendo a inibição reflexa dos MU uma sequela decorrente da DLC, suprimir esse ciclo vicioso entre dor e inibição reflexa por meio da EENM parece lógico. Contudo, o estado da arte em relação ao emprego da EENM para reabilitar pacientes com DLC não sustenta o seu uso na prática clínica (ALRWAILY *et al.*, 2019; ATLI *et al.*, 2020; TORI *et al.*, 2021; GEORGE *et al.*, 2021). Especula-se que a carência de informações sobre dois pontos centrais relativos à EENM e DLC possam explicar a falta de evidência para o uso da EENM na reabilitação física de pacientes com DLC, sendo eles: i) o pobre entendimento sobre dosimetria da EENM; ii) o impacto dos diferentes níveis de contribuição dos fatores psicossociais na capacidade de resposta dos pacientes com DLC à EENM.

Para promover adaptações biopositivas nos aspectos da função muscular, um estímulo deve ser capaz de quebrar a homeostase para gerar uma contrarregulação e, dessa forma, ampliar a capacidade do sistema para responder às sobrecargas externas impostas pela demanda funcional (IMPELLIZZERI *et al.*, 2019). Por isso, os ajustes da intensidade e do volume do estímulo são fundamentais para se obter doses adequadas para aprimorar a função.

Presume-se que uma possível razão para a ausência de resultados positivos da EENM entre os sofreadores de DLC esteja no fato que a intensidade da corrente tolerada por esses pacientes, em decorrência das alterações no tráfego das informações dolorosas que reduz a tolerância à dor e amplifica a experiência dolorosa (MAFFIULETTI *et al.*, 2018), não seja capaz de impôr sobrecarga suficiente para induzir adaptações nos músculos. Corroborando, no estudo de Sions e colaboradores (2019) os autores mostram que a intensidade da corrente autosseleccionada por voluntários com DLC nem sempre produziu encurtamento dos MU, o que foi confirmado por imagens ultrassonográficas; porém, intensidades mais altas foram capazes de produzi-las.

Embora muitas abordagens de reabilitação física tentem explicar a evolução clínica de pacientes com DLC pela sua base biomédica, que é focada nos desarranjos estruturais e/ou biológicos (RICHARDSON *et al.*, 2011; KIM *et al.*, 2017; GOUBERT *et al.*, 2016; WATTANANON *et al.*, 2019), tem crescido o corpo de evidências que colocam as abordagens biopsicossociais em evidência (HARTVIGSEN *et al.*, 2018; CRUZ *et al.*, 2020; GEORGE *et al.*, 2021; BONFIM *et al.*, 2021), considerando a forte contribuição dos aspectos psicossociais para a promoção e manutenção do quadro álgico no contexto da DLC (PINCUS *et al.*, 2002; LACEY *et al.*, 2012; PILZ *et al.*, 2014; LUDWING *et al.*, 2019; HALLEGRAEFF *et al.*, 2020). Devido à heterogeneidade sintomatológica entre os que sofrem de DLC e a repercussão negativa gerada pelos fatores psicossociais na evolução clínica desses pacientes, classificá-los em relação ao risco para desenvolver mau prognóstico pode melhor evidenciar os efeitos da reabilitação física para aquelas variáveis que compõem o espectro etiológico multidimensional da DLC (PILZ *et al.*, 2014; O’SULLIVAN, 2005; LUDWING *et al.*, 2019).

Por conseguinte, acreditamos ser pertinente explorar os efeitos imediatos nos aspectos da função muscular decorrentes do uso da EENM direcionada aos MU lombares de voluntários com DLC estratificados em classes segundo o risco de mau prognóstico, visando evidenciar não só as diferenças entre os níveis distintos de mau prognóstico, mas se mudanças estruturais e fisiológicas dos MU são acompanhadas de mudanças nos aspectos psicossociais.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Explorar os efeitos induzidos pela EENM nos aspectos da função muscular em subclasses de voluntários com DLC.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Conduzir uma revisão sistemática para investigar os efeitos da EENM em aspectos da função muscular da região lombopélvica em pessoas com DLC;
- Explorar os ajustes imediatos de diferentes correntes para EENM, no ponto de maior intensidade autorrelatada suportada (MIAS), nas mudanças da espessura muscular dos MU em subclasses de voluntários com DLC estratificados segundo o risco de mau prognóstico.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 DOR LOMBAR CRÔNICA: DEFINIÇÃO, EPIDEMIOLOGIA, CONTEXTO SOCIAL E ABORDAGENS DIAGNÓSTICAS

A dor lombar é definida pela presença de dor entre as margens inferiores das últimas costelas e as pregas glúteas, e pode ser acompanhada por dor em uma ou ambas as pernas (HARTIVGSEN *et al.*, 2018). Ao contrário do que se costuma pensar, os termos “aguda” e “crônica” determinam apenas o tempo de duração da dor, e não sua intensidade ou complexidade. Assim, a dor lombar é classificada como aguda quando os sintomas duram de 0 a 6 semanas, subaguda quando a dor dura entre 6 e 12 semanas e crônica quando a dor persiste ou recorre por mais de 12 semanas (KOES *et al.*, 2006).

Ainda, a dor lombar é considerada a principal causa de incapacidade no mundo (VOS *et al.*, 2020) e acomete todas as faixas etárias, desde crianças até idosos (HARTIVGSEN *et al.*, 2018). Apesar de ser incomum na primeira década de vida, período compreendido entre 0 e 10 anos, sua prevalência aumenta de forma considerável durante a adolescência e seu pico ocorre na meia-idade, período compreendido entre 40 e 69 anos, diminuindo progressivamente a partir dos 70 anos (HOY *et al.*, 2012). A dor lombar é mais comum em mulheres do que homens em todas as faixas etárias (HARTIVGSEN *et al.*, 2018; HOY *et al.*, 2012). Ela possui um curso natural favorável, com redução esperada da dor e incapacidade em semanas, porém, a taxa de recorrência dentro de um ano é alta e os fatores psicossociais podem influenciar negativamente o curso da dor lombar, e os resultados do tratamento podendo desempenhar um papel importante na transição da dor lombar aguda para DLC e na persistência da dor (HALLEGRAEFF *et al.*, 2020; STEVANS *et al.*, 2021).

A procura daqueles com sequelas de DLC por tratamento especializado aumenta a cada dia, especialmente porque a DLC atinge principalmente a população em idade economicamente ativa, sendo uma das mais importantes causas de absenteísmo (STEFANE *et al.*, 2013). A demanda em hospitais e clínicas ocasiona um aumento nos recursos e na quantidade de tempo gastos com cuidados com a saúde, gerando ônus para os cofres públicos e privados. Esses custos podem ser tanto diretos (atendimentos médicos, fisioterapêuticos) quanto indiretos (dias perdidos

de trabalho e perda de produtividade). Os gastos excessivos, e por vezes desnecessários, com procedimentos não resolutivos está aumentando rapidamente e provavelmente é impulsionado pelo aumento no número de cirurgias. Com isso, a DLC é vista como um problema de saúde pública com importância clínica, social e econômica que afeta a população indiscriminadamente e que deve ser manejada de maneira efetiva (STEFANE *et al.*, 2013; MENDONÇA *et al.*, 2021).

Em relação a sua etiologia, a DLC pode ser classificada em específica ou inespecífica. Na DLC específica é possível identificar uma causa da dor, quando os sintomas são causados por um mecanismo fisiopatológico, por exemplo: hérnia de disco, infecção, artrite reumatóide, fratura ou tumor. Por sua vez, em cerca de 90% dos casos, a DLC é classificada como inespecífica, não sendo possível determinar com clareza as causas dos sintomas (KOES *et al.*, 2006). Alguns fatores podem explicar a dificuldade para se estabelecer diagnóstico preciso, como, por exemplo, a baixa acurácia da maioria dos testes e recursos diagnósticos utilizados na prática clínica, dificultando a identificação precisa da fonte de dor, e a característica multifatorial da DLC, pela associação de diferentes fatores e não por um único fator isolado (HARTVIGSEN *et al.*, 2018; FOSTER *et al.*, 2018).

Conceitualmente, a dor é definida pela Associação Internacional de Estudo da Dor (IASP) como “uma experiência sensorial e emocional desagradável associada, ou semelhante à associada, com dano tecidual real ou potencial” (RAJA *et al.*, 2020). Porém, historicamente, o ensino da saúde no ocidente foi baseado no modelo biomédico, estritamente a partir de um ponto de vista estrutural/biológico. Esse modelo assume que uma doença ou disfunção de saúde é unicamente devida às alterações físicas e/ou biológicas, ignorando a influência de fatores psicológicos e sociais (MEYER *et al.*, 2006).

O uso do modelo biopsicossocial no manejo da DLC foi proposto pela primeira vez na década de 80 e, atualmente, sua aplicação na avaliação e tratamento da DLC é fortemente recomendada pelas diretrizes clínicas. Desta forma, o manejo da DLC deve ser centrado na pessoa, considerando-se os diferentes aspectos que podem influenciar sua experiência dolorosa (HARTVIGSEN *et al.*, 2018).

Sabendo que a DLC pode ser complexa e de difícil resolução, conhecer os fatores que favorecem a cronificação da dor é fundamental para que possamos agir sobre eles, a fim de evitar que a cronificação aconteça. Além disso, identificar os

pacientes com mau prognóstico nos ajuda a triar quais pacientes necessitam de um programa de tratamento mais intensivo (CRUZ *et al.*, 2020).

Porém, há uma incompatibilidade entre os níveis de incapacidade de pacientes com DLC observado em testes objetivos com o nível de incapacidade autorrelatado por meio de questionários. Estudos que compararam pacientes com DLC com indivíduos sem dor, encontraram que o desempenho da caminhada não foi influenciado estatisticamente pela DLC e pelo nível de incapacidade autorrelatado, mas que houve correlação entre o grupo DLC e o nível de incapacidade autorrelatado (CARVALHO *et al.*, 2017; CARVALHO *et al.*, 2019). Esses achados reforçam a sugestão de que aspectos psicossociais contribuem significativamente para o quadro clínico e que existe uma possível ligação entre esses fatores psicossociais e as mudanças fisiológicas que levam a recorrência do quadro doloroso (CARVALHO *et al.*, 2017).

A abordagem da DLC segundo o modelo biopsicossocial vem ganhando relevância, visto que diferentes fatores físicos e psicossociais contribuem para a cronificação do quadro clínico (CRUZ *et al.*, 2020). Estudos mostraram que fatores como a percepção do paciente sobre a resolução dos sintomas de dor lombar, a relação do paciente com outras doenças, a dificuldade de enfrentamento da doença, a falta de confiança em si próprio, a catastrofização e sintomas depressivos têm alta repercussão no prognóstico da dor lombar (AIRAKSINEN *et al.*, 2006; PINCUS *et al.*, 2002; CRUZ *et al.*, 2020).

Por conseguinte, Hill e colaboradores (2008) desenvolveram um questionário, o *STarT Back Screening Tool* (SBST), posteriormente validado para versão brasileira, pelo qual é possível quantificar o impacto dos fatores psicossociais, com ou sem a presença de fatores físicos-funcionais, no prognóstico do paciente com DLC, e classificar se este paciente tem um alto, médio ou baixo risco para desenvolver mau prognóstico da doença (PILZ *et al.*, 2018).

Em um estudo com mais de cinco mil pacientes que investigou fatores que favoreciam a cronificação da dor lombar, foi encontrada uma associação positiva entre a pontuação do SBST com o risco de desenvolvimento de dor lombar crônica. Quando comparados com os pacientes classificados como baixo risco, os pacientes classificados como médio e, principalmente, alto risco, tinham mais chance de desenvolver DLC (STEVANS *et al.*, 2021). Desse modo, o SBST pode ser uma ferramenta bastante útil, já que o risco de mau prognóstico aumenta em proporção ao



aumento da contribuição dos fatores psicossociais (PILZ *et al.*, 2018; STEVANS *et al.*, 2021).

### **3.2 PREJUÍZOS FUNCIONAIS E NEUROMUSCULARES DECORRENTES DA DOR LOMBAR CRÔNICA**

As sequelas causadas pela DLC desencadeiam desajustes nas propriedades biomecânicas e fisiológicas dos músculos da região lombopélvica, com consequente redução da capacidade de gerar força muscular (VOS *et al.*, 2015). Esta é uma das vertentes que pode explicar, em parte, o prejuízo na capacidade de estabilização da coluna vertebral e a queda da capacidade física-funcional (BERTOR *et al.*, 2013).

O sistema estabilizador da coluna pode ser dividido em três subsistemas: 1) a coluna vertebral; 2) os músculos espinais; e 3) a unidade de controle neural. A estabilidade da coluna vertebral lombar depende da interação complexa desses três subsistemas. Distúrbios em um ou mais desses três mecanismos de estabilização favorecem a movimentação dos segmentos espinais fora de sua amplitude fisiológica de movimento, causando dano tecidual e o início da dor lombar (PANJABI, 1992, 2003).

Funcionalmente os músculos podem ser classificados como locais ou globais. Na região lombopélvica, o sistema muscular local engloba os músculos intrínsecos, que têm sua origem ou inserção nas vértebras lombares e são responsáveis por controlar a rigidez e a relação intervertebral dos segmentos vertebrais, além da postura dos segmentos lombares. Os MU e o TrA fazem parte do sistema local e estão entre os estabilizadores mais atuantes da coluna lombar. Os fascículos profundos do MU geralmente abrangem um único segmento e estão estrategicamente posicionados para fornecer *feedback* proprioceptivo proveniente da coluna lombar. Em contraste, os fascículos intermediários podem ter um papel no controle do movimento intersegmental, enquanto os fascículos superficiais são capazes de fornecer torque significativo em uma direção cranio-caudal (RUSSO *et al.*, 2018; KIM *et al.*, 2017). Já o sistema global é composto pelos músculos do tronco, que são anatomicamente maiores e mais superficiais, não possuem inserção direta nas vértebras e atravessam múltiplos segmentos. Fazem parte desse sistema o oblíquo interno, oblíquo externo,

reto abdominal, as fibras laterais do quadrado lombar e as porções torácicas do iliocostal lombar (RICHARDSON *et al.*, 2011).

Alterações anatomofuncionais nos MU são achados comuns entre aqueles que sofrem de DLC (GOUBERT *et al.*, 2016). Há evidências da ocorrência de infiltração de gordura e atrofia uni ou bilateral dos MU e o mecanismo que levaria a isso pode estar relacionado ao reflexo de inibição, sendo que a ocorrência dessas alterações parece ser proporcional à duração dos sintomas (RUSSO *et al.*, 2018). No reflexo de inibição, um estímulo aferente nociceptivo oriundo de um foco de lesão tecidual impede a ativação voluntária do músculo, provocando fraqueza e contribuindo para o prejuízo nos aspectos da função muscular (RICHARDSON *et al.*, 2011).

A inatividade funcional pode causar atrofia seletiva das fibras musculares do tipo II e alterações estruturais nas fibras do tipo I dos MU, diminuindo a capacidade de controlar a zona neutra, que corresponde à amplitude fisiológica de movimento do segmentar (RICHARDSON *et al.*, 2011). Esta atrofia perpetua o *feedback* inibitório e instala um ciclo que começa com dor na região lombar, acompanhada do reflexo de inibição do MU que, em seguida, apresenta atrofia e substituição do tecido muscular por gordura. Entretanto, a diminuição da dor não resulta necessariamente na retomada da função normal desse músculo (RUSSO *et al.*, 2018; RICHARDSON *et al.*, 2011).

Em complemento, alguns estudos também observaram uma diminuição da ativação do músculo TrA na DLC, sugerindo que a disfunção desse músculo poderia determinar perda do suporte da coluna lombar resultando no aumento do estresse e da sobrecarga para as articulações e ligamentos (SONGJAROEN *et al.*, 2021).

Especificamente para a região lombar, sugere-se que, em posição ortostática neutra, tanto os componentes passivos quanto musculares da coluna ajam de forma sinérgica para proporcionar uma distribuição adequada das cargas mecânicas (KIEFER *et al.*, 1998). Há relatos que dois terços da rigidez muscular, na região lombar, seja devido à atividade do MU, especialmente do segmento L4-L5 e, por isso, qualquer disfunção nesse grupamento muscular pode causar prejuízos no controle da estabilidade (EBENBICHLER *et al.*, 2001).

Em um estudo que buscou comparar os padrões de ativação e investigar mudanças no início dos tempos de ativação dos músculos eretores espinhais lombares, MU lombar e glúteo máximo entre indivíduos saudáveis e pacientes com DLC durante movimento de extensão do quadril em decúbito dorsal, indicou-se que o

início da ativação do MU bilateral foi atrasado nos indivíduos com DLC (SUEHIRO *et al.*, 2015). No trabalho de Wong e colaboradores (2012), as diferenças no controle dos músculos do tronco e quadril entre pacientes com DLC e indivíduos saudáveis foram investigadas por meio da EMG durante a fase de flexão e extensão do tronco após longo período na posição ortostática. No grupo da DLC, os músculos extensores lombares foram ativados antes do músculo glúteo máximo, e essa relação se inverteu nos grupos saudáveis (WONG *et al.*, 2012).

Além disso, nos pacientes com DLC, a proteção excessiva da coluna devido ao medo de se movimentar acaba gerando um estado de hipervigilância. Esse excesso de proteção gera consequências como: aumento da atividade dos músculos globais do tronco levando a uma maior co-contracção, principalmente em atividades de baixa intensidade; recrutamento tardio dos músculos profundos em relação aos superficiais; ativação precoce dos músculos abdominais superficiais; menor variabilidade de recrutamento muscular e de cinemática do tronco e utilizam estratégias motoras diferentes após o desenvolvimento da DLC (VAN DIEËN *et al.*, 2017).

### **3.3 REABILITAÇÃO PARA PACIENTES COM DOR LOMBAR CRÔNICA E ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR**

Existem diferentes diretrizes clínicas fornecendo recomendações para a avaliação e o tratamento da dor lombar e, durante as últimas décadas, foram feitas mudanças nas principais recomendações das diretrizes de prática clínica. Atualmente, maior ênfase é colocada no autogerenciamento e em terapias físicas e psicológicas, e menor ênfase é dada aos tratamentos farmacológicos e cirúrgicos (FOSTER *et al.*, 2018).

Do ponto de vista da reabilitação, recomenda-se atividades gradativas ou programas de exercícios direcionados para recuperação da função e prevenção do agravamento da incapacidade. Porém, uma vez que não existem evidências mostrando que uma forma de exercício é superior à outra, há uma dificuldade em se estabelecer protocolos de tratamento eficientes. Tendo em vista que fatores comportamentais, psicológicos e sociais aumentam o risco de cronificação e costumam estar associados a piora da incapacidade, as diretrizes recomendam o uso do modelo biopsicossocial e encorajam a implementação de tratamentos ativos, que

abordem os fatores psicossociais e foquem na melhora da função (HARTIVGSEN *et al.*, 2018; FOSTER *et al.*, 2018).

Outra modalidade de reabilitação é a EENM que, apesar de não estar entre as terapias propostas nas diretrizes de tratamento, tem se mostrado útil em interromper a inibição reflexa do músculo e conseqüentemente aumentando a estabilização articular, a força, o tônus e o trofismo muscular (MUKAINO *et al.*, 2014; METTLER *et al.*, 2017; PELEGRINI *et al.*, 2019).

A EENM envolve a aplicação de uma série de estímulos elétricos intermitentes à superfície dos músculos através de eletrodos posicionados próximos ao ponto motor, com o objetivo principal de desencadear contrações por meio da ativação dos ramos nervosos intramusculares. A EENM é considerada uma aproximação biomecânica dos impulsos elétricos biológicos reais, sendo utilizada em diferentes populações com os objetivos de manter, restaurar ou melhorar a função neuromuscular (MAFFIULETTI *et al.*, 2018; DE OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Os parâmetros utilizados na EENM incluem: i) frequência – geralmente definida entre 50 e 70 Hz; ii) pulso, pode ser monofásico ou bifásico; iii) formato de onda em padrões geométricos; iv) duração do pulso, geralmente entre 1 e 1000  $\mu$ s, mas na maioria das vezes de 100 a 400  $\mu$ s; v) ciclo de trabalho/duração da contração muscular, pela estimulação intermitente, tendo um tempo *on* e um tempo *off*; vi) e intensidade, que é ajustada de acordo com a tolerância do indivíduo (MARTINBIANCO *et al.*, 2018).

Para a estimulação entregue distribuir melhor a corrente, faz-se necessário que o tamanho e o posicionamento dos eletrodos seja adequado de forma a recrutar um maior número de unidades motoras, gerar uma contração muscular eficiente e reduzir o desconforto durante a sessão. Além disso, o aumento gradual da intensidade é recomendado para ativar mais fibras musculares e otimizar a contração (MARTINBIANCO *et al.*, 2018; MAFFIULETTI *et al.*, 2018).

De forma similar aos exercícios voluntários para ganho de força, existe uma relação entre a intensidade da contração muscular eletricamente induzida e o efeito na função muscular, sendo que, na maior parte dos casos, a efetividade da EENM está diretamente relacionada ao grau de tensão muscular induzido (DE OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Uma conclusão comum à maioria das revisões sistemáticas sobre a eficácia da EENM é a diversidade e a falta de consenso nos protocolos. De forma associada,

também deve-se levar em conta a heterogeneidade da resposta individual à EENM consequente aos diferentes fatores fisiológicos e metodológicos em relação à magnitude da força evocada (MAFFIULETTI *et al.*, 2018).

Sabendo disso, uma das hipóteses para a EENM não apresentar boas evidências para o tratamento da DLC é que nem sempre a intensidade empregada chega a gerar contração muscular. Em um estudo que explorou os efeitos da intensidade da EENM nos MU, observou-se que 37 mA de intensidade garantiu o espessamento do músculo, mas que menos de 50% dos participantes autosselecionaram essa amplitude, geralmente a intensidade autosselecionada ficou abaixo dessa intensidade. Então, guiar a intensidade apenas nos níveis tolerados pelos pacientes pode resultar em níveis subterapêuticos de EENM, e tolerar altas intensidades pode exceder a espessura do MU além da causada pela contração voluntária (SIONS *et al.*, 2019).

Sendo a finalidade da reabilitação por meio da EENM otimizar os aspectos da função muscular, deve-se considerar que a resposta do músculo esquelético à corrente elétrica terapêutica depende dos parâmetros específicos do estímulo elétrico (BELLEW *et al.*, 2012; SCOTT *et al.*, 2009). Em um treinamento tradicional por exercícios, a carga externa, definida como a sobrecarga imposta pela relação entre intensidade e o volume do estímulo, é um parâmetro determinante para gerar adaptação muscular (IMPELLIZZERI *et al.*, 2019).

