

# Influência do prognóstico para dor e da modalidade de estimulação elétrica na amplitude de corrente elicitada no limiar sensorial em lombálgicos crônicos

*Influence of pain prognosis and electrical stimulation modality on the amplitude of current elicited at sensory threshold in chronic lumbar pain sufferers*

Amanda Jakovacz<sup>1</sup>, Lais Panno<sup>1</sup>, Alessandra Linzmeyer<sup>2</sup>, Gladson Ricardo Flor Bertolini<sup>1,2</sup>, Alberito Rodrigo de Carvalho<sup>1,2</sup>

<https://doi.org/10.5935/2595-0118.20240015-pt>

## RESUMO

**JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS:** A função sensorial é potencialmente alterada na presença de dor lombar crônica (DLC), o que pode alterar a percepção de passagem de correntes terapêuticas. O objetivo deste estudo foi verificar se o risco de mau prognóstico para DLC influencia a amplitude elicitada no limiar sensorial (LS) em diferentes modalidades de estimulação elétrica neuromuscular (EENM).

**MÉTODOS:** Trata-se de um estudo quase-experimental contrabalanceado composto por 40 voluntários alocados em quatro grupos (n=10 cada), de acordo com o risco de mau prognóstico para dor: sem risco (grupo controle – GC), baixo risco (GBR), médio risco (GMR) e alto risco (GAR). Foram testadas quatro modalidades de EENM: duas correntes de média frequência (corrente Aussie [CA] e corrente Russa [CR]) e duas correntes de baixa frequência (comumente denominada estimulação elétrica funcional [FES]), com duas durações de fases 200  $\mu$ s (FES\_200) e 500  $\mu$ s (FES\_500) na região dos músculos multifídios lombares.

Todos os voluntários foram submetidos a todas as modalidades de corrente, com períodos de intervalos, e ao ser atingido o LS, foi realizado o registro da amplitude da corrente medida em mA. **RESULTADOS:** As correntes que elicitaram a maior e a menor amplitude no LS foram, respectivamente, FES\_200 e CA. Quanto ao risco de mau prognóstico, as maiores amplitudes foram do GAR e as menores do GBR.

**CONCLUSÃO:** A amplitude da corrente elicitada no LS tendeu a ser mais alta entre aqueles com maior risco de mau prognóstico para dor e, dentre as correntes, aquelas de média frequência elicitaram amplitudes mais baixas.

**Descritores:** Dor lombar, Impacto psicossocial, Terapia por estimulação elétrica.

## ABSTRACT

**BACKGROUND AND OBJECTIVES:** Sensory function may be altered in chronic low back pain (CLBP), which may alter the perception of therapeutic currents. The aim of this study was to verify whether the risk of poor prognosis for CLBP pain influences the amplitude elicited at the sensory threshold (ST) in different modalities of neuromuscular electrical stimulation (NMES).

**METHODS:** This is a quasi-experimental counterbalanced study with 40 subjects divided into four groups (n=10 each), according to the risk of poor prognosis for pain: no risk (control group - CG), low (LrG), medium (MrG), and high (HrG) risks. Four modalities of NMES were tested: two medium frequency currents (Aussie current [AC] and Russian current [RC]) and two low frequency currents (commonly known as functional electrical stimulation [FES]), with two phase durations of 200  $\mu$ s (FES\_200) and 500  $\mu$ s (FES\_500), in the region of the lumbar multifidus muscles. All subjects were exposed to all current modalities with interval periods, and when the ST was reached, the amplitude of the current measured in mA was recorded.

**RESULTS:** The currents that elicited the highest and lowest amplitude in the ST were FES\_200 and AC, respectively. As for the risk of poor prognosis, the highest amplitudes were for the HrG and the lowest for the LrG.

**CONCLUSION:** The amplitude of the current elicited in the ST tended to be higher among those with a higher risk of poor

Amanda Jakovacz – <https://orcid.org/0000-0002-8536-6241>;

Lais Panno – <https://orcid.org/0000-0002-4957-8001>;

Alessandra Linzmeyer – <https://orcid.org/0000-0002-4730-9473>;

Gladson Ricardo Flor Bertolini – <https://orcid.org/0000-0003-0565-2019>;

Alberito Rodrigo de Carvalho – <https://orcid.org/0000-0002-5520-441X>.

1. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Colegiado de Fisioterapia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Cascavel, PR, Brasil.

2. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Biociências e Saúde, Cascavel, PR, Brasil.

Apresentado em 05 de outubro de 2023.

Aceito para publicação em 02 de fevereiro de 2024.

Conflito de interesses: não há – Fontes de fomento: O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), sendo o terceiro autor aquele que usufrui da bolsa.

## DESTAQUES

- Fatores psicossociais parecem influenciar o limiar sensorial na dor lombar crônica
- Alto risco de mau prognóstico para dor elicitou uma amplitude mais alta no limiar sensorial
- A corrente aussie gera menor amplitude no limiar sensorial se comparada a outras correntes

Editor associado responsável: Isabela Azevedo Freire Santos

<https://orcid.org/0000-0001-8836-8640>

Correspondência para:

Alberito Rodrigo de Carvalho

E-mail: [alberitorodrigo@gmail.com](mailto:alberitorodrigo@gmail.com)



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License.

prognosis for pain and, among the currents, those of medium frequency elicited lower amplitudes.

**Keywords:** Electrical stimulation therapy. Low back pain, Psychosocial impact.

## INTRODUÇÃO

A dor lombar crônica (DLC) é uma síndrome prevalente que acarreta sequelas físicas e sociais<sup>1</sup>. A DLC tem etiologia multifatorial, e, além dos fatores físicos, os biopsicossociais também contribuem para o quadro clínico e afetam de forma negativa o prognóstico<sup>2,3</sup>. Proporcionalmente ao nível de contribuição dos fatores biopsicossociais, que reflete na manifestação do quadro clínico, aqueles com DLC podem ser subgrupados quanto ao risco de desenvolver mau prognóstico, sendo esses: subgrupos de baixo, médio ou alto risco de mau prognóstico para dor<sup>4,5</sup>.

Em associação, a DLC também deteriora o controle muscular local, comprometendo a função dos músculos estabilizadores e gerando prejuízos na mobilidade, força e proteção das articulações da coluna vertebral. Os músculos multifídios lombares são os principais estabilizadores da região lombo-pélvica<sup>6</sup> e, naqueles com DLC, sua ativação voluntária pode ser prejudicada e se tornar ineficiente para a função de estabilização<sup>7</sup>. Acredita-se que o mecanismo que leva ao déficit no controle motor e à perda na qualidade da estabilização seja similar àquele descrito para explicar a inibição muscular artrogênica do quadríceps