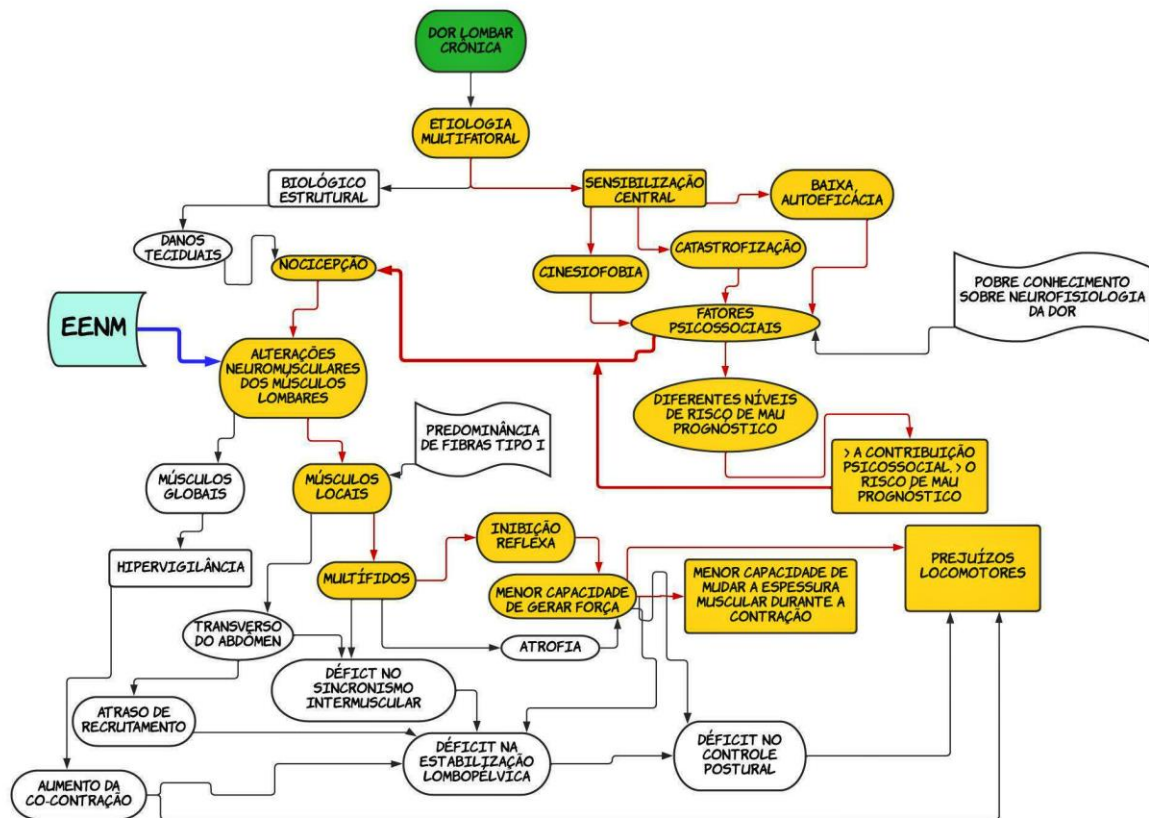
Levando em conta as características funcionais e histomorfológicas do MU relacionadas à resistência de força, os estudos que utilizaram a EENM nessa região não parecem apresentar parâmetros dosimétricos que respeitem o princípio da especificidade de treinamento (ALRWAILY *et al.*, 2019; COGHLAN *et al.*, 2011; DIMER *et al.*, 2019; BATISTELLA *et al.*, 2020). Parece haver uma lacuna na literatura que estabeleça uma relação clara entre a carga externa da EENM capaz de induzir adaptações neuromusculares, a exemplo do que acontece com o exercício.

### **3.4 MODELO HIPOTÉTICO DO ESTUDO**

Considerando o risco de desenvolver mau prognóstico do paciente, levando em conta os fatores biopsicossociais, e que a EENM facilita contração dos MU em pacientes com DLC, a hipótese desse estudo é que quanto maior o risco de mau

prognóstico para DLC, menor a intensidade de corrente máxima tolerável autorreportada, com conseqüente limitação nos níveis de força/tensão evocados, independente das características da corrente empregada.

O modelo conceitual teórico, na sua forma esquemática, que dá base para as hipóteses do estudo pode ser visualizado na figura 1.



**Figura 1:** Modelo teórico conceitual esquemático que embasa as hipóteses do estudo. Os elementos amarelos conduzidos pelas setas em vermelho, com fluxo unidirecional, representam o mecanismo etiológico da dor lombar crônica que induz aos prejuízos nas variáveis de desfechos. O elemento em azul e a seta de mesma cor representam a intervenção aplicada no estudo e o ponto em hipotético que essa intervenção afeta as variáveis de desfecho.

**Legenda:** Estimulação elétrica neuromuscular (EENM).

Com base no modelo teórico conceitual, as hipóteses do estudo foram:

*Hipóteses do artigo relativo aos ajustes imediatos induzidos pela EENM:*

- quanto maior o risco de mau prognóstico para DLC, menor a intensidade de corrente autorreferida máxima tolerável (MIAS);
- quanto maior o risco de mau prognóstico para DLC haverá limitação nos ajustes imediatos de força/tensão evocada com menor capacidade de mudanças da

espessura muscular dos MU, independentemente das características da corrente utilizada.

## **4. MÉTODOS**

Para responder aos objetivos gerais, o presente estudo foi dividido em dois artigos independentes, correspondentes aos objetivos específicos, cada qual com metodologia própria.

Nesse tópico apresentamos os métodos gerais da dissertação.

### **Métodos para o artigo de revisão sistemática**

O primeiro estudo se tratou de uma revisão sistemática que investigou os efeitos da EENM em aspectos da função muscular da região lombopélvica em indivíduos com DLC. Utilizou 10 bases de dados para a busca por meio da combinação abrangente de descritores que atendessem à pergunta da investigação. Os critérios de seleção com base na estratégia PICOT foram: população – indivíduos com dor lombar crônica (específica e/ou não específica); intervenção – EENM; desfechos – potência e resistência muscular de paravertebrais e/ou abdominais. A seleção dos artigos foi feita por dois revisores independentes.

Os métodos dos artigos experimentais estão descritos na sequência e os detalhes particulares de cada estudo serão apresentados nos respectivos artigos.

### **Métodos do artigo relativo aos ajustes imediatos**

#### **Participantes e ética do estudo**

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos (parecer nº: 4.059.690). Todos os voluntários assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido em duas vias, ficando uma de posse do voluntário e a outra do pesquisador.

A amostra foi composta por voluntários sem queixa de dor musculoesquelética e por voluntários com diagnóstico clínico de DLC, encaminhados ao Centro de Reabilitação Física da UNIOESTE (CRF-UNIOESTE). Os voluntários recrutados



foram de ambos os sexos, com idade entre 18 e 59 anos, e aqueles com DLC foram estratificados pelo risco de mau prognóstico segundo a SBST (PILZ *et al.*, 2014), em grupo baixo risco (BR), grupo médio risco (MR) e grupo alto risco (AR).

Para inclusão no grupo de DLC os voluntários deveriam: a) ser fisicamente inativos (caracterizados como aqueles que não atendem ao mínimo de 150 minutos semanais, como preconizado pelas diretrizes de atividade física) (THIEVEL *et al.*, 2018) com relato de dor lombar persistente ou intercorrente há mais de três meses; b) dor lombar, com características físicas compatíveis com etiologia mecânica de acordo com as diretrizes de avaliação e tratamento propostas pelo American College of Physicians e pelo American Pain Society (CHOU *et al.*, 2007). Para atender aos critérios para inclusão no grupo sem queixa musculoesquelética os voluntários deveriam: a) ser fisicamente inativos (caracterizados como aqueles que não atendem ao mínimo de 150 minutos semanais, como preconizado pelas diretrizes de atividade física); b) não ter queixa de dor musculoesquelética em tronco e membros inferiores no último ano.

Os critérios de não inclusão e exclusão foram: a) história de cirurgia na coluna; b) gravidez; c) intensidade de dor no momento do teste e no repouso, medida pela escala visual analógica (EVA), maior que seis; f) sintomas de doenças agudas, tais como gripes e resfriados.

## **Procedimentos metodológicos**

As coletas aconteceram no Laboratório de Avaliação Biodinâmica Integrativa do Movimento Humano do curso de Fisioterapia da UNIOESTE e nas dependências do Centro de Reabilitação Física, do campus de Cascavel/PR. Inicialmente, os voluntários foram esclarecidos quanto aos objetivos e procedimentos da pesquisa e, posteriormente, convidados a fornecer seu consentimento para participação nesta.

### *Triagem*

Na triagem foi realizada uma entrevista para registrar o histórico físico, funcional e sociodemográfico dos voluntários, bem como suas medidas antropométricas. Foram registradas as seguintes medidas e informações: idade

(anos), massa corporal (kg), estatura (m), comprimento dos membros inferiores (m), sexo, índice de massa corporal (IMC).

A avaliação de triagem para DLC seguiu uma ficha elaborada com questões sistematizadas e já em uso nas atividades de pesquisa do Grupo de Estudos em Reabilitação Fisioterapêutica com Ênfase em Biodinâmica Integrativa (ReFEBI).

Nesse momento, aplicou-se a *STarT Back Screening Tool* (SBST). Esse questionário é composto por nove questões, sendo as quatro primeiras relacionadas às dores referidas, disfunções e comorbidades e as cinco últimas relacionadas às dimensões psicossociais (PILZ *et al.*, 2014). Inicialmente, o voluntário respondeu as nove questões, sendo que nas oito primeiras as opções de resposta são “concordo”, valendo um ponto, ou “discordo”, valendo zero ponto. Para a nona questão há cinco opções de respostas: “nada; pouco; moderada” valendo zero ponto e “muito; extremamente” valendo um ponto. Se o escore final for entre 0 e 3, o participante foi estratificado como tendo um baixo risco de desenvolver mau prognóstico. Para escores finais maiores que 3, levou-se então em consideração o escore obtido pela soma das respostas das questões de 5 a 9, relativas aos aspectos psicossociais. Se esse último escore estiver entre 0 e 3, o voluntário foi estratificado como risco moderado de desenvolver mau prognóstico. Se o escore for maior que 3, então foi estratificado como um alto risco de desenvolver mau prognóstico.

#### *Avaliação da espessura muscular basal em condição de repouso e de contração voluntária*

Foi realizada a avaliação ultra-sonográfica basal dos músculos MU bilateralmente por avaliadores previamente treinados para tal. Os voluntários foram posicionados em prono e faixas estabilizadoras foram ajustadas nas regiões de quadris, coxas e pernas para propiciar estabilidade ao voluntário durante os testes ativos. Um total de três imagens pares de repouso/contração foram salvas e arquivadas na avaliação basal, em ambos os lados da coluna, e armazenadas para análise posterior (WILSON *et al.*, 2016).

### *Avaliação da espessura muscular em contração induzida por EENM*

Após a avaliação basal relativa às espessuras dos músculos MU, foram realizadas novas medidas ultrassonográficas em condição de EENM na MIAS. A MIAS correspondeu ao momento no tempo em que, segundo a percepção da tolerância do voluntário, a intensidade da corrente atingiu o máximo suportado.

Para a aplicação das diferentes modalidades correntes de EENM, foi utilizado o eletroestimulador Neurodyn Multicorrentes (Ibramed®, Amparo/SP, Brasil), que é multicanal e possui as três modalidades de corrente de interesse para esse estudo, corrente Aussie (CA), corrente Russa (CR) e eletroestimulação funcional (FES); e permite que estas sejam configuradas manualmente.

Antes de receber a EENM, todos os voluntários foram familiarizados com as correntes e foram instruídos a expressar verbalmente quando experimentassem a primeira sensação da corrente, bem como quando percebessem que a corrente tivesse atingido a MIAS. A corrente utilizada para a familiarização foi sempre a primeira corrente sorteada para o voluntário. A cada aumento de intensidade, o pesquisador perguntava ao voluntário sobre a sua percepção frente à corrente até que fosse identificada a MIAS.

Nas rodadas válidas, após a familiarização, o protocolo seguido foi idêntico para todas as configurações de corrente. Ao se atingir a MIAS, a intensidade, em mA, foi registrada e o arquivamento da imagem foi realizado.

Em complemento, a cada registro de imagem o voluntário graduou verbalmente a intensidade dolorosa experimentada pela escala analógica de dor de 0 a 10, sendo "0" ausência de dor e "10" a pior dor possível. Ao final de toda a intervenção, o voluntário foi solicitado a graduar as quatro correntes da mais confortável para a menos confortável.

## REFERÊNCIAS

- AIRAKSINEN, O. *et al.* Chapter 4 European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain, **European Spine Journal**, v. 15, n. S2, p. s192–s300, 2006.
- AKHTAR, Muhammad Waseem; KARIMI, Hossein; GILLANI, Syed Amir. Effectiveness of core stabilization exercises and routine exercise therapy in management of pain in chronic nonspecific low back pain: A randomized controlled clinical trial. **Pakistan Journal of Medical Sciences**, v. 33, n. 4, 2017.
- ALRWAILY, Muhammad *et al.* Stabilization exercises combined with neuromuscular electrical stimulation for patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial, **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 23, n. 6, p. 506–515, 2019.
- ATLI, E. *et al.* Does neuromuscular electrical stimulation have an effect on disability, pain, abdominal and lumbar muscle thickness in chronic low back pain?, **Gait & Posture**, v. 81, p. 13–14, 2020.
- BATISTELLA, Carla Elis *et al.* Effects of the Russian current in the treatment of low back pain in women: A randomized clinical trial. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 24, n. 2, p. 118–122, 2020.
- BELLEW, James W.; BEISWANGER, Zach; FREEMAN, Erica; GAERTE, Carrie; TRAFTON, Jane. Interferential and burst-modulated biphasic pulsed currents yield greater muscular force than Russian current. **Physiotherapy Theory and Practice**, v. 28, n. 5, p. 384–390, 2012.
- BERTOR, Welds Rodrigo Ribeiro *et al.* Subclassificação da lombalgia crônica e nível de incapacidade: efeito no desempenho funcional e força muscular, **ConScientiae Saúde**, v. 12, n. 4, p. 563–571, 2013.
- BONFIM, Igor da Silva *et al.* “Your spine is so worn out” – the influence of clinical diagnosis on beliefs in patients with non-specific chronic low back pain – a qualitative study’, **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 25, n. 6, p. 811–818, 2021.
- CARVALHO, Alberito Rodrigo de *et al.* Nonspecific chronic low back pain and incapacity level: influence of walking performance, **Revista Dor**, v. 18, n. 2, 2017.
- CARVALHO, Alberito Rodrigo de; ANDRADE, Alexandro ; PEYRÉ-TARTARUGA, Leonardo Alexandre. Possible changes in energy-minimizer mechanisms of locomotion due to chronic low back pain - a literature review, **Revista Brasileira de Reumatologia (English Edition)**, v. 55, n. 1, p. 55–61, 2015.
- CARVALHO, Alberito Rodrigo *et al.* Chronic low back pain and walking speed: effects on the spatiotemporal parameters and in gait variability, **Brazilian Journal Of Pain**, v. 2, n. 4, 2019.

CARVALHO, Alberito Rodrigo; RIBEIRO BERTOR, Welds Rodrigo; BRIANI, Ronaldo Valdir; *et al*, Effect of Nonspecific Chronic Low Back Pain on Walking Economy: An Observational Study. **Journal of Motor Behavior**, v. 48, n. 3, p. 218–226, 2016.

CHOU, Roger; QASEEM, Amir; SNOW, Vincenza; *et al*. Diagnosis and Treatment of Low Back Pain: A Joint Clinical Practice Guideline from the American College of Physicians and the American Pain Society. **Annals of Internal Medicine**, v. 147, n. 7, p. 478, 2007.

COGHLAN, S.; CROWE, L.; MCCARTHYPERSSON, U.; *et al*. Neuromuscular electrical stimulation training results in enhanced activation of spinal stabilizing muscles during spinal loading and improvements in pain ratings. **2011 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society**, 2011.

CRUZ, Eduardo B.; CANHÃO, Helena; FERNANDES, Rita; *et al*. Prognostic indicators for poor outcomes in low back pain patients consulted in primary care. **PLOS ONE**, v. 15, n. 3, p. e0229265, 2020.

DE OLIVEIRA, Pedro Ferreira Alves; DURIGAN, João Luiz Quagliotti; MODESTO, Karenina Arrais Guida; BOTTARO, Martim; BABAULT, Nicolas. Neuromuscular fatigue after low- and medium-frequency electrical stimulation in healthy adults. **Muscle & Nerve**, [S. l.], v. 58, n. 2, p. 293–299, 2018.

DIMER, Da Luz R.; DA SILVA Santos, M.; STEFFEN evaldt, A.; *et al*. Neuromuscular electrical stimulation associated with core stability exercises in nonspecific postural low back pain: a randomized clinical trial. **Muscle Ligaments and Tendons Journal**, v. 09, n. 03, p. 446, 2019.

EBENBICHLER, Gerold R. *et al*. Sensory-motor control of the lower back: implications for rehabilitation, **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 33, n. 11, p. 1889–1898, 2001.

FOSTER, Nadine E. *et al*. Prevention and treatment of low back pain: evidence, challenges, and promising directions, **The Lancet**, v. 391, n. 10137, p. 2368–2383, 2018.

GEORGE, Steven Z. *et al*. Interventions for the Management of Acute and Chronic Low Back Pain: Revision 2021, **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 51, n. 11, p. CPG1–CPG60, 2021.

GOUBERT D; OOSTERWIJCK JV; MEEUS M; DANNEELS L. Structural Changes of Lumbar Muscles in Non-specific Low Back Pain: A Systematic Review. **Pain physician**, v. 19, n. 7, 2016.

HALLEGRAEFF, Joannes M *et al*. State anxiety improves prediction of pain and pain-related disability after 12 weeks in patients with acute low back pain: a cohort study, **Journal of Physiotherapy**, v. 66, n. 1, p. 39–44, 2020.

HARTVIGSEN, Jan; HANCOCK, Mark J; KONGSTED, Alice; *et al.* What low back pain is and why we need to pay attention. **The Lancet**, v. 391, n. 10137, p. 2356–2367, 2018.

HOY, Damian *et al.* A systematic review of the global prevalence of low back pain, **Arthritis & Rheumatism**, v. 64, n. 6, p. 2028–2037, 2012.

HUANG, Yun Peng; BRUIJN, Sjoerd M.; LIN, Jian Hua; *et al.* Gait adaptations in low back pain patients with lumbar disc herniation: trunk coordination and arm swing. **European Spine Journal**, v. 20, n. 3, p. 491–499, 2011.

IMPELLIZZERI, Franco M.; MARCORA, Samuele M.; COUTTS, Aaron J. Internal and External Training Load: 15 Years On, **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 14, n. 2, p. 270–273, 2019.

KAMESWARAN, Ramana *et al.* Efficacy of lumbar bracing strategies and hollowing exercise for lumbar degenerative disease, **Turkish Journal of Physiotherapy and Rehabilitation**, v. 32, n. 3, p. 473 – 478, 2021.

KIEFER, A.; SHIRAZI-ADL, A.; PARNIANPOUR, M., Synergy of the human spine in neutral postures, **European Spine Journal**, v. 7, n. 6, p. 471–479, 1998.

KIM, Si-Hyun; PARK, Kyue-Nam ; KWON, Oh-Yun, Pain intensity and abdominal muscle activation during walking in patients with low back pain, **Medicine**, v. 96, n. 42, p. e8250, 2017.

KOES, B W; VAN TULDER, M. W.; THOMAS, S. Diagnosis and treatment of low back pain. **BMJ**, v. 332, n. 7555, p. 1430–1434, 2006.

LACEY, R. J.; BELCHER, J. ; CROFT, P. R., Does life course socio-economic position influence chronic disabling pain in older adults? A general population study, **The European Journal of Public Health**, v. 23, n. 4, p. 534–540, 2012.

LAMOTH, Claudine J. C. *et al.* Effects of chronic low back pain on trunk coordination and back muscle activity during walking: changes in motor control, **European Spine Journal**, v. 15, n. 1, p. 23–40, 2005.

MAFFIULETTI, Nicola A. *et al.* Clinical Use of Neuromuscular Electrical Stimulation for Neuromuscular Rehabilitation: What Are We Overlooking?, **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 99, n. 4, p. 806–812, 2018.

MARTIMBIANCO, Ana Luiza C *et al.* Neuromuscular electrical stimulation (NMES) for patellofemoral pain syndrome, **Cochrane Database of Systematic Reviews**, 2017.

MENDONÇA, Alysson Geraldo *et al.* Custos diretos da dor lombar em hospitais financiados pelo Sistema Único de Saúde, **Rev. Pesqui. Fisioter**, p. 181–189, 2021.

METTLER, Joni A. *et al.* Neuromuscular Electrical Stimulation and Anabolic Signaling in Patients with Stroke, **Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases**, v. 26, n. 12, p. 2954–2963, 2017.

MEUCCI, Rodrigo Dalke; FASSA, Anaclaudia Gastal ; FARIA, Neice Muller Xavier, Prevalence of chronic low back pain: systematic review, **Revista de Saúde Pública**, v. 49, n. 0, 2015.

MEYER, Patrícia Froes; COSTA, Íris do Céu Clara; GICO, Vânia de Vasconcelos, Ciências sociais e fisioterapia: uma aproximação possível, **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 13, n. 4, p. 877–890, 2006.

MUKAINO, M; ONO, T; SHINDO, K; *et al.* Efficacy of brain-computer interface-driven neuromuscular electrical stimulation for chronic paresis after stroke. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 46, n. 4, p. 378–382, 2014.

NIEDERER, Daniel *et al.* Motor Control Stabilisation Exercise for Patients with Non-Specific Low Back Pain: A Prospective Meta-Analysis with Multilevel Meta-Regressions on Intervention Effects, **Journal of Clinical Medicine**, v. 9, n. 9, p. 3058, 2020.

O’SULLIVAN, Peter. Diagnosis and classification of chronic low back pain disorders: Maladaptive movement and motor control impairments as underlying mechanism. **Manual Therapy**, v. 10, n. 4, p. 242–255, 2005.

PANJABI, Manohar M. Clinical spinal instability and low back pain, **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 13, n. 4, p. 371–379, 2003.

PELEGRINI, Ana Claudia Aparecida; GASOTO, Eduardo; BUSSOLARO, Jean Marcos; *et al.* The analgesic action of Aussie current in women with non-specific chronic lumbar pain. **International Journal of Therapy and Rehabilitation**, v. 26, n. 7, p. 1–10, 2019.

PILZ, Bruna; VASCONCELOS, Rodrigo A.; MARCONDES, Freddy B.; *et al.* The Brazilian version of STarT Back Screening Tool - translation, cross-cultural adaptation and reliability. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 18, n. 5, p. 453–461, 2014.

PINCUS, Tamar *et al.* A Systematic Review of Psychological Factors as Predictors of Chronicity/Disability in Prospective Cohorts of Low Back Pain, **Spine**, v. 27, n. 5, p. E109–E120, 2002.

RAJA, Srinivasa N. *et al.* The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises, **Pain**, v. 161, n. 9, p. 1976–1982, 2020.

RICHARDSON, Carolyn; HODGES, Paul. W.; HIDES, Julie. **Fisioterapia para estabilização lombopélvica**. São Paulo: Phorte Editora, 2011.

RUSSO, Marc *et al.* Muscle Control and Non-specific Chronic Low Back

Pain, **Neuromodulation: Technology at the Neural Interface**, v. 21, n. 1, p. 1–9, 2018.

SCOTT, Wayne; CAUSEY, James; MARSHALL, Tara. Comparison of maximum tolerated muscle torques produced by 2 pulse durations. **Physical therapy**, v. 89, n. 8, p. 851–857, 2009.

SIONS, J. M. *et al.* Exploring neuromuscular electrical stimulation intensity effects on multifidus muscle activity in adults with chronic low back pain: an ultrasound imaging–informed investigation. **Clinical Medicine Insights: Arthritis and Musculoskeletal Disorders**, v. 12, p. 1–9, 2019.

SONGJAROEN, Sranya *et al.* Combined neuromuscular electrical stimulation with motor control exercise can improve lumbar multifidus activation in individuals with recurrent low back pain, **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, 2021.

STEFANE, Thais *et al.* Dor lombar crônica: intensidade de dor, incapacidade e qualidade de vida, **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 26, n. 1, p. 14–20, 2013.

STEVANS, Joel M. *et al.* Risk Factors Associated With Transition From Acute to Chronic Low Back Pain in US Patients Seeking Primary Care, **JAMA Network Open**, v. 4, n. 2, p. e2037371, 2021.

SUEHIRO, T. *et al.* Individuals with chronic low back pain demonstrate delayed onset of the back muscle activity during prone hip extension. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 25, n. 4, p. 675–680, ago. 2015.

THIVEL, David *et al.* Physical Activity, Inactivity, and Sedentary Behaviors: Definitions and Implications in Occupational Health, **Frontiers in Public Health**, v. 6, 2018.

TORI, Fernanda S., *et al.* Neuromuscular Electrical Stimulation and Spinal Segmental Stabilization in Individuals with Non-Specific Low Back Pain- Randomized Clinical Trial. **Jounal Yoga & Physio**, v. 8, n. 5, p. 97-101, 2021.

VAN DIEËN, Jaap H.; FLOR, Herta ; HODGES, Paul W. Low-Back Pain Patients Learn to Adapt Motor Behavior With Adverse Secondary Consequences, **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 45, n. 4, p. 223–229, 2017.

VOS, Theo *et al.* Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 301 acute and chronic diseases and injuries in 188 countries, 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013, **The Lancet**, v. 386, n. 9995, p. 743–800, 2015.

WATTANANON, Peemongkon *et al.* Lumbar Multifidus and Erector Spinae Muscle Synergies in Patients with Nonspecific Low Back Pain During Prone Hip Extension: A Cross-sectional Study, **PM&R**, v. 11, n. 7, p. 694–702, 2019.



WILSON, Anita *et al.* Measuring ultrasound images of abdominal and lumbar multifidus muscles in older adults: A reliability study, **Manual Therapy**, v. 23, p. 114–119, 2016.

WONG, N.E., *et al.* Neuromuscular strategies for lumbopelvic control during frontal and sagittal plane movement challenges differ between people with and without low back pain. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, 2013; 23, 1317–1324.

XU, Changming; FU, Zhiwei; WANG, Xueqiang. Effect of Transversus abdominis muscle training on pressure-pain threshold in patients with chronic low Back pain, **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, v. 13, n. 1, 2021.

## 5. ARTIGO 1 (Publicado: Linzmeyer *et al.* BrJP, v. 5, n. 2, p. 161-7, 2022)

### EFEITO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR NA FUNÇÃO MUSCULAR EM PACIENTES COM DOR LOMBAR CRÔNICA: REVISÃO SISTEMÁTICA

#### RESUMO

A estimulação elétrica neuromuscular (EENM) é um dos recursos que pode ser utilizado no tratamento de pacientes com dor lombar crônica. É possível que questões relacionadas aos parâmetros de estimulação possam afetar os resultados obtidos com o uso dessas correntes. Portanto, o objetivo deste estudo foi investigar os efeitos da EENM em aspectos da função muscular da região lombopélvica em indivíduos com dor lombar crônica. Este estudo se trata de uma revisão sistemática que utilizou 10 bases de dados para a busca por meio da combinação abrangente de descritores que atendessem à pergunta da investigação. Os critérios de seleção com base na estratégia PICOT foram: população – indivíduos com dor lombar crônica (específica e/ou não específica); intervenção – EENM; desfechos – alterações musculares de paravertebrais e/ou abdominais (potência e resistência muscular). A seleção dos artigos foi feita por dois revisores independentes que elaboraram as ferramentas para extração dos dados. Ao todo, quatro artigos foram incluídos nesta revisão. Em três deles, houve aumento significativo de força e resistência muscular, assim como da área de secção transversa muscular no grupo que recebeu EENM, em relação ao controle. Concluímos que a EENM apresentou efeitos positivos na otimização dos aspectos da função muscular em indivíduos com dor lombar crônica. Porém, os métodos empregados são muito heterogêneos, o que impossibilitou a realização da análise quantitativa.

**Descritores:** Dor lombar; Musculoesquelético; Terapia por estimulação elétrica.

#### INTRODUÇÃO

A dor lombar crônica (DLC) se caracteriza por perda funcional, dor ou desconforto localizados na região abaixo da última costela e acima da crista ilíaca na região lombossacral que possui duração a partir de três meses (BAHNS *et al.*, 2021; BATISTELLA *et al.*, 2020). Na área urbana de São Paulo, observou-se prevalência de indivíduos com dor lombar (DL) de 48,1% (GONZALEZ *et al.*, 2011) e a prevalência de dor crônica no Brasil foi apontada em 45,59%, variando entre 23,02% a 76,17% (AGUIAR *et al.*, 2021). A DLC é considerada uma das maiores causas de limitações e afastamentos de atividades laborais, tornando-a não apenas uma doença de grande relevância clínica, mas também econômica. Como é uma condição multifatorial, em mais de 85% dos casos a DLC não possui causa específica (BAHNS *et al.*, 2021;

FRIZZIERO *et al.*, 2021) e seu tratamento é comumente multidisciplinar, envolvendo uma combinação de terapias como farmacoterapia e fisioterapia, sendo também indicados exercícios físicos para ganho de potência e resistência dos músculos do tronco, exercícios aeróbicos e aquáticos para ganho de mobilidade e controle de movimentos, entre outros (GEORGE *et al.*, 2021; BARDIN *et al.*, 2017)

Atualmente, há evidências da ocorrência de infiltração de gordura e atrofia uni ou bilateral dos multífidos em indivíduos com DLC. O mecanismo que levaria a isso pode estar relacionado a um cenário de inibição muscular artrogênica e sua ocorrência parece ser proporcional à duração dos sintomas, porém de difícil reversão (RUSSO *et al.*, 2018). Também se observou diminuição da ativação dos multífidos e transversos do abdômen na DLC, disfunção que determina perda do suporte da coluna lombar, aumento do estresse e carga nas articulações e nos ligamentos localizados na região lombar (SONGJAROEN *et al.*, 2021). Revisões sistemáticas sugerem que intervenções que promovem co-contração dos músculos transversos do abdômen e multífido são eficazes tanto na melhora da função quanto no alívio dos sintomas relacionados à DLC, o que pode ser um fenômeno mecânico local ou por vias centrais de analgesia (FERREIRA *et al.*, 2006; VAN *et al.*, 2000). Estudos dão suporte ao uso de treinamento de resistência e estabilização muscular para a redução dos níveis de dor nesses pacientes (GEORGE *et al.*, 2021; IBRAHIM *et al.*, 2008).

Uma das formas de treinamento muscular que promove aumento da força é a estimulação elétrica neuromuscular (EENM), que consiste na aplicação externa de uma corrente elétrica que excita o nervo e provoca contração involuntária muscular (BATISTELLA *et al.*, 2020). A EENM é frequentemente utilizada em casos de lesões do sistema osteomuscular ou pós-cirúrgicos, podendo também ser uma importante ferramenta no tratamento de pacientes com DLC. Porém, por ser uma corrente que pode ser desconfortável, muitas vezes é ajustada de acordo com a tolerância do paciente, o que não necessariamente reflete a intensidade necessária para se produzir contração e, conseqüentemente, ganhos musculares (ALMEIDA *et al.*, 2019).

Em um treinamento tradicional por exercícios, a carga externa (definida como a sobrecarga imposta pela relação entre intensidade e o volume do estímulo) é um parâmetro determinante para gerar adaptação muscular (IMPELLIZZERI *et al.*, 2018). Levando em conta as características funcionais e histomorfológicas dos músculos estabilizadores lombopélvicos relacionadas à resistência de força, os parâmetros dosimétricos deveriam respeitar o princípio da especificidade de treinamento para

induzir benefícios musculares. Apesar de não apresentar vantagem no ganho de força se comparada ao exercício voluntário (DEHAIL *et al.*, 2008), a EENM é útil em fases iniciais de reabilitação ou em indivíduos com grande incapacidade motora (BOSQUES *et al.*, 2016; CHUGHTAI *et al.*, 2016). Assim, faz-se importante analisar na literatura os efeitos do uso da EENM em pacientes com DLC com sua padronização a fim de garantir seus efeitos sobre a força muscular. Portanto, o objetivo deste estudo foi investigar os parâmetros da EENM na otimização dos aspectos da função muscular da região lombopélvica em portadores de DLC.

## CONTEÚDO

Trata-se de uma revisão sistemática embasada no estatuto PRISMA que utilizou as seguintes bases de dados: Pubmed, CINAHL, Cochrane, Embase, Scopus, *Web of Science*, Livivo, LILACS, PsycINFO e *Google Scholar*. A busca eletrônica ocorreu entre junho e julho de 2021 e fez uso dos seguintes descritores: “Dor lombar crônica”, “Estimulação elétrica neuromuscular”, “Estabilização do core” e “Força muscular”, acrescidos dos operadores booleanos (“E” e “OU”), também foram usados os mesmos termos em inglês e espanhol. Foram buscados os termos nos títulos e resumos dos artigos. Estudos publicados em inglês, português e espanhol foram considerados, sem restrição em relação ao ano de publicação.

Para formular os critérios de seleção, foi utilizada a estratégia PICO. Portanto, para serem incluídos nesta revisão, os estudos deveriam: ter utilizado como amostras indivíduos com DLC (a partir de três meses, independentemente de ser específica ou não) de qualquer idade ou sexo; usado EENM como intervenção; ter avaliado desfechos musculares de função de paravertebrais e/ou abdominais, tanto potência quanto resistência; e ter apresentado comparação com algum tipo de grupo controle (sem terapia ou placebo) ou terapia alternativa. Foram excluídos: estudos que avaliaram DL aguda, estudos experimentais, transversais, sem grupo controle, observacionais, capítulos de livros, registros de ensaio clínicos randomizados e estudos que não avaliassem desfechos musculares ou que fornecessem dados incompletos.

Para a seleção de estudos e coleta dos resultados, inicialmente se utilizou um *software* gerenciador de referência (EndNote Web®, Thomson Reuters) que

permitiu a exclusão inicial das referências duplicadas. Em seguida, elas foram importadas para o Rayyan QCRI® (Qatar Computing Research Institute), que foi utilizado para verificar novamente a duplicidade de referências e realizar o processo de análise dos estudos. Dois revisores independentes realizaram uma leitura com caráter exploratório de todos os títulos e resumos, permitindo assim observar se eles atendiam aos critérios da pesquisa. Na etapa seguinte, os artigos selecionados foram lidos na íntegra e novamente classificados. Divergências entre os revisores foram resolvidas por um terceiro revisor. Por fim, os estudos incluídos tiveram os registros das informações extraídos em tabelas elaboradas pelos próprios pesquisadores com a finalidade de ordenar e sumarizar as informações encontradas. Os dados coletados foram: país; características e quantitativo da amostra; intervenções; grupo(s) comparativo(s); variável relacionada à força (resistência ou potência); dosimetria relativa à corrente; número de sessões, séries e contrações; desfechos musculares analisados; e resultados.

Para calcular a carga externa através da EENM, foram adaptados os cálculos de controle de carga utilizados no treino de musculação. Para isso, utilizou-se a terminologia já proposta (IMPELLIZZERI *et al.*, 2018; MARSTON *et al.*, 2017), em que o volume da carga (VC) é o produto da intensidade multiplicado pelo número de repetições (a intensidade da EENM aqui substituiria a massa de resistência); o total de repetições (TR) é o produto do número de séries multiplicado pelo número de repetições (repetições = número de contrações); e a intensidade da estimulação (IE) seria calculada pelo resultado do volume da carga dividido pelo número de repetições. A densidade da estimulação (DE) foi obtida pelo resultado do volume dividido pela duração da estimulação.

$VC = \text{intensidade} * \text{número de repetições}$

$TR = \text{número de séries} * \text{número de repetições}$

$IE = VC / \text{número de repetições}$

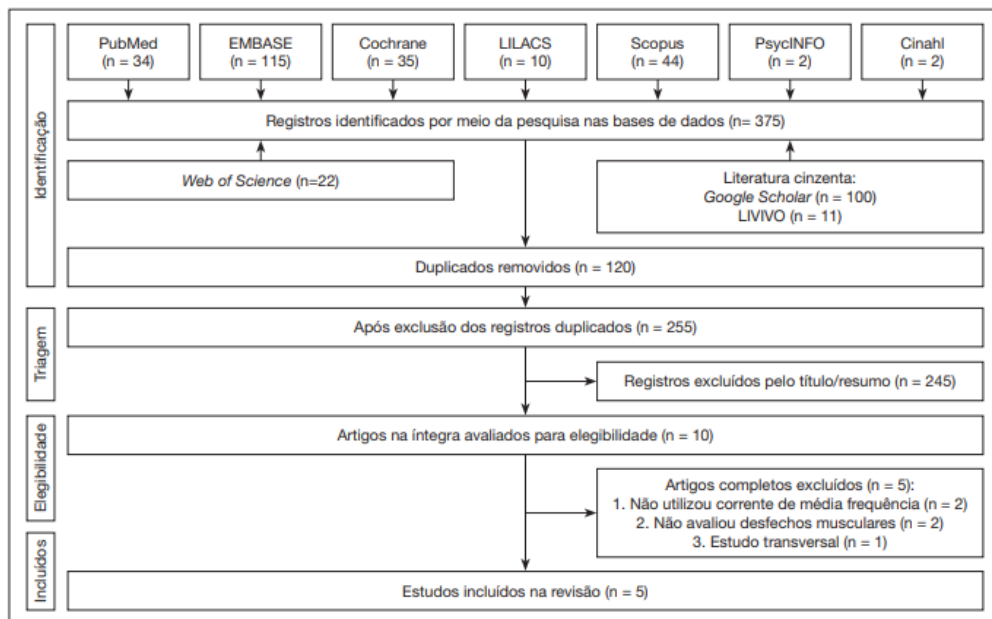
$DE = VC / \text{duração da estimulação}$

Para analisar o risco de viés, foi utilizado o instrumento ROB2®, no qual cinco dimensões foram analisadas (processo de aleatorização, desvios das intervenções previstas, dados de resultados ausentes, medidas dos resultados e seleção de resultados relatados), sendo que a pontuação no sistema é gerada em: baixo risco,

alguns riscos e alto risco. Dessa forma, são apresentadas de forma automática para as dimensões e como resultado geral.

## RESULTADOS

Após a realização das estratégias de busca definitiva em todas as bases de dados, 375 registros foram encontrados e 255 permaneceram após remoção das duplicatas. Seguindo essa etapa, 245 estudos foram removidos após leitura do título e resumo, 10 artigos foram analisados na íntegra e quatro foram incluídos na presente revisão. Todo o processo de busca e seleção dos estudos foi apresentado por meio de um fluxograma (Figura 1).



**Figura 1:** Fluxograma da pesquisa na literatura e os critérios de seleção.

Dos estudos incluídos, um utilizou especificamente a corrente Aussie, um utilizou a corrente russa e dois não especificaram a corrente. Três estudos foram realizados no Brasil e um nos Estados Unidos, e o ano de publicação variou entre 2011 e 2020. Todos foram redigidos em inglês. Em relação ao tamanho amostral, o número de participantes variou por grupo de 13 a 30, com idades entre 18 e 60 anos. Dados extraídos dos artigos incluídos foram descritos detalhadamente na tabela 1.

### *Força muscular*

Ao verificar os dados relativos à força muscular, um estudo não encontrou diferença significativa quando feitas as comparações intra ou intergrupos após 12 sessões de EENM para os músculos paravertebrais (ALRWAILY *et al.*, 2019). Já outro estudo mostrou aumento da resistência de tronco após 12 sessões de corrente russa aplicada nos paravertebrais (BATISTELLA *et al.*, 2020). Em um terceiro estudo, houve diferença significativa na resistência muscular para o grupo de estimulação elétrica comparando com a avaliação inicial, mas um grupo que associou a EENM com os exercícios de core mostrou resultados superiores (DIMER *et al.*, 2019). Por fim, outro estudo encontrou maior força de tronco no grupo tratado com corrente Aussie aplicada nos paravertebrais imediatamente após tratamento e após um mês de seguimento (PELEGRINI *et al.*, 2019).

### *Espessura muscular*

Em estudo com aplicação de corrente russa em 12 sessões não houve diferença significativa da área de secção transversa dos multífidis através de imagens de ultrassom (BATISTELLA *et al.*, 2020). Em contrapartida, utilizando a corrente Aussie, observou-se aumento da área de secção transversa após 12 sessões e com um mês de seguimento (PELEGRINI *et al.*, 2019). De forma semelhante, houve aumento da área de secção transversa do abdômen e oblíquo interno durante elevação anterior da perna reta e na área de secção transversa do multífidio relaxado após 70 sessões de EENM em abdômen e paravertebrais (COGHLAN *et al.*, 2011).

Autor /Ano	País	Métodos						Resultados
		Amostra	Intervenções	Comparações	Manifestações de força	Desfechos musculares	Avaliações	
Alrwail y <i>et al.</i> , 2019	EUA	30 indivíduos de ambos os sexos, com idade entre 18 e 60 anos, com DLC $\geq 3$ meses, IMC $\leq 34$ , Escala Numérica de Avaliação da Dor $\geq 3$ , e pontuação do Questionário de Incapacidade de Oswestry Modificado $\geq 20$	EENM não especificada: - Aplicada sobre os músculos paravertebrais lombares bilateralmente por meio de 2 eletrodos autoadesivos;  Protocolo de exercícios de estabilização: - Realizado sob supervisão de um fisioterapeuta; - Composto por 13 exercícios de fortalecimento abdominal subdivididos em: 5 exercícios de fortalecimento sem sustentação de peso, 5 exercícios com sustentação de peso e 3 exercícios na posição quatro apoios; - Foram realizadas de 20 a 30 repetições de cada exercício, com os tempos de sustentação variando entre 4 a 10 seg; - Duração total do protocolo: 20 min; - Frequência: 2x/semana por 6 semanas, totalizando 12 sessões.	- Grupo Exercício (GEX): realizou um protocolo de exercícios de estabilização, n=156  - Grupo Exercício + Estimulação elétrica (GEENM): submetido ao protocolo de exercícios e EENM, n=15	Não relatado	1- Força muscular dos paravertebrais lombares (dinamômetro)	-Pré tratamento (AV1) -Após 12 sessões (AV2)	1- SDS entre grupos e entre avaliações
Batistella <i>et al.</i> , 2020	Brasil	24 mulheres sedentárias, com idade entre 18 e 30 anos, diagnosticadas com DLC inespecífica, e que apresentavam lombalgia há pelo menos 12 semanas	Corrente Russa: - Aplicada sobre os músculos paravertebrais lombares bilateralmente por meio de 2 canais contendo 4 eletrodos (utilizando gel hidrossolúvel como meio acoplador).	- Grupo Controle (GC): sem intervenção, n=12  - Grupo Corrente Russa (GCR): submetido ao tratamento com corrente Russa, n=12	Não relatado	1- Teste de resistência muscular ( <i>trunk resistance test</i> )  2- Área de secção transversa dos músculos multifídios (ultrassom)	-Pré tratamento (AV1) -Após 12 sessões (AV2) -Após 1 mês do término do tratamento (AV3)	1- Aumento significativo entre AV1 e AV2 no GCR; aumento significativo entre GCR <i>versus</i> GC na AV3  2- SDS entre grupos e entre avaliações (em todos os momentos)
Dimer <i>et al.</i> , 2019	Brasil	30 mulheres sedentárias, com idade entre 18 e 35 anos, que possuem DLC inespecífica com dor $\geq 4$ na VAS	EENM não especificada de 2500Hz: - A EENM foi aplicada de forma síncrona com os exercícios do CORE (a isometria do exercício foi realizada durante o tempo <i>On</i> da corrente, e o descanso quando a corrente estava em tempo <i>Off</i> ); -Os eletrodos foram posicionados na região que abrange glúteos máximo e médio, reto do abdômen e transversa do abdômen bilateralmente.	- Grupo CORE (GC): submetido ao protocolo de fortalecimento do CORE, n=10  - Grupo Eletroestimulação (GE): submetido ao tratamento com Estimulação elétrica neuromuscular, n=10	Não relatado	1- Força de estabilização dos músculos do CORE (média em seg): teste de resistência estática do tronco, teste de Sorenson, ponte lateral e	-Pré tratamento (AV1) -Após 12 sessões (AV2) -Após 6 meses do término do	1- Aumento significativo entre AV2 e AV3 <i>versus</i> AV1 no GCE em todos os testes; aumento significativo entre AV2 <i>versus</i> AV1 no GE no teste de Sorenson; e



			<p>Protocolo de exercícios para fortalecimento do CORE:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizado sob supervisão dos pesquisadores;</li> <li>- Composto por posturas estáticas sustentadas em isometria;</li> <li>- Em cada sessão os participantes realizavam 4 séries (posturas) de 10 repetições sustentadas por 10 seg cada, com intervalo de 20 seg entre as repetições e 60 seg entre as séries;</li> <li>- Duração total do protocolo: 25 min;</li> <li>- Frequência: 3x/semana por 4 semanas, totalizando 12 sessões.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grupo Estimulação elétrica + CORE (GCE): submetido ao tratamento com EENM sincronizado com contração voluntária durante os exercícios de fortalecimento de CORE, n=10</li> </ul>		instabilidade em prono	tratamento (AV3)	diferença significativa entre GCE <i>versus</i> GC e GE em todos os testes
Pelegri <i>et al.</i> , 2019	Brasil	24 mulheres sedentárias, com idade entre 18 e 30 anos, diagnosticadas com DLC inespecífica, e que apresentavam lombalgia há pelo menos 12 semanas	<p>Corrente Aussie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicada sobre os músculos paravertebrais lombares bilateralmente por meio de 2 canais contendo 4 eletrodos (utilizando gel hidrossolúvel como meio acoplador).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grupo Controle (GC): sem intervenção, n=12</li> <li>- Grupo Corrente Aussie (GCA): submetida ao tratamento com corrente Aussie, n=12</li> </ul>	Não relatado	<p>1- Teste de resistência muscular (<i>trunk resistance test</i>)</p> <p>2- Área de secção transversa dos músculos multífidos (ultrassom)</p>	<p>-Pré tratamento (AV1)</p> <p>-Após 12 sessões (AV2)</p> <p>-Após 1 mês do término do tratamento (AV3)</p>	<p>1- Aumento significativo entre GCA <i>versus</i> GC na AV2 e AV3</p> <p>2- Aumento significativo entre GCA <i>versus</i> GC na AV2 e AV3</p>

**TABELA 1:** Síntese dos estudos incluídos

**Legenda:** AV: avaliação; DLC: Dor Lombar Crônica; min: minutos; seg: segundos; SDS: sem diferença significativa; IMC: índice de massa corporal; VAS: visual analogue scale.

## Dosimetria

Os parâmetros de tempo de rampa e tempo total da estimulação variaram amplamente nos estudos. Quanto ao tempo *On/Off* a dose variou de 14 s/50 s (ALRWAILY *et al.*, 2019), 12 s/12 s (BATISTELLA *et al.*, 2020), 5 s/3 s (COGHLAN *et al.*, 2011), 12 s/20 s (DIMER *et al.*, 2019) e 10 s/10 s (PELEGRINI *et al.*, 2019). O tempo total de sessão foi de 15 minutos (COGHLAN *et al.*, 2011), 20 minutos (BATISTELLA *et al.*, 2020; ALRWAILY *et al.*, 2019; PELEGRINI *et al.*, 2019) e 25 minutos (DIMER *et al.*, 2019), ao longo de 12 sessões de tratamento. Mais detalhes são apresentados na tabela 2.

**TABELA 2:** Dosimetria da EENM

Autor / Ano	Corrente	Tempo de rampa em segundos					Intensidade	Tempo total	N° de sessões	N° de séries	N° de contrações (TR)
		On	S	Su	D	Off					
Alrwaily <i>et al.</i> , 2019	EENM não especificada	14	4	6	4	50	Níveis mais altos tolerados pelos pacientes	20 min	2 x/semana 6 semanas Total: 12	1	19
Batistella <i>et al.</i> , 2021	Corrente Russa	12	2	8	2	12	Níveis mais altos tolerados pelos pacientes, aumentando conforme acomodação	20 min	3 x /semana 4 semanas Total: 12	1	60
Dimer <i>et al.</i> , 2019	EENM não especificada de 2500Hz	12	1	10	1	20	Níveis mais altos tolerados pelos pacientes, sem causarem desconforto	25 min	3 x /semana 4 semanas Total: 12	1	50
Pelegriini <i>et al.</i> , 2019	Corrente Aussie	10	1	8	1	10	Níveis mais altos tolerados pelos pacientes, aumentando conforme acomodação	20 min	3 x/semana 4 semanas Total: 12	1	60

**Legenda:** D=descida; EENM=Estimulação elétrica neuromuscular; Hz=Hertz; Min= minutos; N°= número; S= subida; Su=sustentação; TR= Total de repetições.

## Cálculos da carga externa

Dos quatro estudos analisados, nenhum deles apresentou dados suficientes para cálculo do volume de carga, já que para isso seriam necessários dados de

intensidade da EENM. Como consequência, não foi possível chegar a um resultado quanto à intensidade e à densidade de estimulação. Apenas foi possível identificar resultados quanto ao total de repetições, que equivale ao número de séries multiplicado pelo total de contrações (Tabela 2). Dos estudos incluídos, foi possível analisar o risco de viés com o instrumento ROB2® (STERNE *et al.*, 2019). Observou-se que dois estudos (ALRWAILY *et al.*, 2019; DIMER *et al.*, 2019) apresentaram alguns pontos que deveriam ser analisados com cautela (devido a alguns problemas observados no risco de viés) e dois (BATISTELLA *et al.*, 2020; PELEGRINI *et al.*, 2019) com baixo risco de viés (Figura 2).

ID do Estudo	Experimental	Comparador	Resultado	Peso	D1	D2	D3	D4	D5	Geral	
Alrwaily et al. <sup>20</sup>	Exercício + EENM	Exercício	Dinamometria	1	!	+	+	+	+	!	D1 Processo de aleatorização
Batistella et al. <sup>2</sup>	Russa	Controle	Teste funcional	1	+	+	+	+	+	+	+ Baixo risco D2 Desvios das intervenções previstas
Dimer da Luz et al. <sup>21</sup>	EENM	Exercício	Teste funcional	1	+	!	+	+	+	!	! Alguns riscos D3 Dados de resultados ausentes ● Alto risco D4 Medida do resultado
Pelegriani et al. <sup>22</sup>	Grupo Aussie	Controle	Teste funcional	1	+	+	+	+	+	+	D5 Seleção do resultado relatado

**Figura 2:** Representação dos achados de risco de viés, analisados via ROB2, de acordo com o estudo e dimensão.

## DISCUSSÃO

Entre os ensaios clínicos incluídos, a maioria obteve melhora da força e aumento da área de secção transversa dos músculos multífidos, transverso do abdômen e oblíquo interno em pacientes com DLC tratados com EENM. Outros artigos que também fizeram uso da EENM aplicados sobre tais músculos em sujeitos sedentários sem doenças (LOPES *et al.*, 2020; CAMILO *et al.*, 2021) corroboram os achados de melhora nos aspectos da função muscular.

Nesta revisão, foi realizada uma tentativa de relacionar os dados obtidos pelo cálculo da carga externa com as manifestações de força. Porém, isso não foi possível devido a divergências entre os métodos e unidades de medida das avaliações dos ensaios clínicos encontrados. Ademais, nenhum dos artigos trouxe dados sobre a média de intensidade obtida, o que também auxiliou na impossibilidade dos cálculos. Se os parâmetros de carga não são especificados nos estudos, não é possível saber se as cargas que estão sendo entregues são ou não adequadas para promover adaptação nos aspectos de função muscular.

Em um estudo que explorou os efeitos da intensidade da EENM nos músculos multífidos, observou-se que com 37mA de intensidade houve aumento da área de secção transversa do músculo (SIONS *et al.*, 2019). Todavia, menos de 50% dos participantes autosselecionaram essa amplitude. Desse modo, guiar a intensidade apenas nos níveis tolerados pelos pacientes pode resultar em níveis subterapêuticos de EENM, visto que altas intensidades podem aumentar a espessura do multífido além dos efeitos causados somente com exercícios. Este pode ter sido o motivo pelo qual um estudo não obteve diferença significativa ao associar o uso da corrente com exercícios de estabilização (ALRWAILY *et al.*, 2019).

Um dos grupos musculares que atuam sobre a estabilização lombopélvica é o dos multífidos, que atuam principalmente na coluna lombar (KIM *et al.*, 2017). Em indivíduos com DLC, estão frequentemente com a anatomia e função alterados (GOUBERT *et al.*, 2016). Existem estudos que abordam o fortalecimento e a estabilização articular com a utilização de EENM (COGHLAN *et al.*, 2011; MUKAINO *et al.*, 2014; METTLER *et al.*, 2017), porém a literatura ainda é pobre com relação ao uso da EENM na estabilização lombopélvica (PELEGRINI *et al.*, 2019). Considerando que a EENM gera uma contração muscular para ganho de força, utilizá-la de acordo com os princípios de treinamento de força tende a gerar melhores resultados.

Dos estudos incluídos, apenas dois (BATISTELLA *et al.*, 2020; PELEGRINI *et al.*, 2019) especificaram qual corrente foi utilizada – Russa e Aussie, respectivamente. Autores (FUKUDA *et al.*, 2013) realizaram um estudo comparando os efeitos da corrente Russa (média frequência) com correntes de baixa frequência, e concluíram que não houve diferença significativa quanto ao torque muscular, porém, o desconforto com a corrente Russa foi menor e o nível de amplitude de corrente tolerada aumentou. Já a corrente Aussie, que tem característica de corrente base de média frequência, mas é modulada em baixa frequência, é considerada a mais confortável e efetiva dentre as diferentes formas de EENM. Todavia, mesmo essa corrente sendo uma boa opção de recurso para tratamento da DLC, seu uso para esse fim ainda é escasso na literatura (DANTAS *et al.*, 2015).

Com base nisso, mostra-se um desafio desenvolver protocolos da EENM para pacientes com DLC com base na literatura publicada, visto que não há consistência nos parâmetros a serem utilizados. Há grande divergência na escolha dos parâmetros físicos empregados nos ensaios relacionados à escolha da frequência, tempo de

rampa, intensidade da corrente e metodologia da utilização da EENM, influenciando diretamente nos resultados obtidos.

O número restrito de estudos incluídos nesta revisão e a heterogeneidade dos métodos e parâmetros empregados são apontados como limitações deste estudo, além de um possível viés de idioma de publicação, visto que apenas publicações em português, inglês e espanhol foram consideradas.

Sugere-se que novos ensaios clínicos randomizados realizados de forma padronizada sejam estimulados, visando auxiliar o melhor entendimento dos parâmetros e da eficácia da EENM, já que uma conclusão quanto aos parâmetros ideais para atingir benefícios musculares ainda não foi atingida. Porém, salienta-se que, pelos baixos riscos de vieses observados, é possível identificar que metodologicamente os estudos podem ser considerados viáveis para que clínicos façam uso de tal recurso em indivíduos com DLC.

## **CONCLUSÃO**

Com base nos estudos analisados, a EENM tem efeitos positivos na otimização dos aspectos da função muscular em indivíduos com DLC. Entretanto, há necessidade da realização de novos ensaios clínicos que deixem claros os métodos e parâmetros utilizados, visto que importantes informações ainda são escassas na literatura.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Débora Pinheiro *et al.* Prevalence of chronic pain in Brazil: systematic review, **Brazilian Journal Of Pain**, v. 4, n. 3, P. 257-267, 2021.
- ALRWAILY, Muhammad *et al.* Stabilization exercises combined with neuromuscular electrical stimulation for patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial, **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 23, n. 6, p. 506–515, 2019.
- BAHNS, Carolin *et al.* Physical therapy for patients with low back pain in Germany: a survey of current practice, **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 22, n. 1, 2021.
- BARDIN, Lynn D; KING, Peter; MAHER, Chris G. Diagnostic triage for low back pain: a practical approach for primary care, **Medical Journal of Australia**, v. 206, n. 6, p. 268–273, 2017.
- BATISTELLA, Carla Elis *et al.* Effects of the Russian current in the treatment of low back pain in women: A randomized clinical trial. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 24, n. 2, p. 118–122, 2020.
- BOSQUES, Glendaliz *et al.* Does therapeutic electrical stimulation improve function in children with disabilities? A comprehensive literature review, **Journal of Pediatric Rehabilitation Medicine**, v. 9, n. 2, p. 83–99, 2016.
- CAMILO, Izabela Rodrigues *et al.* Estimulação elétrica neuromuscular na diástase, flacidez e trofismo da musculatura abdominal: uma revisão sistemática, **Saúde.com**, v. 16, n. 3, 2021.
- CHUGHTAI, Morad *et al.* Nonpharmacologic Pain Management and Muscle Strengthening following Total Knee Arthroplasty, **Journal of Knee Surgery**, v. 29, n. 03, p. 194–200, 2015.
- COGHLAN, S.; CROWE, L.; MCCARTHYPERSSON, U.; *et al.* Neuromuscular electrical stimulation training results in enhanced activation of spinal stabilizing muscles during spinal loading and improvements in pain ratings. **2011 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society**, 2011.
- DANTAS, Lucas Ogura *et al.* Comparison between the effects of 4 different electrical stimulation current waveforms on isometric knee extension torque and perceived discomfort in healthy women, **Muscle & Nerve**, v. 51, n. 1, p. 76–82, 2014.
- DEHAIL, P.; DUCLOS, C.; BARAT, M. Electrical stimulation and muscle strengthening, **Annales de Réadaptation et de Médecine Physique**, v. 51, n. 6, p. 441–451, 2008.
- DIMER, Da Luz R.; DA SILVA Santos, M.; STEFFEN evaldt, A.; *et al.* Neuromuscular electrical stimulation associated with core stability exercises in nonspecific postural low

back pain: a randomized clinical trial. **Muscle Ligaments and Tendons Journal**, v. 09, n. 03, p. 446, 2019.

FERREIRA, Paulo H. *et al.* Specific stabilisation exercise for spinal and pelvic pain: A systematic review, **Australian Journal of Physiotherapy**, v. 52, n. 2, p. 79–88, 2006.

FRIZZIERO, Antonio *et al.* Efficacy of Core Stability in Non-Specific Chronic Low Back Pain, **Journal of Functional Morphology and Kinesiology**, v. 6, n. 2, p. 37, 2021.

FUKUDA, Thiago Yukio *et al.* Comparison of peak torque, intensity and discomfort generated by neuromuscular electrical stimulation of low and medium frequency, **Isokinetics and Exercise Science**, v. 21, n. 2, p. 167–173, 2013.

GEORGE, Steven Z. *et al.* Interventions for the Management of Acute and Chronic Low Back Pain: Revision 2021, **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 51, n. 11, p. CPG1–CPG60, 2021.

GONZALEZ, Gabrielle Z. *et al.* Low back pain prevalence in Sao Paulo, Brazil: A cross-sectional study, **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 25, n. 6, p. 837–845, 2021.

GOUBERT, D.; OOSTERWIJCK, J.V.; MEEUS M; DANNEELS L. Structural Changes of Lumbar Muscles in Non-specific Low Back Pain: A Systematic Review. **Pain Physician**, v. 19, n. 7, 2016.

IMPELLIZZERI, Franco M.; MARCORÀ, Samuele M.; COUTTS, Aaron J. Internal and External Training Load: 15 Years On, **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 14, n. 2, p. 270–273, 2019.

KIM, Si-Hyun; PARK, Kyue-Nam; KWON, Oh-Yun. Pain intensity and abdominal muscle activation during walking in patients with low back pain, **Medicine**, v. 96, n. 42, p. e8250, 2017.

LIU, M. *et al.* Chronic Low Back Pain: The Therapeutic Benefits of Diagnostic Medial Branch Nerve Blocks. **Pain Physician**, v. 24, n. 4, p. E521–E528, 1 jul. 2021.

LOPES, Andressa B. *et al.* Evaluation of the dose-response for electrostimulation with Aussie current in the core strength, **European Journal of Clinical and Experimental Medicine**, v. 18, n. 2, p. 81–87, 2020.

MARSTON, Kieran J. *et al.* A comparison of traditional and novel metrics to quantify resistance training, **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, 2017.

METTLER, Joni A. *et al.* Neuromuscular Electrical Stimulation and Anabolic Signaling in Patients with Stroke, **Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases**, v. 26, n. 12, p. 2954–2963, 2017.

MUKAINO, M; ONO, T; SHINDO, K; *et al.* Efficacy of brain-computer interface-driven neuromuscular electrical stimulation for chronic paresis after stroke. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 46, n. 4, p. 378–382, 2014.

PELEGRINI, Ana Claudia Aparecida; GASOTO, Eduardo; BUSSOLARO, Jean Marcos; *et al.* The analgesic action of Aussie current in women with non-specific chronic lumbar pain. **International Journal of Therapy and Rehabilitation**, v. 26, n. 7, p. 1–10, 2019.

RUSSO, Marc *et al.* Muscle Control and Non-specific Chronic Low Back Pain, **Neuromodulation: Technology at the Neural Interface**, v. 21, n. 1, p. 1–9, 2018.

SIONS, J. M. *et al.* Exploring neuromuscular electrical stimulation intensity effects on multifidus muscle activity in adults with chronic low back pain: an ultrasound imaging–informed investigation. **Clinical Medicine Insights: Arthritis and Musculoskeletal Disorders**, v. 12, p. 1–9, 2019.

SONGJAROEN, Sranya *et al.* Combined neuromuscular electrical stimulation with motor control exercise can improve lumbar multifidus activation in individuals with recurrent low back pain, **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, 2021.

STERNE, Jonathan A C *et al.* RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials, **BMJ**, p. l4898, 2019.



## 6. ARTIGO 2

### AJUSTES IMEDIATOS DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR SOBRE A ESPESSURA MUSCULAR DOS MULTÍFÍDIOS EM VOLUNTÁRIOS COM DOR LOMBAR CRÔNICA ESTRATIFICADOS PELO RISCO DE MAU PROGNÓSTICO: ESTUDO QUASE-EXPERIMENTAL CONTRABALANCEADO

#### RESUMO:

**Introdução:** A dor lombar crônica (DLC) afeta grande parcela da população mundial, sendo que pode ser influenciada por fatores biopsicossociais. Além disso, evidencia-se que a DLC esteja relacionada ao déficit de ativação dos músculos estabilizadores da coluna lombar, como os multífidos (MU), nesse sentido a estimulação elétrica neuromuscular (EENM) tem se mostrado uma boa aliada no aumento da força e contração dessa musculatura. Porém, pouco se sabe sobre os parâmetros necessários para atingir uma contração máxima. **Objetivo:** Explorar os ajustes imediatos de diferentes correntes para EENM, no ponto de maior intensidade autorrelatada suportada (MIAS), nas mudanças da espessura muscular dos MU em subclasses de voluntários com DLC estratificados segundo o risco de mau prognóstico. **Métodos:** A amostra foi composta por 40 voluntários que foram distribuídos em quatro grupos (grupo controle, baixo risco, médio risco e alto risco) de acordo com o Questionário STarT Back Screening Tool (SBST), sendo 10 indivíduos em cada grupo. Foram realizadas imagens de ultrassom dos UM em L4 e L5 bilateralmente, tanto em repouso quanto em contração a partir da elevação do tronco. Todos os voluntários foram expostos a quatro modalidades de EENM: corrente Aussie (CA), corrente Russa (CR) e estimulação elétrica funcional (FES) com duas durações de fase distintas, sendo uma de 200  $\mu$ s (FES2) e outra de 500  $\mu$ s (FES5). Durante a EENM, foram coletadas imagens de ultrassom e registradas na máxima intensidade autosselecionada. **Resultados:** Não foram encontradas diferenças significativas entre as correntes de baixa e média frequência, contudo, houve o aumento da espessura do MU na intensidade autosselecionada. A contração voluntária máxima se mostrou superior à EENM. **Conclusão:** A MIAS pelo paciente é capaz de induzir aumento da espessura dos MU, não havendo diferença quanto ao risco de mau prognóstico para DLC, porém ficando abaixo da contração voluntária.

**Palavras-chave:** Estimulação elétrica neuromuscular, multífidos, lombalgia.

## INTRODUÇÃO

Dentre o arsenal terapêutico utilizado pelos fisioterapeutas se destacam as terapias de estimulação elétrica que geram efeitos terapêuticos agudos e crônicos em diferentes tecidos, secundários ao fluxo de corrente através de eletrodos sobre a pele (HEIDLAND *et al.*, 2012; HOUGHTON *et al.*, 2010; KOCAMAZ *et al.*, 2020; NUSSBAUM *et al.*, 2017).

Dependendo das características físicas das correntes, três modalidades de estimulação elétrica podem ser distinguidas (MAFFIULETTI *et al.*, 2018): a) estimulação elétrica nervosa transcutânea, focada no tratamento da dor pela ação predominante nas fibras nervosas sensoriais, e caracterizada por ser de baixa frequência (ALMEIDA *et al.*, 2018; JOHNSON, 2007); b) as correntes alternadas de baixa frequência, conhecidas como estimulação elétrica funcional (FES), aplicadas em intensidades moderadas em músculos fracos ou com inervação comprometida, com o objetivo de produzir contrações musculares mimetizando aquelas produzidas voluntariamente (NUSSBAUM *et al.*, 2017; MAFFIULETTI *et al.*, 2018; BULLEY *et al.*, 2021; VAN DER SCHEER *et al.*, 2021); c) correntes que produzem contração em músculos com inervação preservada e aplicadas em altas intensidades, evocando vigorosas contrações musculares, podendo ser correntes tanto de baixa quanto de média frequência (NUSSBAUM *et al.*, 2017; MAFFIULETTI *et al.*, 2018; MAFFIULETTI, 2010). As correntes de média frequência, conhecidas como quilohertz (kHz), recebem destaque no contexto da EENM pois, pelas características dessas correntes, elas minimizam o desconforto resultando em maior intensidade suportada e profundidade da estimulação (PEREIRA *et al.*, 2022).

Tanto a FES quanto as de média frequência são conhecidas por produzir efeitos bioestimulantes positivos na saúde muscular como uma adaptação à corrente (PEREIRA *et al.*, 2022; BULLEY *et al.*, 2021; VAN DER SCHEER *et al.*, 2021). O fluxo de corrente mimetiza a função contrátil voluntária envolvida nas demandas funcionais, potencializando as valências de força, potência e resistência muscular, preservando o tecido e a função neuromuscular; especialmente em contextos em que a demanda funcional é reduzida devido a doença, trauma ou cirurgia (VAN DER SCHEER *et al.*, 2021; MAFFIULETTI *et al.*, 2019).

Dentre as potenciais indicações terapêuticas da EENM, destacam-se a interrupção de um quadro clínico conhecido como inibição muscular artrogênica. Esta,

frequentemente descrita no músculo quadríceps femoral, é relatada como uma resposta do sistema nervoso central ao dano do tecido articular que produz inibição do reflexo pré-sináptico contínuo com estabilidade articular reduzida (FUKUDA *et al.*, 2013). Portanto, a instabilidade articular impõe estímulos anormais aos mecanorreceptores e nociceptores articulares, que, por sua vez, afetam negativamente as vias espinhais e supraespinhais sob comando do sistema nervoso central, que, influenciados por descargas aferentes anormais, inibem a capacidade contrátil muscular voluntária, induzindo a uma fraqueza que é geralmente persistente por longos períodos após lesão articular (RICHARDSON *et al.*, 2011). Além disso, a fraqueza resultante dessa inibição reflexa não parece ser responsiva a exercícios de contra-resistência (FUKUDA *et al.*, 2013), mas tem sido sugerido que a estimulação elétrica neuromuscular aumenta a atividade cortical e o recrutamento de motoneurônios espinhais em resposta a um bombardeio multimodal direcionado ao sistema nervoso central (MAFFIULETTI, 2010).

Apesar das evidências a favor do uso da EENM em várias condições musculoesqueléticas (HOUGHTON *et al.*, 2010; NUSSBAUM *et al.*, 2017; GONDIN *et al.*, 2011; COUTO *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2015), essa terapia, juntamente com outras formas de terapia passiva, não é recomendada para o tratamento da dor lombar crônica (DLC) (FOSTER *et al.*, 2018). Na maioria dos casos em que a dor lombar está presente, os MU, que são reconhecidos por seu forte papel estabilizador, desenvolvem alterações estruturais e funcionais, como atrofia muscular, infiltração gordurosa e capacidade estabilizadora prejudicada. Tem sido sugerido que os mecanismos que explicam a atrofia muscular dos MU têm a mesma gênese da inibição muscular artrogênica, uma vez que danos nas articulações, ligamentos, discos e outras estruturas que compõem o estojo espinhal induzem à redução do *drive* neural (RUSSO *et al.*, 2018).

A reversão da inibição muscular artrogênica dos MU pela EENM serviria como argumento especulativo primário para que o uso dessa modalidade terapêutica no tratamento da DLC seja recomendado. No entanto, os efeitos da EENM em pacientes com DLC são controversos, com estudos propondo que não há efeitos adicionais a aplicação de recursos eletroestimulatórios à terapia (ALRWAILY *et al.*, 2019; GUO *et al.*, 2018) e, por outro lado, que correntes eletroestimuladoras podem potencializar a ativação dos MU quando associados aos exercícios (SONGJAROEN *et al.*, 2021).

Nos protocolos tradicionais de exercício, os efeitos positivos só são induzidos quando a carga de exercício é suficiente para quebrar a homeostase do organismo a ponto de gerar respostas psicofisiológicas e amplificar a capacidade do sistema de forma adaptativa. Portanto, os parâmetros de carga, como volume e intensidade, são determinantes para a eficácia do exercício (IMPELLIZZERI *et al.*, 2019; LUAN *et al.*, 2019). Da mesma forma, como o exercício, a manipulação de parâmetros de estimulação elétrica – como forma de corrente, largura de pulso, intensidade, duração – acaba afetando a quantidade de força/tensão evocada, a percepção de desconforto e o nível de fadiga (MAFFIULETTI *et al.*, 2018; MAFFIULETTI *et al.*, 2019).

Especula-se que uma possível razão para a não observância de efeitos positivos na saúde muscular em pacientes com DLC seja baseada na dosimetria atual, que nem sempre garante níveis de força/tensão muscular evocada capazes de induzir adaptações. Como a etiologia da DLC é biopsicossocial, acredita-se que o impacto de fatores psicossociais possa afetar a tolerância do paciente à corrente e limitar a quantidade de força/tensão evocada, uma vez que existem, entre aqueles que apresentam DLC, subclasses de pacientes em que a amplificação da dor produz alterações nas vias neuronais de condução da dor, como aumento da excitabilidade, redução dos limiares e aumento dos campos receptores (O’SULLIVAN *et al.*, 2014). Corroborando tais fatos, verificou-se que em voluntários com DLC a intensidade mínima de estimulação elétrica necessária para evocar alterações na espessura muscular dos MU tendeu a ser maior do que a intensidade autorreferida pelos voluntários (SIONS *et al.*, 2019).

Assumindo que o risco de mau prognóstico, devido à maior contribuição de fatores psicossociais (PILZ *et al.*, 2014), pode modificar a tolerância de pacientes com DLC ao fluxo de corrente, a hipótese deste estudo é que quanto maior o risco de mau prognóstico para DLC, menor a intensidade de corrente autorreferida máxima tolerável, com consequente limitação nos ajustes imediatos de força/tensão evocada, independentemente das características da corrente utilizada. O objetivo do estudo foi explorar os ajustes imediatos de diferentes correntes para EENM, no ponto de maior intensidade autorrelatada suportada (MIAS), nas mudanças da espessura muscular dos MU em subclasses de voluntários com DLC estratificados segundo o risco de mau prognóstico.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Participantes e ética do estudo

Este estudo foi classificado como quase-experimental contrabalanceado. Todos os voluntários assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido em duas vias, ficando uma de posse do voluntário e a outra do pesquisador. O estudo foi aprovado por um comitê de ética em pesquisa envolvendo seres humanos institucional (protocolo nº 5151050).

A amostra, recrutada de forma não intencional e consecutiva, foi composta tanto por voluntários sem dor lombar, quanto por voluntários com diagnóstico clínico de DLC encaminhados a um centro de reabilitação física institucional. Os voluntários recrutados eram de ambos os sexos, e com idade entre 18 e 59 anos.

Os voluntários foram distribuídos em grupos, sendo um grupo composto por voluntários sem afecções musculoesqueléticas e sem risco de mau prognóstico (grupo controle – GC), e outros três grupos com voluntários com DLC alocados segundo o risco de mau prognóstico para dor lombar, classificados pelo questionário “STarT Back Screening Tool” (SBST) (PILZ *et al.*, 2014), em baixo risco (BR), médio risco (MR) e alto risco (AR). Todos os voluntários foram expostos a quatro modalidades de EENM, sendo duas correntes de média frequência como a corrente Aussie (CA) e a corrente Russa (CR), e uma corrente de baixa frequência, a estimulação elétrica funcional (FES), com duas durações de fase distintas, sendo a FES com largura de pulso de 200  $\mu$ s (FES2) e FES com largura de pulso de 500  $\mu$ s (FES5).

Para inclusão no GC, os voluntários deveriam ser fisicamente inativos – caracterizados como aqueles que não realizam o volume mínimo de exercício semanal recomendado pelas diretrizes de atividade física (< 150 min por semana) (THIEVEL *et al.*, 2018) – e negar afecções musculoesqueléticas no tronco e membros inferiores no último ano.

Para inclusão nos grupos de DLC, adotou-se os seguintes critérios: a) voluntários fisicamente inativos, com relato de dor lombar persistente há mais de três meses; b) dor lombar com características físicas compatíveis com etiologia mecânica de acordo com as diretrizes de avaliação e tratamento propostas pelo American College of Physicians e pelo American Pain Society (CHOU *et al.*, 2007).

Os critérios de não inclusão e exclusão foram: a) histórico de cirurgia na coluna; b) gravidez; c) intensidade de dor no momento do teste e no repouso, medida pela escala visual analógica (EVA), maior que seis; f) sintomas de doenças agudas, tais como gripes e resfriados.

Os dados de um estudo prévio (SIONS *et al.*, 2019), a partir do qual se calculou o tamanho de efeito, foi utilizado como base para o cálculo amostral. Para a determinação do tamanho da amostra utilizamos o software GPower 3.1 com F Test – ANOVA - *repeated measures, between factors* com os seguintes dados de entrada: tamanho de efeito - 0,70; alfa – 0,05; poder – 0,95; número de grupos – 4; número de medidas – 4. O cálculo da amostra retornou um número mínimo de 40 voluntários ao total, sendo 10 em cada grupo.

### **Procedimentos metodológicos**

As coletas aconteceram no Laboratório de Avaliação Biodinâmica Integrativa do Movimento Humano do curso de Fisioterapia da UNIOESTE e nas dependências do Centro de Reabilitação Física, do campus de Cascavel/PR. Inicialmente, os voluntários foram esclarecidos quanto aos objetivos e procedimentos da pesquisa e, posteriormente, foram convidados a fornecer seu consentimento para participação na pesquisa.

#### *Triagem*

Inicialmente, realizou-se uma entrevista para registrar o histórico físico, funcional e sociodemográfico dos voluntários, bem como suas medidas antropométricas. As seguintes medidas e informações foram registradas: idade (anos), massa corporal (kg), estatura (m), nível de atividade física, sexo e índice de massa corporal (IMC) ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ). A avaliação de triagem para DLC seguiu um roteiro elaborado com questões sistematizadas (apêndice I).

Para todos os voluntários com DLC, aplicou-se a STarT Back Screening Tool (SBST). Este questionário é composto por nove questões, sendo as quatro primeiras relacionadas às dores referidas, disfunções e comorbidades e as cinco últimas relacionadas às dimensões psicossociais (PILZ *et al.*, 2014). Inicialmente, o voluntário respondeu as nove questões, sendo que nas oito primeiras as opções de resposta são “concordo”, valendo um ponto, ou “discordo”, valendo zero ponto. Para a nona

questão há cinco opções de respostas: “nada; pouco; moderada”, valendo zero ponto e “muito; extremamente” valendo um ponto. Se o escore final estiver entre 0 e 3, o participante foi estratificado como tendo um baixo risco de desenvolver mau prognóstico. Para escores finais maiores que 3, considerou-se então o escore obtido pela soma das respostas das questões de 5 a 9, relativas aos aspectos psicossociais, sendo que para escores até 3 o voluntário foi estratificado como médio risco de desenvolver mau prognóstico, e escores maior que 3 o voluntário foi estratificado com alto risco de desenvolver mau prognóstico.

#### *Avaliação da espessura muscular basal em condição de repouso e de contração voluntária*

Na sequência foi realizada a avaliação ultra-sonográfica basal dos músculos MU bilateralmente por avaliadores previamente treinados para tal. Nessa avaliação se utilizou um *scanner* portátil de ultrassom (Shimadzu SDU450xl, Columbia, EUA) com um transdutor linear de 7.5 MHz. Os voluntários foram posicionados em prono, com leve flexão de tronco induzida pela colocação de uma almofada, com 5 cm de espessura e de material firme, posicionada na extensão dos membros inferiores a partir da linha imaginária que une as duas cristas ilíacas até a região dos tornozelos. Faixas estabilizadoras foram ajustadas nas regiões de quadris, coxas e pernas para propiciar estabilidade ao voluntário durante os testes ativos. O posicionamento do voluntário pode ser visualizado na figura 1.



**Figura 1.** Posicionamento do voluntário durante o teste de contração voluntária máxima dos MU. Em repouso (1.A), durante contração voluntária (1.B) e posicionamento dos eletrodos e transdutor durante contração voluntária (1.C).

Os processos espinhosos da coluna vertebral foram palpados e marcados com uma caneta para demarcar o local de obtenção das imagens. Para as medidas em condição de repouso, o transdutor foi colocado em plano longitudinal sobre o processo

espinhoso de L4 e L5 e movido lateralmente com o transdutor angulado medialmente para identificar as facetas articulares, sendo a imagem de interesse salva e arquivada. Imagens em condição de contração dos músculos MU, facilitados pela elevação do tronco, também foram coletadas após duas tentativas de familiarização para cada lado (SIONS *et al.*, 2019; WILSON *et al.*, 2016).

Um total de três imagens pares de repouso/contração foram salvas e arquivadas na avaliação basal, em ambos os lados da coluna, e armazenadas para análise posterior (WILSON *et al.*, 2016).

#### *Avaliação da espessura muscular em contração induzida por EENM*

Após a avaliação basal relativas às espessuras dos músculos MU, realizou-se novas medidas ultrassonográficas em condição de EENM na MIAS. A MIAS correspondeu ao momento no tempo em que, segundo a percepção da tolerância do voluntário, a intensidade da corrente atingiu o máximo suportado.

Para a aplicação das diferentes modalidades de correntes de EENM, foi utilizado o eletroestimulador Neurodyn Multicorrentes (Ibramed®, Amparo/SP, Brasil), que é multicanal e possui as três modalidades de corrente de interesse para este estudo, (CA, CR e FES) e permite que estas sejam configuradas manualmente. As modalidades de correntes, nas quatro configurações utilizadas, podem ser visualizadas na tabela 1.

**TABELA 1:** Parâmetros de configuração para as diferentes modalidades de corrente

<b>CORRENTE</b>	<b>CONFIGURAÇÃO</b>
CA	Modo de operação: síncrono Frequência de base: 1000 Hz Duração do burst: 4 ms Frequência do burst (modulação): 50 Hz Tempo "on": - tempo de subida: 1 s; - tempo de sustentação: 60 s; - tempo de descida: 1 s; Tempo "off": 1 s
CR	Modo de operação: síncrono Frequência de base: 2500 Hz Ciclo de trabalho: 20% Frequência do burst (modulação): 50 Hz Tempo "on": - tempo de subida: 1 s; - tempo de sustentação: 60 s; - tempo de descida: 1 s; Tempo "off": 1 s



FES2	Modo de operação: síncrono Frequência: 50 Hz Duração da fase de pulso: 200 $\mu$ s Tempo "on": - tempo de subida: 1 s; - tempo de sustentação: 60 s; - tempo de descida: 1 s; Tempo "off": 1 s
FES5	Modo de operação: síncrono Frequência: 50 Hz Duração da fase de pulso: 500 $\mu$ s Tempo "on": - tempo de subida: 1 s; - tempo de sustentação: 60 s; - tempo de descida: 1 s; Tempo "off": 1 s

**Legenda:** corrente Aussie (CA); corrente Russa (CR), estimulação elétrica funcional (FES)

Foram disponibilizados dois canais, um para o músculo MU direito e outro para o músculo MU esquerdo. Necessitou-se de duas rodadas de EENM, com intervalo de 10 minutos entre elas, para que as quatro configurações de correntes fossem entregues.

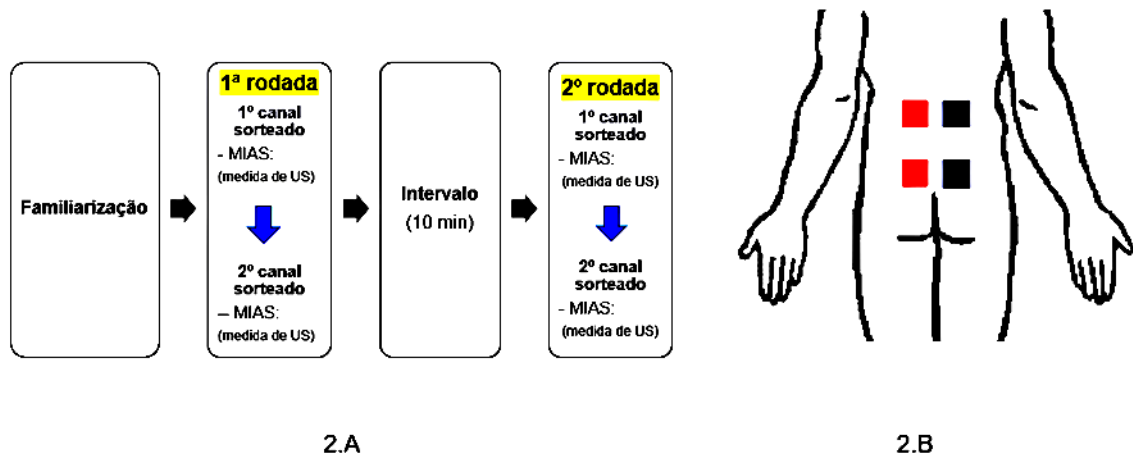
Durante o intervalo entre as rodadas, o voluntário permaneceu na posição de avaliação. Na primeira rodada foram avaliadas duas configurações de correntes, uma em cada canal, e na segunda rodada as outras duas restantes. Em cada rodada, os canais foram acionados individual e sequencialmente para que os registros das imagens ultrassonográficas de interesse fossem salvos e arquivados, porém tanto a ordem em que cada canal foi acionado quanto a modalidade de corrente configurada para o canal foram determinadas aleatoriamente por sorteio.

Pares de eletrodos flexíveis de silicone, com 3x5 cm, foram colocados bilateralmente nos MU, sendo que cada par de eletrodo correspondeu a um canal respectivamente. Foi realizada a assepsia da pele com álcool e posteriormente os pares de eletrodos com gel hidrossolúvel foram posicionados, colocando-se o superior no nível de L2 e o inferior no nível de S1, para permitir a colocação do transdutor no nível de L4/5 (SIONS *et al.*, 2019).

Antes de receber a EENM, todos os voluntários foram familiarizados com as correntes e foram instruídos a expressar verbalmente quando experimentassem a primeira sensação da corrente, bem como quando percebessem que a corrente tivesse atingido a MIAS. A corrente utilizada para a familiarização foi sempre a primeira corrente sorteada para o voluntário. A cada aumento de intensidade, o

pesquisador perguntava ao voluntário sobre a sua percepção frente à corrente até que fosse identificada a MIAS.

A representação esquemática da sequência de acionamento dos canais e da disposição dos eletrodos pode ser visualizada na figura 2.



**FIGURA 2.** Representação esquemática da sequência de acionamento dos canais (2.A) e da disposição dos pares de eletrodos (2.B)

**Legenda:** momento de maior intensidade autorrelatada suportada (MIAS).

Os registros das imagens ultrassonográficas durante a passagem das correntes foram realizados por dois avaliadores treinados, de forma que um avaliador controlava a entrega da corrente e registrava as intensidades, enquanto o outro manejava o transdutor. Contudo, esses avaliadores analisaram as imagens ultrassonográficas de interesse em conjunto antes do armazenamento.

Nas rodadas válidas, após a familiarização, o protocolo seguido foi idêntico para todas as configurações de corrente. Ao se atingir a MIAS, a intensidade, em mA, foi registrada e o arquivamento da imagem foi realizado.

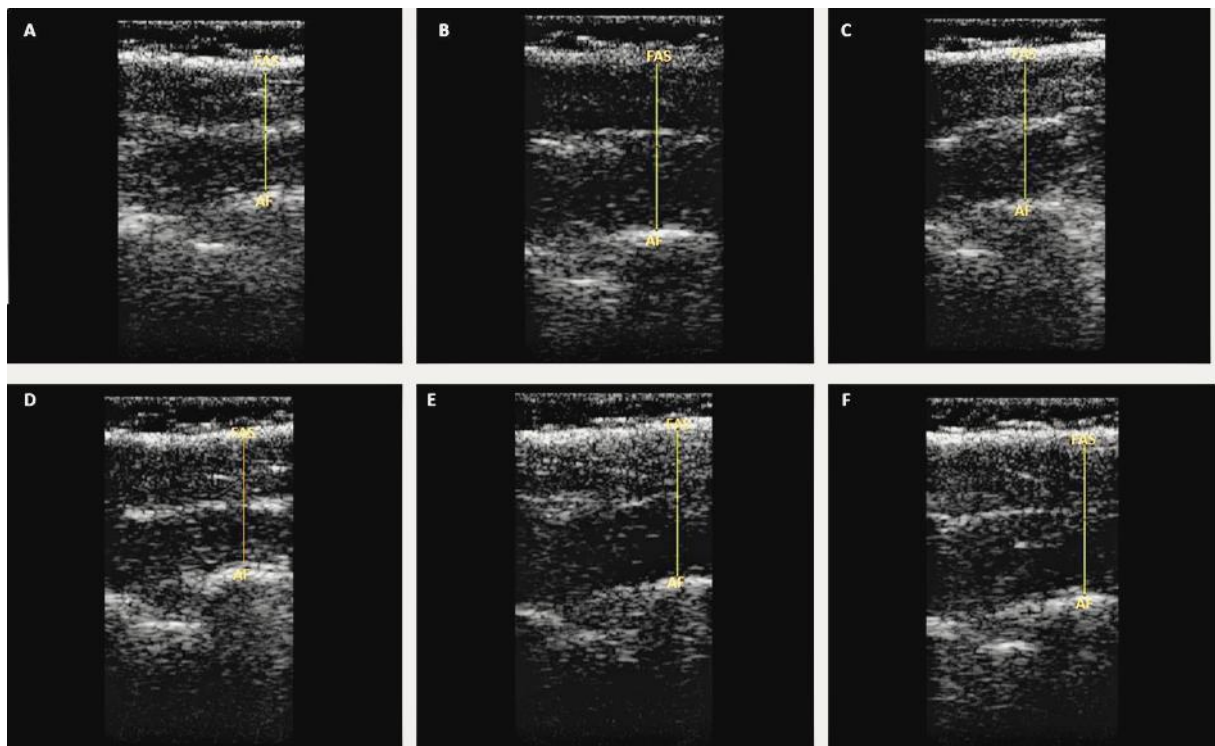
Em complemento, a cada registro de imagem o voluntário graduou verbalmente a intensidade dolorosa experimentada pela escala analógica de dor de 0 a 10, sendo "0" ausência de dor e "10" a pior dor possível. Ao final de toda a intervenção, o voluntário foi solicitado a graduar as quatro correntes da mais confortável para a menos confortável.

## Processamento dos dados

A espessura muscular em cada imagem ultra-sonográfica arquivada foi obtida por meio de um *software* de *design* personalizado (Ultrametrics) (OLIVEIRA *et al.*, 2017). Antes das medições, as imagens foram calibradas medindo-se o número de pixels dentro de uma distância conhecida de 39 mm.

Para a medida da espessura dos MU, foi traçada uma linha entre a fáscia interna dos MU superficial até a articulação facetária de L4-L5, por meio do *Software* ImageJ (National Institute of Health, Bethesda, MD, EUA, versão 1.49), também utilizado em estudos anteriores (LÉVESEQUE *et al.*, 2020 e FORTIN *et al.*, 2019). A figura 3 é uma exemplificação das medidas.

Como as medidas na avaliação basal, tanto no repouso quanto na contração voluntária, foram feitas bilateralmente, para a análise estatística fez-se a média dos dois lados. Todas as espessuras contraídas, contração voluntária e eletricamente induzidas, foram normalizadas pela espessura em de repouso.



**FIGURA 3.** Ilustração da mensuração da espessura do multífido lombar em L2-S1 de um dos voluntários. A, em repouso; B, durante a contração via elevação do tronco decúbito ventral; C, contração induzida eletricamente com corrente Aussie (CA); D, contração induzida eletricamente com corrente Russa (CR); E, contração induzida eletricamente com corrente FES2; F, contração induzida eletricamente com corrente FES5. Uma vez identificadas as

articulações facetárias (AF) de L4-L5, traçou-se uma linha reta ascendente até a margem inferior da borda superior do tecido facial que envolve o músculo.

### **Análise estatística**

Para análise estatística foi usado o software SPSS 20. O nível de significância adotado foi de 5% ( $\alpha = 0,05$ ).

#### *Estatística inferencial*

Os fatores considerados nas análises foram o grupo (GC, BR, MR e AR) e a modalidade de indução à contração (voluntária, CA, CR, FES2 e FES5 quando o desfecho foi espessura; e CA, CR, FES2 e FES5 quando o desfecho foi intensidade da corrente). Para as comparações, o teste estatístico utilizado foi o modelo de equações de estimação generalizadas, que se baseia na máxima verossimilhança, e que se utiliza do teste qui-quadrado de Wald (Wald  $\chi^2$ ) para identificar o efeito da variável no modelo linear generalizado. O modelo com o menor valor de *quase-likelihood under independence model criterion* (QIC) foi escolhido como o modelo com melhor ajuste. Em caso de significância dentro de cada variável preditora, foi realizado o teste de acompanhamento de Tukey.

Para analisar as correntes quanto ao desconforto foi utilizado o teste de qui-quadrado para independência.

## **RESULTADOS**

Todos os 40 voluntários recrutados se enquadraram na classificação de fisicamente inativo. Os dados de caracterização da amostra podem ser visualizados na Tabela 2. A distribuição por sexo em cada grupo foi: GC (5♂/5♀), BR (4♂/6♀), MR (3♂/7♀), e AR (4♂/6♀). Observou-se que os voluntários do GC e do BR eram mais jovens que aqueles pertencentes ao AR.

**Tabela 2:** Dados de caracterização da amostra (valores de média e desvio padrão)

	<b>GC</b>	<b>BR</b>	<b>MR</b>	<b>AR</b>
<b>Idade (anos)</b>	34,9 ± 14,0 <sup>A</sup>	31,3 ± 10,5 <sup>A</sup>	39,8 ± 12,2(AB)	49,4 ± 11,0 <sup>B</sup>

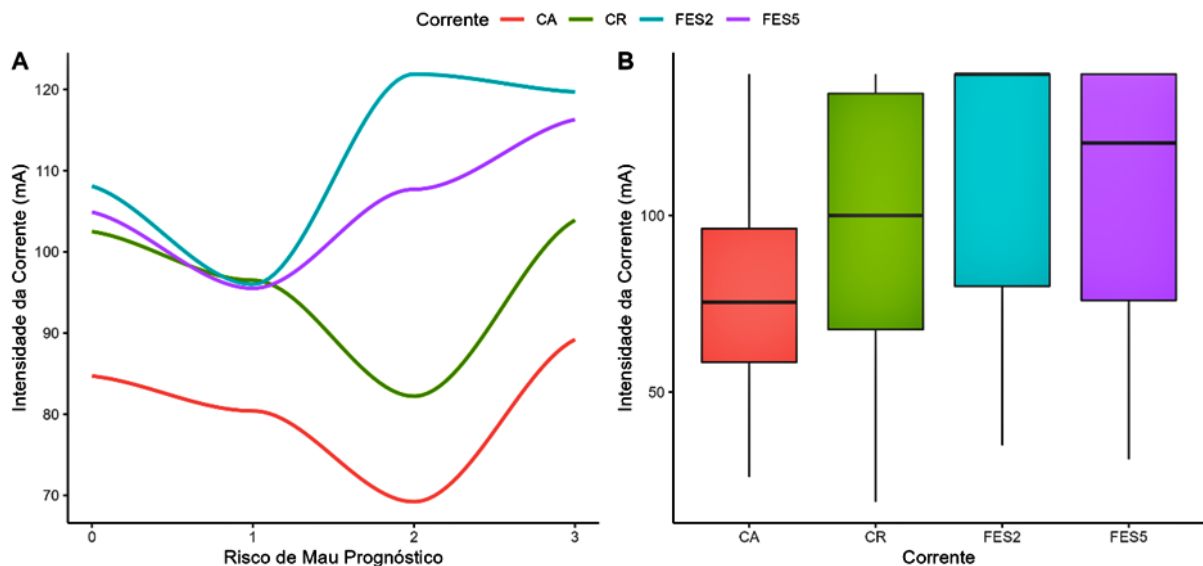
<b>Massa corporal (kg)</b>	73,1 ± 16,6	82,4 ± 11,9	68,0 ± 13,0	85,0 ± 30,4
<b>Estatura (m)</b>	1,69 ± 0,11	1,71 ± 0,14	1,63 ± 0,11	1,64 ± 0,11
<b>IMC (kg·m<sup>-2</sup>)</b>	25,2 ± 4,0	28,1 ± 4,7	25,0 ± 3,8	30,6 ± 8,6

**Legenda:** Grupo controle (GC), grupo baixo risco (BR), grupo médio risco (MR), grupo alto risco (AR).

**Nota:** As diferenças estatísticas foram sinalizadas por letras. Letras distintas representam as diferenças estatísticas.

No *rank* de desconforto, a CR foi a mais desconfortável (35%), seguida da CA (30%), FES5 (20%) e, por último, FES2 (15%). Observa-se que as correntes de média frequência foram mais desconfortáveis para 65% dos voluntários, porém não houve significância estática nas comparações entre elas ( $p = 0,39$ ).

Para o desfecho intensidade da corrente no ponto de MIAS não se observou efeito de grupo, embora as maiores discrepâncias de intensidade são observadas no MR e AR (figura 4.A), mas observou-se efeito da modalidade de indução à contração ( $\chi^2 [3] = 23,9$  e  $p < 0,001$ ). A corrente CA apresentou valores de intensidade mais baixos que FES 200 ( $p < 0,001$ ) e FES 500 ( $p < 0,001$ ), cujos valores médios podem ser visualizados na figura 4.B.

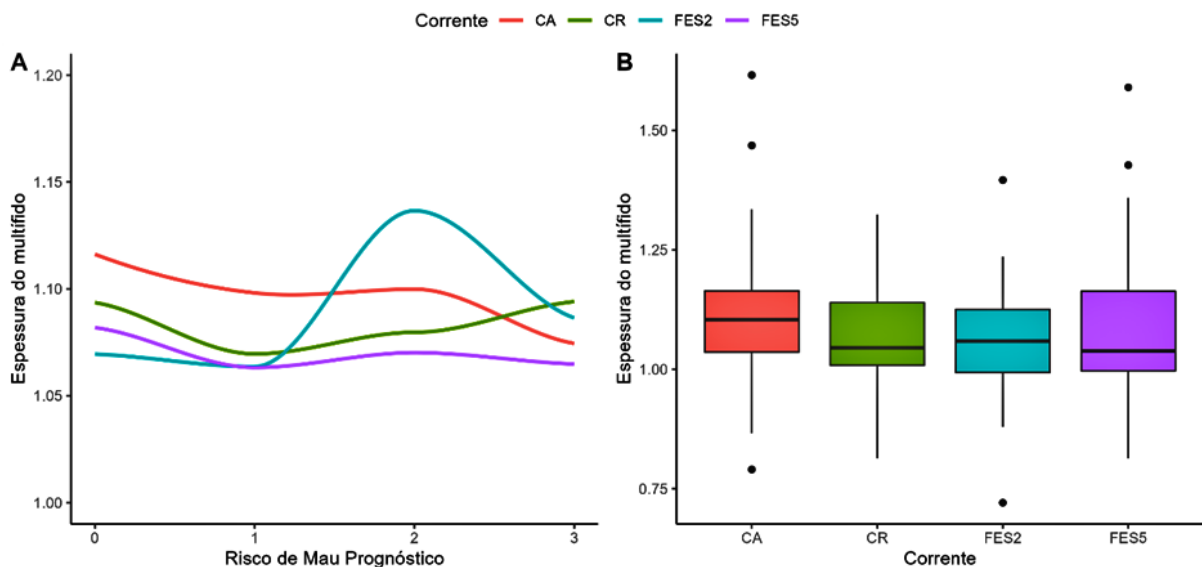


**FIGURA 4.** Representação gráfica dos valores médios de intensidade da corrente de acordo o risco de mau prognóstico (A) e a modalidade de indução à contração (B)

**Legenda:** Grupo controle (0), grupo baixo risco (1), grupo médio risco (2), grupo alto risco (3), corrente aussie (CA), corrente russa (CR), FES com largura de pulso de 200  $\mu$ s (FES2) e FES com largura de pulso de 500  $\mu$ s (FES5).

Para o desfecho espessura muscular não se observou efeito de grupo e nem da modalidade de indução à contração, e os valores médios tanto para os grupos

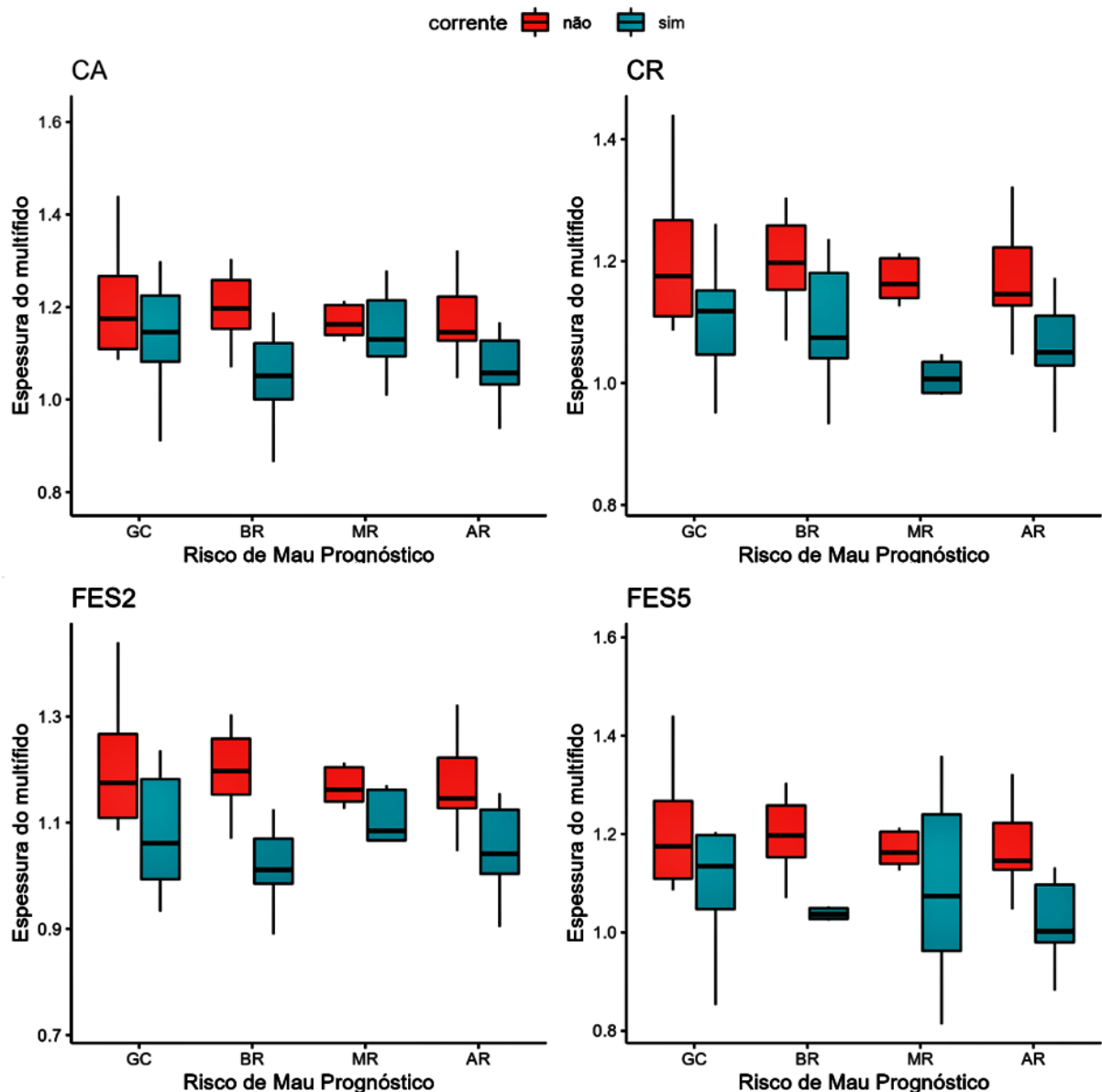
(figura 5.A) quanto para as modalidades de indução de contração (figura 5.B) podem ser visualizados na figura 5. Nota-se que, apesar da ausência de significância estatísticas, considerando-se os valores absolutos das médias, as de média frequência produziram maior espessura no GC e BR, e que os tipos de modalidades de EENM que produziram maior mudanças na espessura se modificaram no MR e AR (figura 5.A).



**FIGURA 5.** Representação gráfica dos valores médios de espessura muscular normalizada pelo repouso de acordo com o tipo de contração induzida segundo o risco de mau prognóstico (A) e quanto ao tipo de contração induzida (B).

**Legenda:** Grupo controle (0), grupo baixo risco (1), grupo médio risco (2), grupo alto risco (3), corrente aussie (CA), corrente russa (CR), FES com largura de pulso de 200  $\mu$ s (FES2) e FES com largura de pulso de 500  $\mu$ s (FES5). Os círculos pretos fechados no quadro B representam os *outliers*.

Quando comparadas as espessuras obtidas nas contrações voluntárias com aquelas obtidas pelas modalidades de indução à contração, observa-se que no BR a espessura na contração voluntária foi maior que àquelas da CA ( $p=0,001$ ), CR ( $p=0,029$ ), FES2 ( $p<0,001$ ) e FES5 ( $p=0,001$ ); no MR a espessura muscular na contração voluntária foi maior que aquelas na CR ( $p=0,001$ ) e a espessura na CR maior que a da CA ( $p=0,038$ ); no AR, a espessura da contração voluntária foi superior àquelas da CR ( $p=0,012$ ), FES2 ( $p=0,014$ ) e FES5 ( $p<0,001$ ). Observamos que, em valores absolutos, quanto maior o risco de mau prognóstico, menor a espessura do MU em relação à contração voluntária. As estatísticas descritivas para as comparações da espessura muscular em relação às espessuras na contração voluntária podem ser visualizadas na figura 6.

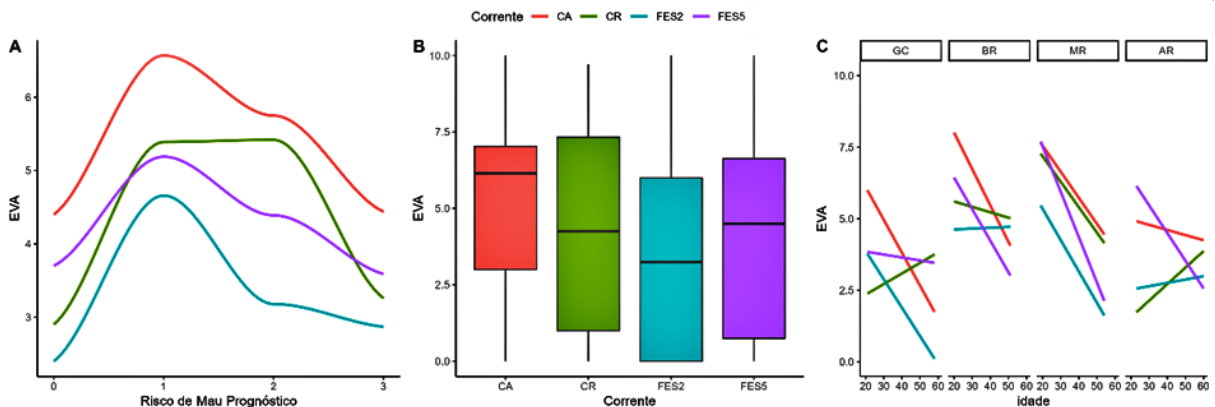


**FIGURA 6.** Representação gráfica dos valores médios de espessura muscular normalizada pelo repouso de acordo com o risco de mau prognóstico e quanto ao tipo de contração induzida voluntária (não) ou por meio da corrente (sim).

**Legenda:** Grupo controle (GC), grupo baixo risco (BR), grupo médio risco (MR), grupo alto risco (AR), corrente aussie (CA), corrente russa (CR), FES com largura de pulso de 200  $\mu$ s (FES2) e FES com largura de pulso de 500  $\mu$ s (FES5).

Para o desfecho dor não se observou efeito de grupo (figura 7.A), mas observou-se efeito da modalidade de indução à contração ( $\chi^2 [3] = 10,03$  e  $p < 0,0007$ ) em que a CA teve um valor de dor medido pela EVA mais alto que a FES2 ( $p < 0,004$ ) (figura 7.B). Também se observou efeito quanto à idade ( $\chi^2 [3] = 6,66$  e  $p < 0,010$ ), em que a CA e FES5 apresentaram uma tendência de dor mais baixo à medida que a

idade aumenta, e dentro dos grupos apenas o MR apresentou um padrão consistente de diminuição da dor em função da idade (figura 7.C).



**FIGURA 7.** Representação gráfica dos valores médios de EVA de acordo com o tipo de contração induzida segundo o risco de mau prognóstico (A), quanto ao tipo de contração induzida (B) e quanto à idade (C).

Legenda: Grupo controle (0), grupo baixo risco (1), grupo médio risco (2), grupo alto risco (3), corrente aussie (CA), corrente russa (CR), FES com largura de pulso de 200  $\mu$ s (FES2) e FES com largura de pulso de 500  $\mu$ s (FES5).

## DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi o de explorar os ajustes imediatos de diferentes correntes para EENM. A hipótese inicial, que foi a proposição de que quanto maior o risco de mau prognóstico para DLC menor seria a MIAS e a espessura muscular, foi refutada parcialmente. Nossos achados sugerem que o risco de mau prognóstico sozinho não determina nem a intensidade e nem a mudança na espessura muscular, já que parece haver interação entre modalidade de corrente, nível de dor e idade para cada nível de risco de mau prognóstico, sendo o comportamento do GC e do BR mais semelhantes entre si e diferentes do MR e AR. Além disso, observamos que nenhuma das correntes foi capaz de produzir mudanças na espessura muscular superior àquela obtida na contração voluntária.

No *rank* de desconforto observamos que as correntes classificadas como as mais desconfortáveis foram as de média frequência, contradizendo parte da literatura em que as correntes de baixa frequência são mais desconfortáveis em comparação às de média frequência (LINZMEYER *et al.*, 2022; VAZ; FRASSON, 2018; DANTAS *et al.*, 2015; FUKUDA *et al.*, 2013). Porém, Vaz e colaboradores (2012), em uma revisão de escopo, encontraram 15 artigos comparando os dois tipos de correntes e observaram que as correntes de média frequência geraram força igual ou menor, com



um desconforto semelhante e com maior percepção de fadiga, em comparação às correntes de baixa frequência. E, ainda, que níveis submáximos de força evocada revelaram maior desconforto e intensidade de corrente mais baixas para a de média frequência em comparação à corrente pulsada de baixa frequência, o que corrobora nossos achados.

Em linhas gerais, a CA apresentou valores de intensidade mais baixos e maior desconforto doloroso no ponto de MIAS. Apesar da ausência de significância estatística, observamos que a CA produziu os maiores aumentos nas espessuras do MU dos grupos GC e BR. Já para os grupos MR e AR, as maiores espessuras se deram pelas correntes de baixa frequência. Quanto à CA, além de ser uma vantagem produzir maior espessura com menor intensidade de corrente (LINZMEYER *et al.*, 2022; FUKUDA *et al.*, 2013), a diferença de padrão nos grupos mais jovens (GC e BR) pode se dar pela mudança na capacidade de percepção da dor (RAJA *et al.*, 2020).

Ao observarmos a resposta de dor às correntes na figura 7.A, nota-se que o BR foi o que relatou os maiores escores de dor. Especulamos que isso possa ser explicado por dois fatores: a idade (já que o BR era mais jovem que o MR e AR e, pelo efeito da idade encontrado, quanto mais velho menor os escores de dor); e por conta da mudança no processamento da dor. Sabe-se que o envelhecimento pode causar mudanças nos aspectos da função muscular consequentes da disfunção mitocondrial, perda de placas terminais do neurônio motor, perda de hormônios anabólicos e aumento de citocinas pró-inflamatórias (NUNES *et al.*, 2021). Além do mais, a percepção da experiência dolorosa é influenciada tanto por fatores físicos quanto emocionais. Conceitualmente, a dor é definida pela Associação Internacional de Estudo da Dor (IASP) como “uma experiência sensorial e emocional desagradável associada, ou semelhante à associada, com dano tecidual real ou potencial” (RAJA *et al.*, 2020). Porém, historicamente, o ensino da saúde no ocidente foi baseado no modelo biomédico, estritamente a partir de um ponto de vista estrutural/biológico que ignora a influência de fatores psicológicos e sociais (MEYER *et al.*, 2006). Como os voluntários do BR eram classificados nesse grupo justamente pela menor influência dos fatores emocionais, e a percepção da corrente está mais ligada a fatores nociceptivos, é possível que esses voluntários tenham sido mais responsivos à corrente do que os demais.

Ainda no desfecho de intensidade, observamos efeito da modalidade de indução à contração em que as correntes de baixa frequência tiveram valores maiores

de MIAS. Apesar desses achados, essas correntes foram menos capazes de induzir alterações na espessura dos MU, contradizendo estudos em que as correntes de baixa frequência foram capazes de atingir o torque necessário com menos intensidade do que as de média frequência (VAZ *et al.*, 2012). Quando fixado o valor da intensidade em 100 mA, as correntes de baixa frequência foram capazes de induzir maior força muscular máxima comparada com as de média frequência (BELLEW *et al.*, 2016).

Um fator que sabidamente afeta a intensidade da corrente são os tipos de eletrodos. McDonough e Kitchen (2003) justificam que eletrodos autoadesivos permitem um contato mais efetivo com a pele. Nesse sentido, os eletrodos de borracha utilizados no presente estudo podem ter interferido na intensidade selecionada pelo voluntário pela diferença de potencial que os diferentes eletrodos podem gerar, visto que no estudo produzido por Sions e colaboradores (2019) foram utilizados os eletrodos autoadesivos e a intensidade máxima autosselecionada foi inferior à selecionada neste estudo. Contudo, ao menos de nosso conhecimento, não foram encontrados estudos que tenham avaliado se há diferenças significativas na intensidade obtida quando se usa tipos de eletrodos diferentes.

Observamos pelos nossos achados um comportamento, quanto à mudança na espessura muscular, em que MR e AR parecem mais influenciados pelas correntes FES do que pelas de média frequência. Indivíduos com histórico de DLC apresentam um recrutamento alterado das fibras dos MU (SMITH; KULIG, 2016) e atrofia e infiltrados de gordura no MU (GOUBERT *et al.*, 2016). A possível causa dessas alterações é o reflexo de inibição, em que um estímulo aferente nociceptivo oriundo de um foco de lesão tecidual impede a ativação voluntária do músculo, provocando fraqueza e contribuindo para o prejuízo nos aspectos da função muscular (RICHARDSON *et al.*, 2011). Considerando que a FES é mais recomendada para quem tem comprometimento do SN (NUSSBAUM *et al.*, 2017; MAFFIULETTI *et al.*, 2018; BULLEY *et al.*, 2021; VAN DER SCHEER *et al.*, 2021), é possível sugerir que isso explique porque essa modalidade de corrente foi melhor nos grupos de MR e AR.

Já na modalidade de indução à contração, observou-se efeito no desfecho espessura dos MU em que a contração voluntária foi superior àquelas induzidas eletricamente, com o GC e AR sendo os menos influenciados pelas correntes. Além disso, a CR foi a que menos causou alteração na espessura dos MU, sendo estatisticamente diferente em relação ao voluntário em todos os grupos. Contudo,

devemos considerar que, embora os ajustes imediatos na espessura muscular induzidos pelas correntes não indiquem uma mudança efetiva, estudos com exposição a longo prazo são necessários para saber se adaptações nos aspectos da função muscular são passíveis de serem observadas. Sendo assim, o presente estudo contradiz estudos a longo prazo em que a CR causou adaptações positivas na espessura muscular (CITTADIN *et al.*, 2020) ou uma manutenção da espessura muscular (BATISTELA *et al.*, 2020) e a CA provocou um aumento da espessura do MU (PELEGRINI *et al.*, 2019).

Apesar de a contração voluntária ter sido mais efetiva que a contração induzida por EENM, há relatos na literatura com resultados positivos do uso de EENM como complemento de protocolos de exercícios em indivíduos com DLC (PAILLARD *et al.*, 2008, HICKS *et al.*, 2016) sugerindo que, talvez, a contração isolada possa não ser eficiente para modificar os aspectos da função muscular, mas que associar a EENM aos exercícios pode potencializar seus efeitos.

Além disso, quando a utilização do US não é viável para a visualização da contração muscular, nota-se a importância de incentivar o paciente a aumentar a intensidade sempre que sua tolerância assim o permitir, a fim de induzir um aumento da espessura muscular próximo à contração voluntária, ou que exceda a contração voluntária. Isso porque tanto no presente estudo quanto no estudo de Sions e colaboradores (2019) manter somente a intensidade autorreferida pelo paciente pode não gerar uma contração eficiente. Para promover adaptações biopositivas nos aspectos da função muscular, um estímulo deve ser capaz de quebrar a homeostase para gerar uma contrarregulação e, dessa forma, ampliar a capacidade do sistema para responder às sobrecargas externas impostas pela demanda funcional. Por isso, os ajustes da intensidade e do volume do estímulo são fundamentais para se obter doses adequadas para aprimorar a função (IMPELLIZZERI *et al.*, 2019). Sendo assim, mudanças na espessura causadas pela corrente que são menores que aquelas causadas pela contração voluntária podem não produzir estímulo suficiente para provocar adaptação muscular.

Algumas limitações foram encontradas neste estudo. A intensidade máxima do aparelho utilizado no nosso estudo foi de 140mA, conseqüentemente não foi possível atingir intensidades superiores naqueles indivíduos que as suportariam. Sabemos que quanto maior a intensidade, maior o número de motoneurônios ativados (MAFFIULETTI *et al.*, 2019), com base nisso, hipotetiza-se que, sem esse fator

limitante da intensidade máxima do aparelho, os MU estimulados eletricamente poderiam ter um espessamento semelhante ou maior que quando comparado à contração voluntária máxima.

## **CONCLUSÃO**

Nosso estudo sugere que a estratificação de voluntários com DLC segundo o risco de mau prognóstico não determina sozinha nem a intensidade e nem a mudança na espessura dos MU, porém, parece haver interação entre modalidade de corrente, nível de dor e idade para cada nível de risco de mau prognóstico, sendo o comportamento do GC e do BR mais semelhantes (mais próximas) entre si e diferentes do MR e AR. Além disso, observamos que nenhuma das correntes foi capaz de produzir mudanças na espessura muscular superior àquela obtida na contração voluntária.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. C. DE *et al.* Transcutaneous electrical nerve stimulation and interferential current demonstrate similar effects in relieving acute and chronic pain: a systematic review with meta-analysis. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 22, n. 5, p. 347–354, set. 2018.
- ALRWAILY, Muhammad *et al.* Stabilization exercises combined with neuromuscular electrical stimulation for patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial, **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 23, n. 6, p. 506–515, 2019.
- BATISTELLA, Carla Elis *et al.* Effects of the Russian current in the treatment of low back pain in women: A randomized clinical trial. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 24, n. 2, p. 118–122, 2020.
- BELLEW, James W.; BEISWANGER, Zach; FREEMAN, Erica; GAERTE, Carrie; TRAFTON, Jane. Interferential and burst-modulated biphasic pulsed currents yield greater muscular force than Russian current. **Physiotherapy Theory and Practice**, v. 28, n. 5, p. 384–390, 2012.
- BULLEY, C. *et al.* Development of clinical guidelines for service provision of functional electrical stimulation to support walking: mixed method exploration of stakeholder views. **BMC Neurology**, v. 21, n. 1, 5 jul. 2021.
- CHOU, Roger *et al.* Diagnosis and treatment of low back pain: a joint clinical practice guideline from the American College of Physicians and the American Pain Society. **Annals of internal medicine**, v. 147, n. 7, p. 478-491, 2007.
- CITTADIN, G. L. Comparison between Russian and Aussie currents in the grip strength and thickness muscles of the non-dominant hand: A double-blind, prospective, randomized-controlled study. **Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 66, n. 4, p. 423–428, 21 dez. 2020.
- COUTO, Bruno Pena *et al.* Effect of application of mechanical vibration on vertical impulsion. **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 18, p. 414-422, 2012.
- DANTAS, Lucas Ogura *et al.* Comparison between the effects of 4 different electrical stimulation current waveforms on isometric knee extension torque and perceived discomfort in healthy women, **Muscle & Nerve**, v. 51, n. 1, p. 76–82, 2014.
- FORTIN, M. *et al.* Ultrasonography of multifidus muscle morphology and function in ice hockey players with and without low back pain. **Physical Therapy in Sport**, v. 37, p. 77-85, 2019.
- FOSTER, Nadine E *et al.* Prevention and treatment of low back pain: evidence, challenges, and promising directions, **The Lancet**, v. 391, n. 10137, p. 2368–2383, 2018.

FUKUDA, Thiago Yukio *et al.* Comparison of peak torque, intensity and discomfort generated by neuromuscular electrical stimulation of low and medium frequency, **Isokinetics and Exercise Science**, v. 21, n. 2, p. 167–173, 2013.

GONDIN, Julien *et al.* Neuromuscular electrical stimulation training induces atypical adaptations of the human skeletal muscle phenotype: a functional and proteomic analysis. **Journal of applied physiology**, v. 110, n. 2, p. 433-450, 2011.

GOUBERT, D. *et al.* Structural Changes of Lumbar Muscles in Non-Specific Low Back Pain. **Pain Physician**, v.19, p. E985-E1000, 2016.

GUO, Peng; WANG, Jian-wei; TONG, An. Therapeutic effectiveness of neuromuscular electrical stimulation for treating patients with chronic low back pain. **Medicine**, v. 97, n. 48, 2018.

HEIDLAND, August *et al.* Neuromuscular electrostimulation techniques: historical aspects and current possibilities in treatment of pain and muscle wasting. **Clin Nephrol**, v. 79, n. Suppl 1, p. S12-S23, 2013.

HICKS, G. *et al.* Trunk Muscle Training Augmented with Neuromuscular Electrical Stimulation Appears to Improve Function in Older Adults with Chronic Low Back Pain: A Randomized Preliminary Trial. **Clin J Pain**. v.32, p. 898-906, oct. 2016.

HOUGHTON P.E; NUSSBAUM E.L.; HOENS A.M. Electrophysical agents - Contraindications and Precautions: an Evidence-Based Approach to Clinical Decision Making in Physical Therapy. **Physiotherapy Canada**, v. 62, n. 5, p. 1-80, 2010.

IMPELLIZZERI, Franco M.; MARCORA, Samuele M.; COUTTS, Aaron J., Internal and External Training Load: 15 Years On, **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 14, n. 2, p. 270–273, 2019.

JOHNSON, Mark. Transcutaneous electrical nerve stimulation: mechanisms, clinical application and evidence. **Reviews in pain**, v. 1, n. 1, p. 7-11, 2007.

KOCAMAZ, Deniz; YAKUT, Hatice; ÖZBERK, Sema. Patients' satisfaction with and awareness of electrical stimulation therapy. **Physiotherapy Quarterly**, v. 28, n. 1, p. 11-15, 2020.

LÉVESEQUE, J. *et al.* Lumbar Multifidus Muscle Characteristics, Body Composition, and Injury in University Rugby Players. **Journal of Athletic Training** v. 55, p. 1116–1123, 2020.

LINZMEYER, A. *et al.* Efeito da estimulação elétrica neuromuscular na função muscular em pacientes com dor lombar crônica: revisão sistemática. **BrJP**. v. 5, p. 161-167, jun. 2022.

LUAN, Xin *et al.* Exercise as a prescription for patients with various diseases. **Journal of sport and health science**, v. 8, n. 5, p. 422-441, 2019.

MAFFIULETTI, Nicola A. *et al.* Neuromuscular electrical stimulation as a potential countermeasure for skeletal muscle atrophy and weakness during human spaceflight. **Frontiers in Physiology**, v. 10, p. 1031, 2019.

MAFFIULETTI, Nicola A. Physiological and methodological considerations for the use of neuromuscular electrical stimulation. **European journal of applied physiology**, v. 110, n. 2, p. 223-234, 2010.

MAFFIULETTI, Nicola A. *et al.* Clinical Use of Neuromuscular Electrical Stimulation for Neuromuscular Rehabilitation: What Are We Overlooking?, **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 99, n. 4, p. 806–812, 2018.

MCDONOUGH, S. KITCHEN, S. Eletroterapia: prática baseada em evidências: Estimulação elétrica neuromuscular e muscular. 11 ed. São Paulo: Manole; 2003

MEYER, Patrícia Froes; COSTA, Íris do Céu Clara; GICO, Vânia de Vasconcelos, Ciências sociais e fisioterapia: uma aproximação possível, **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 13, n. 4, p. 877–890, 2006.

NUNES, Juliana Duarte *et al.* Fatores associados à Sarcopenia em idosos da comunidade. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 28, p. 159-165, 2021.

NUSSBAUM, Ethne L. *et al.* Neuromuscular electrical stimulation for treatment of muscle impairment: critical review and recommendations for clinical practice. **Physiotherapy Canada**, v. 69, n. 5, p. 1-76, 2017.

OLIVEIRA, C. B. *et al.* Psychometric Properties of the Deep Muscle Contraction Scale for Assessment of the Drawing-in Maneuver in Patients With Chronic Nonspecific Low Back Pain. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 47, n. 6, p. 432–441, jun. 2017.

O'SULLIVAN, Peter *et al.* Sensory characteristics of chronic non-specific low back pain: a subgroup investigation. **Manual therapy**, v. 19, n. 4, p. 311-318, 2014.

PAILLARD, T. Combined application of neuromuscular electrical stimulation and voluntary muscular contractions. **Sport. Med.** v. 38, p. 161–177, oct. 2008.

PELEGRINI, Ana Claudia Aparecida; GASOTO, Eduardo; BUSSOLARO, Jean Marcos; *et al.* The analgesic action of Aussie current in women with non-specific chronic lumbar pain. **International Journal of Therapy and Rehabilitation**, v. 26, n. 7, p. 1–10, 2019.

PEREIRA, K. E. *et al.* KiloHertz currents on aspects of muscle function: A scoping review. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 32, p. 110–119, out. 2022.

PILZ, Bruna; VASCONCELOS, Rodrigo A.; MARCONDES, Freddy B.; *et al.* The Brazilian version of STarT Back Screening Tool - translation, cross-cultural adaptation and reliability. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 18, n. 5, p. 453–461, 2014.

RAJA, Srinivasa N. *et al.* The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises, **Pain**, v. 161, n. 9, p. 1976–1982, 2020.

RICHARDSON, Carolyn; HODGES, Paul. W.; HIDES, Julie. **Fisioterapia para estabilização lombopélvica**. São Paulo: Phorte Editora, 2011.

RUSSO, Marc *et al.* Muscle Control and Non-specific Chronic Low Back Pain, **Neuromodulation: Technology at the Neural Interface**, v. 21, n. 1, p. 1–9, 2018.

SILVA, V. Z. M. *et al.* Current evidence demonstrates similar effects of kilohertz-frequency and low-frequency current on quadriceps evoked torque and discomfort in healthy individuals: a systematic review with meta-analysis. **Physiotherapy Theory and Practice**, v. 31, n. 8, p. 533–539, 2015.

SIONS, J. M. *et al.* Exploring neuromuscular electrical stimulation intensity effects on multifidus muscle activity in adults with chronic low back pain: an ultrasound imaging–informed investigation. **Clinical Medicine Insights: Arthritis and Musculoskeletal Disorders**, v. 12, p. 1–9, 2019.

SMITH, Jo Armour ; KULIG, Kornelia, Altered Multifidus Recruitment During Walking in Young Asymptomatic Individuals With a History of Low Back Pain, **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 46, n. 5, p. 365–374, 2016.

SONGJAROEN, Sranya *et al.* Combined neuromuscular electrical stimulation with motor control exercise can improve lumbar multifidus activation in individuals with recurrent low back pain, **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, 2021.

THIVEL, D. *et al.* Physical Activity, Inactivity, and Sedentary Behaviors: Definitions and Implications in Occupational Health. **Frontiers in Public Health**, v. 6, 5 out. 2018.

VAN DER SCHEER, Jan W. *et al.* Functional electrical stimulation cycling exercise after spinal cord injury: a systematic review of health and fitness-related outcomes. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, v. 18, n. 1, p. 1-16, 2021.

VAZ, Marco Aurélio; FRASSON, Viviane Bortoluzzi. Low-frequency pulsed current versus kilohertz-frequency alternating current: a scoping literature review. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 99, n. 4, p. 792-805, 2018.

WILSON, Anitra *et al.* Measuring ultrasound images of abdominal and lumbar multifidus muscles in older adults: A reliability study, **Manual Therapy**, v. 23, p. 114–119, 2016.



## **CONCLUSÃO GERAL DA DISSERTAÇÃO**

O objetivo geral dessa dissertação foi o de explorar os efeitos induzidos pela EENM nos aspectos da função muscular em subclasses de voluntários com DLC.

Com base nos achados dos dois artigos produzidos, observamos que a EENM é potencialmente capaz de induzir mudanças nos aspectos da função muscular, embora parâmetros dosimétricos ainda sejam um problema a ser resolvido. Observamos que a intensidade no ponto de MIAS não induz mudanças na espessura muscular iguais ou maiores que aquela induzida voluntariamente, o que pode ser sugestivo que se façam necessárias intensidades mais altas durante os tratamentos com EENM. Também se sugere que aqueles voluntários com altos riscos de mau prognóstico se beneficiem mais das correntes FES e aqueles com BR se beneficiem mais se tratados com CA.

# APÊNDICE I

## FICHA DE AVALIAÇÃO

### FICHA DE AVALIAÇÃO

PROJETO DE PESQUISA: AVALIAÇÃO DOR LOMBAR CRÔNICA

ReFEBI

PRONTUÁRIO Nº: \_\_\_\_\_ DATA DA AVALIAÇÃO: \_\_\_\_\_

#### IDENTIFICAÇÃO:

Nome: \_\_\_\_\_  
Data de nascimento: \_\_\_\_\_ Idade (anos): \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Escolaridade: \_\_\_\_\_  
Estado civil: \_\_\_\_\_ Nacionalidade: \_\_\_\_\_ Circunferências (m): cintura \_\_\_\_\_ quadril \_\_\_\_\_  
Massa corporal (kg): \_\_\_\_\_ Estatura (m): \_\_\_\_\_ CMI (m): ESQUERDO \_\_\_\_\_ DIREITO \_\_\_\_\_  
Percentual de massa magra: \_\_\_\_\_ Percentual de massa gorda: \_\_\_\_\_  
Profissão atual: \_\_\_\_\_ Profissão anterior: \_\_\_\_\_  
Diagnóstico de origem (diagnóstico médico): \_\_\_\_\_  
Nível de aptidão física: \_\_\_\_\_

#### ANAMNESE:

QP – (Queixa Principal):

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

HDA – (História da Doença Atual) : REFERENTE AO QUADRO DE DOR LOMBAR

HÁ QUANTO TEMPO SENTE DOR? \_\_\_\_\_ DIAS, **OU** \_\_\_\_\_ MESES, **OU** \_\_\_\_\_ ANOS

QUAL FOI A CAUSA DA DOR INICIALMENTE? ESCOLHA APENAS 1 OPÇÃO

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> PROGRESSIVA, SEM CAUSA APARENTE            | <input type="checkbox"/> ESCORREGÃO OU QUEDA               |
| <input type="checkbox"/> ACIDENTE AUTOMOBOLÍSTICO                   | <input type="checkbox"/> PEDESTRE, ATROPELADO POR UM CARRO |
| <input type="checkbox"/> EU ME INCLINEI / GIREI                     | <input type="checkbox"/> TOSSI FORTE/ ESPIRREI             |
| <input type="checkbox"/> LEVANTEI UM PESO                           | <input type="checkbox"/> LONGA VIAGEM SENTADO              |
| <input type="checkbox"/> TRABALHO DE JARDINAGEM / PEQUENOS SERVIÇOS | <input type="checkbox"/> DURANTE PRÁTICA DE ESPORTE        |
| <input type="checkbox"/> NO TRABALHO                                | <input type="checkbox"/> NÃO SEI DIZER NADA A RESPEITO     |

- Antes da lesão se manifestar, o paciente modificou ou efetuou qualquer atividade repetitiva ou de alto esforço inusitado? ( ) S ( ) N

#### REAÇÕES DOLOROSAS

DORMIR DEITADO	<input type="checkbox"/> AUMENTA DOR	<input type="checkbox"/> REDUZ DOR	<input type="checkbox"/> NÃO AFETA
LEVANTAR PELA MANHÃ (RIGIDEZ)	<input type="checkbox"/> AUMENTA DOR	<input type="checkbox"/> REDUZ DOR	<input type="checkbox"/> NÃO AFETA
SENTAR COM EXTENSÃO	<input type="checkbox"/> AUMENTA DOR	<input type="checkbox"/> REDUZ DOR	<input type="checkbox"/> NÃO AFETA
SENTAR COM FLEXÃO	<input type="checkbox"/> AUMENTA DOR	<input type="checkbox"/> REDUZ DOR	<input type="checkbox"/> NÃO AFETA
SENTADO POR LONGO TEMPO (+ 20 MIN)	<input type="checkbox"/> AUMENTA DOR	<input type="checkbox"/> REDUZ DOR	<input type="checkbox"/> NÃO AFETA
PASSAR DE SENTADO PARA EM PÉ	<input type="checkbox"/> AUMENTA DOR	<input type="checkbox"/> REDUZ DOR	<input type="checkbox"/> NÃO AFETA
CAMINHAR	<input type="checkbox"/> AUMENTA DOR	<input type="checkbox"/> REDUZ DOR	<input type="checkbox"/> NÃO AFETA
DIRIGIR	<input type="checkbox"/> AUMENTA DOR	<input type="checkbox"/> REDUZ DOR	<input type="checkbox"/> NÃO AFETA/NÃO SE APLICA
TOSSIR, ESPIRRAR, EVACUAR	<input type="checkbox"/> AUMENTA DOR	<input type="checkbox"/> REDUZ DOR	<input type="checkbox"/> NÃO AFETA

#### MECANISMOS DE DOR

A DOR É CONSTANTE? *DÓI SEM PARAR OU A DOR PARA?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
O MOVIMENTO PIORAR A DOR?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
A DOR APARECE APÓS REPETIR ALGUMAS VEZES O MOVIMENTO?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
A DOR APARECE/AUMENTA QUANDO EM POSTURAS SUSTENTADAS?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO

CIRCUNSTÂNCIA DA DOR AO LONGO DO DIA: MELHORA OU PIORA  
 A DOR AS VEZES PÁRA COMPLETAMENTE? ( ) SIM ( ) NÃO

EM CASO AFIRMATIVO, COMO A DOR MELHORA? **ESCOLHA NO MÁXIMO 3 OPÇÕES**

<input type="checkbox"/> NADA ALTERA	<input type="checkbox"/> SUBINDO ESCADA	<input type="checkbox"/> DEITADO DE BRUÇOS
<input type="checkbox"/> SENTANDO-ME	<input type="checkbox"/> INCLINANDO-ME PARA FRENTE	<input type="checkbox"/> DEITADO DO LADO DIREITO
<input type="checkbox"/> DIRIGINDO MEU CARRO	<input type="checkbox"/> INCLINANDO-ME PARA TRÁS	<input type="checkbox"/> DEITADO DO LADO ESQUERDO
<input type="checkbox"/> FICANDO EM PÉ	<input type="checkbox"/> FAZENDO ROTAÇÕES DE TRONCO	<input type="checkbox"/> TOSSINDO E ESPIRRANDO
<input type="checkbox"/> ANDANDO	<input type="checkbox"/> LEVANTANDO PACOTES OU PESOS	<input type="checkbox"/> RESPIRANDO PROFUNDO
<input type="checkbox"/> DEITADO DE COSTAS C/ AS PERNAS ESTICADAS		<input type="checkbox"/> SE ESTOU PREOCUPADO
<input type="checkbox"/> DEITADO DE COSTAS C/ OS JOELHOS DOBRADOS		<input type="checkbox"/> POR UMA ATIVIDADE SEXUAL

EM CASO NEGATIVO, O QUE PIORA A DOR? **ESCOLHA NO MÁXIMO 3 OPÇÕES**

<input type="checkbox"/> NADA ALTERA	<input type="checkbox"/> SUBINDO ESCADA	<input type="checkbox"/> DEITADO DE BRUÇOS
<input type="checkbox"/> SENTANDO-ME	<input type="checkbox"/> INCLINANDO-ME PARA FRENTE	<input type="checkbox"/> DEITADO DO LADO DIREITO
<input type="checkbox"/> DIRIGINDO MEU CARRO	<input type="checkbox"/> INCLINANDO-ME PARA TRÁS	<input type="checkbox"/> DEITADO DO LADO ESQUERDO
<input type="checkbox"/> FICANDO EM PÉ	<input type="checkbox"/> FAZENDO ROTAÇÕES DE TRONCO	<input type="checkbox"/> TOSSINDO E ESPIRRANDO
<input type="checkbox"/> ANDANDO	<input type="checkbox"/> LEVANTANDO PACOTES OU PESOS	<input type="checkbox"/> RESPIRANDO PROFUNDO
<input type="checkbox"/> DEITADO DE COSTAS C/ AS PERNAS ESTICADAS		<input type="checkbox"/> SE ESTOU PREOCUPADO
<input type="checkbox"/> DEITADO DE COSTAS C/ OS JOELHOS DOBRADOS		<input type="checkbox"/> POR UMA ATIVIDADE SEXUAL

- Levando-se em conta **as últimas 4 semanas**, a dor está: ( ) melhorando; ( ) piorando; ( ) estável
- Faz uso de salto alto com frequência? ( ) S ( ) N ( ) homem
- A dor é pior: ( ) pela manhã; ( ) à noite ( ) indiferente ( ) sem padrão
- Qual a atividade de lazer habitual? \_\_\_\_\_
- Qual a posição de dormir? ( ) muda durante a noite ( ) bruços ( ) decúbito dorsal ( ) lado direito ( ) lado esquerdo
- Qual o tipo de colchão: ( ) muito duro ( ) duro ( ) macio ( ) mole
- Está tomando medicação (para a dor lombar)? ( ) S ( ) N
- Há quanto tempo? \_\_\_\_\_
- O uso da medicação é contínuo ou esporádico? \_\_\_\_\_
- Qual o medicamento? \_\_\_\_\_
- Está melhorando com a medicação? ( ) S ( ) N
- Realiza, no momento, qualquer outro tipo de tratamento além do medicamentoso? ( ) S ( ) N
- Se sim, qual? \_\_\_\_\_
- Tem disfunção cognitiva? ( ) S ( ) N
- Tem lesão neurológica central? ( ) S ( ) N
- Ciclo menstrual irregular? ( ) S ( ) N ( ) homem
- Tem irregularidade na função intestinal? ( ) S ( ) N Qual? \_\_\_\_\_
- Tem lesão osteomuscular em outra articulação ou região? ( ) S ( ) n, Qual? \_\_\_\_\_
- Relata outras alterações sistêmicas? ( ) S ( ) N. Qual?
  - ( ) Cardíaca: hipertensão ( ) Arritmia ( ) infarto ( ) insuficiência cardíaca ( ) outra ( )
  - ( ) Pulmonar: Asma ( ) bronquite ( ) enfisema ( ) outra ( )
  - ( ) Renal: Nefrites ( ) insuficiência renal ( ) outra ( )
  - ( ) Hormonal: Diabetes ( ) hiper/hipotireoidismo ( ) outra ( )
  - ( ) Vascular: varicosas ( ) varizes ( ) trombose ( ) outra ( )
  - ( ) Outra: \_\_\_\_\_

FAZ USO DE MEDICAMENTO PARA CONTROLAR A PRESSÃO ARTERIAL? ( ) sim ( ) não  
 Qual remédio? \_\_\_\_\_

## HISTÓRIA SOCIAL, ERGONÔMICA, GENÉTICA

Qual seu nível de atividade física (calcular pelo Índice de Kasari): \_\_\_\_\_

Com que frequência consome cafeína (café, refrigerante, chimarrão, chá preto) na semana? (soma de tudo que é consumido)

- frequência: ( ) diariamente ( ) grande parte dos dias ( ) eventualmente ( ) nunca
- quantidade: ( ) grande ( ) moderada ( ) pouco ( ) nada

- Fumante? ( ) S ( ) N ( ) ex-fumante

Se sim? Há quanto tempo? \_\_\_\_\_

Tipo: ( ) cigarro ( ) cigarro de palha ( ) outro

Quantos cigarros por dia ATUALMENTE? ( ) 3 a 4 ( ) 5 a 15 ( ) 1 maço ( ) + de 1 maço

- Tem crises de tosse frequente (por qualquer motivo)? ( ) sim ( ) não

Se sim: ( ) a cada 6 meses ( ) a cada 3 meses ( ) a cada 1 mês ( ) várias no mês

A tosse é: ( ) produtiva ( ) seca

- Uso de bebida alcoólica? ( ) Sim, com frequência ( ) apenas socialmente ( ) Não faz uso

Realiza trabalho físico pesado? ( ) sim, frequentemente ( ) sim, moderadamente ( ) sim, eventualmente ( ) não

Trabalha em posição sustentada (em pé, sentado etc.)? ( ) sim, muito ( ) sim, moderadamente ( ) sim, eventualmente ( ) não

Faz o movimento de inclinar-se e girar o tronco frequentemente? ( ) sim ( ) não

Faz movimentos repetitivos com frequência? ( ) sim ( ) não

Com qual frequência seu ambiente de trabalho/atividade é estressante? ( ) sempre ( ) maior parte ( ) as vezes ( ) nunca

Tem parentes mais velhos com dores nas costas? ( ) Não ( ) avós ( ) pai ( ) mãe ( ) outros \_\_\_\_\_

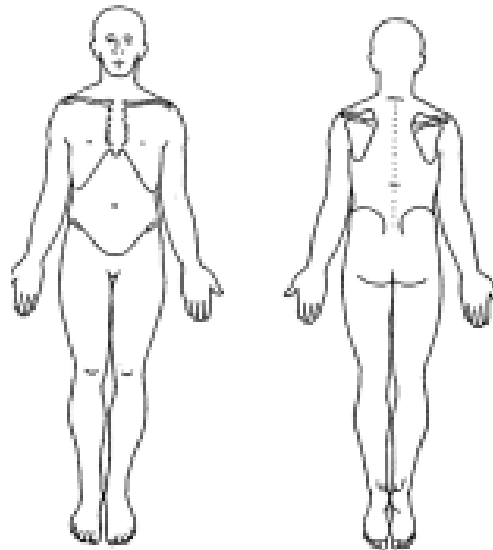
## OUTROS SINTOMAS ALÉM DA DOR

**NAS ÚLTIMAS 4 SEMANAS, VOCÊ TEM PERCEBIDO ALGUM SINTOMA INEXPLICADO OU DIFERENTE DO USUAL? (ESCOLHA QUANTAS OPÇÕES ACHAR NECESSÁRIA)**

<input type="checkbox"/> NÃO PERCEBI NENHUM SINTOMA DIFERENTE	<input type="checkbox"/> DOR ININTERRUPTA MUITO FORTE (EVA ENTRE 9 E 10)
<input type="checkbox"/> FADIGA, SENSÇÃO DE MAL ESTAR	<input type="checkbox"/> DOR TORÁCICA (NO PEITO)
<input type="checkbox"/> FRAQUEZA GENERALIZADA	<input type="checkbox"/> DISTÚRBO NEUROLÓGICO
<input type="checkbox"/> FEBRE, ARREPIOS, SUDAÇÃO INABITUAL	<input type="checkbox"/> RESTRIÇÃO GRAVE E PERSISTENTE DA FLEXÃO LOMBAR
<input type="checkbox"/> GANHÓ DE PESO REPENTINO	<input type="checkbox"/> DIFICULDADE MICCIONAL / INCONTINÊNCIA
<input type="checkbox"/> PERDA DE PESO REPENTINO	<input type="checkbox"/> INCONTINÊNCIA FECAL
<input type="checkbox"/> NAUSEA, VÔMITOS	<input type="checkbox"/> ANESTISEIA EM SELA EM TORNO DO ÂNUS, GENITAIS OU PERINEO

- Quais são os locais e os limites da dor? **(PINTE OS LOCAIS DE DOR)**.

- ( ) não sei descrever, é espalhada
- ( ) lombar central (bem no meio da coluna)
- ( ) lombar unilateral (ao lado da coluna) [ D ] [ E ]
- ( ) lombar central + nádega unilateral [ D ] [ E ]
- ( ) lombar central + nádega bilateral
- ( ) lombar unilateral [ D ] [ E ] + nádega unilateral [ D ] [ E ]
- ( ) lombar central + nádega unilateral [ D ] [ E ] + coxa unilateral [ D ] [ E ]
- ( ) lombar central + nádega bilateral + coxa bilateral
- ( ) lombar unilateral [ D ] [ E ] + nádega unilateral [ D ] [ E ] + unilateral [ D ] [ E ]
- ( ) lombar central e unilateral [ D ] [ E ] + nádega unilateral [ D ] [ E ] + unilateral [ D ] [ E ]



- Relata formigamento, queimação ou dormência COM FREQUÊNCIA? ( ) SIM ( ) NÃO ( ) SOMENTE AS VEZES  
 Se sim, o local desse desconforto se assemelhar com alguma (ou algumas) das figuras abaixo? (MOSTRAR FIGURA IMPRESSA)  
 ( ) Não, o formigamento e a dor não passam por esses locais  
 ( ) Sim, é igual a: ( ) figura 1 ( ) figura 2 ( ) figura 3

**HDP – (História da Doença Progressiva):**

- Tem histórico de cirurgia (seja por qualquer motivo)? ( ) S ( ) N  
 - Se sim, qual?

---



---



---



---

**EXAME FÍSICO**

**OBSERVAÇÃO, INSPEÇÃO E PALPAÇÃO:**

- a marcha se apresenta normal quando o paciente anda? ( ) S ( ) N
- o paciente está tenso, aborrecido ou letárgico? ( ) S ( ) N
- o paciente apresenta aspecto sadio? ( ) S ( ) N
- o paciente apresenta excesso de peso? ( ) S ( ) N
- o paciente apresenta postura antálgica? ( ) S ( ) N
- apresenta alterações dérmicas? ( ) S ( ) N
- tem cicatrizes? Onde? \_\_\_\_\_ Cirúrgica? ( ) S ( ) N \_\_\_\_\_
- apresenta déficits em sensibilidade importante? ( ) S ( ) N Onde? \_\_\_\_\_

**AMPLITUDE DE MOVIMENTO DE QUADRIL (Goniometria)**

Flexão: \_\_\_\_\_ Extensão: \_\_\_\_\_  
 Rotação interna: \_\_\_\_\_ Rotação externa: \_\_\_\_\_  
 Abdução: \_\_\_\_\_ Adução: \_\_\_\_\_

**TESTAGEM NEUROLÓGICA POR NÍVEL RADICULAR (marcar D e/ou E)**

L4

Motor: Tibial Anterior (D/E) 0 (D/E) 1 (D/E) 2 (D/E) 3 (D/E) 4 (D/E) 5

Sensibilidade: (próximo ao maléolo medial): (D/E) normal (D/E) c/ déficit

L5

Motor: Extensor longo do hálux: (D/E) 0 (D/E) 1 (D/E) 2 (D/E) 3 (D/E) 4 (D/E) 5

Sensibilidade: (proximalmente ao 2º raio na parte dorsal): (D/E) normal (D/E) c/ déficit

S1

Motor: Tríceps sural: (D/E) 0 (D/E) 1 (D/E) 2 (D/E) 3 (D/E) 4 (D/E) 5

Sensibilidade: (lateralmente ao tendão aquileo): (D/E) normal (D/E) c/ déficit

**TESTES ATIVOS**

**Descreva os efeitos na dor atual –**

Durante: (1) produz, (2) abole, (3) aumenta, (4) diminui, (5) nenhum efeito - NE, (6) centralizando, (7) periferizando, (8) não realiza

Após: (A) melhor, (B) pior, (C) NE, (D) centralizado, (E) periferizado

**SURGIMENTO/PIORA DA DOR: início (I) meio (M) final (F)**

SINTOMAS	SINTOMAS – MOMENTO DO TESTE			SURGIMENTO
	Antes	Durante	Após	
Flexão em pé	( ) c/ dor ( ) s/ dor	( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8	( ) A ( ) B ( ) C ( ) D ( ) E	( ) I ( ) M ( ) F
Extensão em pé	( ) c/ dor ( ) s/ dor	( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8	( ) A ( ) B ( ) C ( ) D ( ) E	( ) I ( ) M ( ) F
Deslocamento lateral direito em pé	( ) c/ dor ( ) s/ dor	( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8	( ) A ( ) B ( ) C ( ) D ( ) E	( ) I ( ) M ( ) F
Deslocamento lateral esquerdo em pé	( ) c/ dor ( ) s/ dor	( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8	( ) A ( ) B ( ) C ( ) D ( ) E	( ) I ( ) M ( ) F
Flexão + rotação direita	( ) c/ dor ( ) s/ dor	( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8	( ) A ( ) B ( ) C ( ) D ( ) E	( ) I ( ) M ( ) F
Flexão + rotação esquerda	( ) c/ dor ( ) s/ dor	( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8	( ) A ( ) B ( ) C ( ) D ( ) E	( ) I ( ) M ( ) F
Extensão + rotação direita	( ) c/ dor ( ) s/ dor	( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8	( ) A ( ) B ( ) C ( ) D ( ) E	( ) I ( ) M ( ) F
Extensão + rotação esquerda	( ) c/ dor ( ) s/ dor	( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8	( ) A ( ) B ( ) C ( ) D ( ) E	( ) I ( ) M ( ) F

**TESTES ESPECIAIS: (TESTE POSITIVO = REPRODUZ OS SINTOMAS DO PACIENTE)**

**- Testes neurodinâmicos:**

- elevação da perna reta (laséque): ( ) negativo ( ) positivo - ( ) D ( ) E

- teste radicular sentado (Slump): ( ) negativo ( ) positivo - ( ) D ( ) E

Posição do teste: ( ) flex tronco + cab neutra ( ) flex tronco e cab ( ) flex tronco e cab + ext joelho ( ) flex tronco e cab + ext joelho + dorsiflex torn ( ) flex tronco + ext joelho + dorsiflex torn + cab neutra

**- Testes para disfunção articular:**

- teste de mílgram (elevação de ambos os MMII de 5 a 10 cm da mesa por 30 s): ( ) negativo ( ) positivo - ( ) D ( ) E

- teste de Patrick Faber: ( ) negativo ( ) positivo - ( ) D ( ) E

- compressão dos ilios: ( ) positivo ( ) negativo

- separação dos ilios: ( ) positivo ( ) negativo

**- Teste para simulação:**

- teste de hoover (elevar um MI e verificar a pressão no calcâneo contralateral): ( ) negativo ( ) positivo

## APÊNDICE II

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



Comitê de Ética em Pesquisa – CEP



Aprovado na CONEP em 04/08/2000

#### ANEXO I

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

**Título do Projeto: Efeitos da estabilização lombopélvica, eletroestimulação neuromuscular, imagética, e da educação em dor nos parâmetros psicossociais, funcionais e neuromusculares de pacientes com dor lombar crônica, estratificados pelo risco de mau prognóstico: ensaio clínico randomizado**

#### **Pesquisadores responsáveis:**

Prof. Alberito Rodrigo de Carvalho - Telefones: (31) 973848533 / (45) 32203072

Prof. Gladson Ricardo Fior Bertolini – Telefones: (45) 991428588 / (45) 32203072

#### **Colaboradores:**

Camila Amaral Coracini – Telefone: (44) 999021650

Ándrea Rafaela Caovila – Telefone: (45) 99939797

Mateus Vieira Furtuoso – Telefone: (44) 999225021

Convidamos você a participar de nossa pesquisa que tem o objetivo verificar o efeito de alguns tratamentos fisioterapêuticos para dor lombar crônica sobre algumas atividades do dia a dia (como caminhar), no nível de dor, no equilíbrio, na força e na ativação dos músculos da região lombar e abdominal, em alguns aspectos emocionais, e na sua flexibilidade muscular. Esperamos com este estudo auxiliar no diagnóstico e no tratamento de pacientes com dor lombar crônica.

Para a realização desta pesquisa, serão feitas algumas avaliações para saber se você se enquadra no perfil do trabalho e para identificar uma lista de habilidades: 1) sua percepção sobre o grau de dificuldade de realizar suas atividades diárias e o seu medo do movimento; 2) como o seu corpo responde ao exercício durante a caminhada; 3) o quão intensa é a sua dor; 4) a força e a ativação dos músculos do tronco e abdômen para manter a coluna estável; 5) equilíbrio; 6) capacidade de imaginar o músculo contraindo; 7) flexibilidade muscular.

Para as avaliações para saber o quanto seus músculos da lombar e do abdômen estão ativos em algumas tarefas, será necessário colocar alguns eletrodos no seu tronco/abdômen que permitirão avaliar a atividade. Para isso, nos locais em que os eletrodos serão colocados, será necessário realizar uma raspagem com lâmina de barbear, de uso exclusivo, para limpar a pele e retirar eventuais pelos. Também será realizado um exame de ultrassonografia, que é totalmente indolor, e para o qual apenas será passado um gel na região da coluna vertebral e do abdômen para que o aparelho deslize de forma adequada ao exame.

Em uma das avaliações de caminhada, será necessário que você caminhe o mais rápido possível por seis minutos consecutivamente. Esse teste será repetido após um período de descanso.

Ao aceitar participar da pesquisa, você terá de fazer uma bateria de testes, dentre eles caminhar, teste de equilíbrio, teste para testar a força dos seus músculos da região lombar e responder questionários. Os tratamentos que você será submetido, com duração média de 3 meses: 1) aulas de orientação sobre o que é a dor lombar, suas causas e como lidar com a dor; 2) exercícios para treinar os músculos das regiões lombar e abdominal; 3) estimulação elétrica para fortalecer os músculos da região lombar; 4) treino mental para ajudar a contrair os músculos protetores da coluna

de forma eficiente. Após você receber os tratamentos, você ficará por um mês sem receber nenhum tratamento para que possamos ver a duração dos resultados. Todas as etapas da pesquisa acontecerão na clínica de Fisioterapia da UNIOESTE.

Caso em alguns dos testes sua pressão arterial ou batimentos cardíacos estejam aumentados, ou se sua dor estiver muito forte, seu teste será remarcado para outro dia quando a sua pressão arterial, batimentos cardíacos e dor estiverem normalizados. Também é de sua responsabilidade não omitir nenhum problema de saúde existente e de seu conhecimento.

**Riscos:** É possível que as caminhadas na esteira aumentem sua dor, e se isso acontecer, você receberá uma terapia com equipamentos que promovem analgesia. Também é possível que haja algum desconforto ou constrangimento ao responder os questionários e pela raspagem dos pêlos. O tratamento por eletroestimulação pode provocar algum desconforto inicial ou dano à pele, mas isso é muito raro de acontecer e todos os cuidados serão tomados para evitar qualquer contratempo. Além disso, caso qualquer eventualidade ocorra, haverá um telefone próximo para chamar o SAMU.

**Benefícios:** Os pesquisadores lhe entregarão um laudo com os seus principais resultados e você receberá atendimento fisioterapêutico sem nenhum custo.

Sua identidade não será divulgada e os dados serão tratados de maneira sigilosa, sendo utilizados apenas para fins científicos. Você também não pagará nem receberá para participar do estudo. Além disso, você poderá cancelar sua participação na pesquisa a qualquer momento. No caso de dúvidas ou da necessidade de relatar algum acontecimento, você pode contatar os pesquisadores pelos telefones mencionados acima ou o Comitê de Ética pelo número 3220-3092. Este documento será assinado em duas vias, sendo uma delas entregue ao sujeito da pesquisa.

Declaro estar ciente do exposto e desejo participar da pesquisa.

(Nome do sujeito de pesquisa)

(Assinatura)

Eu, **Alberito Rodrigo de Carvalho**, declaro que forneci todas as informações do projeto ao participante e/ou responsável.

Cascavel, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.



## APÊNDICE III

BrJP: São Paulo, 2022;abr-jun;5(2):161-7

ARTIGO DE REVISÃO

### Efeito da estimulação elétrica neuromuscular na função muscular em pacientes com dor lombar crônica: revisão sistemática

*Effect of neuromuscular electrical stimulation on muscle function in chronic low back pain patients: systematic review*

Alessandra Linzmeyer<sup>1</sup>, Camila Amaral Concini<sup>1</sup>, Glaudson Ricardo Flor Bertolini<sup>1</sup>, Alberito Rodrigo Carvalho<sup>1</sup>

DOI: 10.1007/s40119-022-00000-9

#### RESUMO

**JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS:** A estimulação elétrica neuromuscular (EENM) é um dos recursos que podem ser utilizados no tratamento de pacientes com dor lombar crônica. É possível que questões relacionadas aos parâmetros de estimulação possam afetar os resultados obtidos com o uso dessas correntes. Portanto, o objetivo deste estudo foi investigar os efeitos da EENM em aspectos da função muscular da região lombopélvica em indivíduos com dor lombar crônica.

**CONTEÚDO:** Trata-se de uma revisão sistemática que utilizou 10 bases de dados para a busca por meio da combinação abrangente de descritores que atendessem a pergunta da investigação. Os critérios de seleção com base na estratégia PICOT foram: população - indivíduos com dor lombar crônica (específica e/ou não específica); intervenção - EENM; desfechos - alterações musculares de paravertebrais e/ou abdominais (potência e resistência muscular). A seleção dos artigos foi feita por dois revisores independentes que elaboraram as ferramentas para extração dos dados. Ao todo, quatro artigos foram incluídos nesta revisão. Em três deles, houve aumento significativo de força e resistência muscular, assim como da área de secção transversa muscular no grupo que recebeu EENM, em relação ao controle.

**CONCLUSÃO:** A EENM apresentou efeitos positivos na otimização dos aspectos da função muscular em indivíduos com dor lombar crônica. Porém, os métodos empregados são muito heterogêneos, o que impossibilitou a realização da análise quantitativa.

**Descritores:** Dor lombar, Musculoesquelético, Terapia por estimulação elétrica.

#### ABSTRACT

**BACKGROUND AND OBJECTIVES:** Neuromuscular electrical stimulation (NMES) is one of the resources that can be used in the treatment of patients with chronic low back pain. It is possible that issues related to the stimulation parameters may affect the results obtained with the use of these currents. Therefore, the aim of this review was to investigate the effects of NMES on aspects of lumbopelvic muscle function in individuals with chronic low back pain.

**CONTENTS:** The study is a systematic review that used 10 databases for the search through a comprehensive combination of descriptors that met the research question. The selection criteria based on the PICOT strategy were population - individuals with chronic low back pain (specific and/or non-specific); intervention - NMES; outcomes - paravertebral and/or abdominal muscle changes (muscle power and endurance). The articles were selected by two independent reviewers, who developed the tools for data extraction. Four articles were included in this review. In three of them, there was a significant increase in muscle strength and endurance, as well as muscle cross-sectional area in the group that received NMES compared to the control group.

**CONCLUSION:** NMES showed positive effects in optimizing aspects of muscle function in individuals with chronic low back pain. However, the methods employed are very heterogeneous, which made it impossible to perform a quantitative analysis.

**Keywords:** Electric stimulation therapy, Low back pain, Skeletal muscle.

#### INTRODUÇÃO

A dor lombar crônica (DLC) caracteriza-se por perda funcional, dor ou desconforto localizados na região abaixo da última costela e acima da crista ílica na região lombossacral que possui duração a partir de três meses<sup>1,2</sup>. Na área urbana de São Paulo, observou-se prevalência de indivíduos com dor lombar (DL) de 48,1%<sup>3</sup> e a prevalência de dor crônica no Brasil foi apontada em 45,59%, variando entre 23,02% a 76,17%<sup>4</sup>. A DLC é considerada uma das principais causas de limitações e afastamentos de atividades laborais, tornando-a não apenas uma doença de grande relevância clínica, mas também econômica<sup>5</sup>. Como é uma condição multifatorial, em mais de 85% dos casos a DLC não possui causa específica<sup>6</sup> e seu tratamento é comumente multidisciplinar, envolvendo uma combinação de terapias como farmacoterapia e fisioterapia, sendo também indicados exercícios físicos para ganho de potência e resistência dos músculos do

Alessandra Linzmeyer - <https://orcid.org/0000-0002-0750-9473>  
Camila Amaral Concini - <https://orcid.org/0000-0003-2036-1503>  
Glaudson Ricardo Flor Bertolini - <https://orcid.org/0000-0001-0760-2819>  
Alberito Rodrigo Carvalho - <https://orcid.org/0000-0002-7928-0172>

1. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Programa de Pós-graduação em Saúde, Cascavel, PR, Brasil.

Aprovado em 09 de dezembro de 2021.

Artigo para publicação em 12 de abril de 2022.

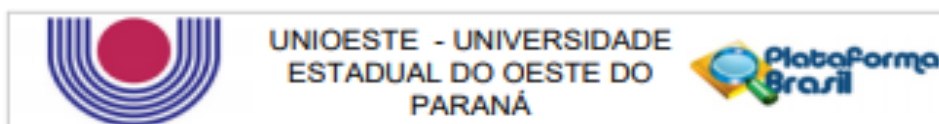
Conflito de interesse não há - Possui de interesse não há.

Correspondência para:  
Glaudson Ricardo Flor Bertolini  
E-mail: [glaudsonrflb@puel.com](mailto:glaudsonrflb@puel.com) / [glaudson\\_ricardo@puel.com.br](mailto:glaudson_ricardo@puel.com.br)

© Sociedade Brasileira para o Estudo da Dor

## ANEXO I

### APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** EFEITOS DA ESTABILIZAÇÃO LOMBOPÉLVICA, ELETOESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR, IMAGÉTICA, E DA EDUCAÇÃO EM DOR NOS PARÂMETROS PSICOSSOCIAIS, FUNCIONAIS E NEUROMUSCULARES DE PACIENTES COM DOR LOMBAR CRÔNICA, ESTRATIFICADOS PELO RISCO DE MAU PROGNÓSTICO: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO

**Pesquisador:** Alberto Rodrigo de Carvalho

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 32226520.1.0000.0107

**Instituição Proponente:** Centro de Ciências Biológicas e da Saúde CCBS - UNIOESTE

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.059.690

##### Apresentação do Projeto:

**Título da Pesquisa:** EFEITOS DA ESTABILIZAÇÃO LOMBOPÉLVICA, ELETOESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR, IMAGÉTICA, E DA EDUCAÇÃO EM DOR NOS PARÂMETROS PSICOSSOCIAIS, FUNCIONAIS E NEUROMUSCULARES DE PACIENTES COM DOR LOMBAR CRÔNICA, ESTRATIFICADOS PELO RISCO DE MAU PROGNÓSTICO: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO

**Pesquisador Responsável:** Alberto Rodrigo de Carvalho

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 32226520.1.0000.0107

**Submetido em:** 29/05/2020

**Instituição Proponente:** Centro de Ciências Biológicas e da Saúde CCBS - UNIOESTE

**Situação da Versão do Projeto:** Em relatório

##### Objetivo da Pesquisa:

Saneamento de pendências

##### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Já descrito anteriormente.

**Endereço:** RUA UNIVERSITÁRIA 2069

**Bairro:** UNIVERSITÁRIO

**CEP:** 85.819-110

**UF:** PR

**Município:** CASCAVEL

**Telefone:** (45)3220-3092

**E-mail:** cep.prpgg@unioeste.br



Continuação do Parecer: 4.000.000

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Já descrito anteriormente.

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

Já descrito anteriormente.

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

O pesquisador sanou todos os quesitos de pendência apontados pelo Colegiado do CEP Unioeste

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1529139.pdf	29/05/2020 17:52:05		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tl_Tcle.pdf	29/05/2020 17:50:35	Alberto Rodrigo de Carvalho	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	tl_projeto_dor_lombar_guarda_chuva_cop.pdf	29/05/2020 17:50:23	Alberto Rodrigo de Carvalho	Aceito
Outros	indice_kusari.pdf	14/04/2020 15:04:13	Alberto Rodrigo de Carvalho	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Tcle.pdf	14/04/2020 15:03:10	Alberto Rodrigo de Carvalho	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	anexo1_DLC.pdf	14/04/2020 15:02:42	Alberto Rodrigo de Carvalho	Aceito
Declaração de Pesquisadores	anexos2e3_DCL.pdf	14/04/2020 15:01:57	Alberto Rodrigo de Carvalho	Aceito
Folha de Rosto	folha_rosto_DLC.pdf	14/04/2020 15:01:10	Alberto Rodrigo de Carvalho	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_dor_lombar_guarda_chuva_cop.pdf	11/04/2020 17:08:23	Alberto Rodrigo de Carvalho	Aceito
Outros	mini_exame_do_estado_mental.pdf	11/04/2020 17:04:27	Alberto Rodrigo de Carvalho	Aceito
Outros	McGILL.pdf	11/04/2020 17:03:37	Alberto Rodrigo de Carvalho	Aceito
Outros	CHRONIC_PAIN_SELF.pdf	11/04/2020 17:02:19	Alberto Rodrigo de Carvalho	Aceito
Outros	StartBack.pdf	11/04/2020	Alberto Rodrigo de	Aceito

Endereço: RUA UNIVERSITÁRIA 2009

Bairro: UNIVERSITÁRIO

CEP: 85.819-110

UF: PR

Município: CASCAVEL

Telefone: (45)3220-3092

E-mail: cep.prppg@unioeste.br



UNIOESTE - UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO OESTE DO  
PARANÁ



Continuação do Parecer: 4.000.000

Outros	StarBack.pdf	17:00:54	Carvalho	Aceito
Outros	ReFEBI_TC6.pdf	11/04/2020 16:59:45	Alberito Rodrigo de Carvalho	Aceito
Outros	FICHA_DE_COLETA_VAS.pdf	11/04/2020 16:59:17	Alberito Rodrigo de Carvalho	Aceito
Outros	FichaDeAnamnese2020.pdf	11/04/2020 16:58:57	Alberito Rodrigo de Carvalho	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CASCADEL, 30 de Maio de 2020

---

**Assinado por:**  
**Dartel Ferrari de Lima**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** RUA UNIVERSITÁRIA 2069

**Bairro:** UNIVERSITÁRIO

**CEP:** 85.819-110

**UF:** PR

**Município:** CASCADEL

**Telefone:** (41)3220-3002

**E-mail:** cnp.prgpg@unioeste.br

## ANEXO II

### QUESTIONÁRIO: Start Back Screening Tool

Versão brasileira do SBST

---

#### Anexo 1. STarT Back Screening Tool- Brasil (SBST-Brasil).

Pensando nas duas últimas semanas, assinale sua resposta para as seguintes perguntas:

	Discordo (0)	Concordo (1)
1. A minha dor nas costas se espalhou pelas pernas nas duas últimas semanas.	( )	( )
2. Eu tive dor no ombro e/ou na nuca pelo menos uma vez nas últimas duas semanas.	( )	( )
3. Eu evito andar longas distâncias por causa da minha dor nas costas.	( )	( )
4. Nas duas últimas semanas, tenho me vestido mais devagar por causa da minha dor nas costas.	( )	( )
5. A atividade física não é realmente segura para uma pessoa com um problema como o meu.	( )	( )
6. Tenho ficado preocupado por muito tempo por causa da minha dor nas costas.	( )	( )
7. Eu sinto que minha dor nas costas é terrível e que nunca vai melhorar.	( )	( )
8. Em geral, eu não tenho gostado de todas as coisas como eu costumava gostar.	( )	( )
9. Em geral, quanto a sua dor nas costas o incomodou nas duas últimas semanas ( ) Nada (0) ( ) Pouco (0) ( ) Moderado (0) ( ) Muito(1) ( ) Extremamente(1)		

---

Pontuação total (9 itens): \_\_\_\_\_ Subescala psicossocial (5-9 itens): \_\_\_\_\_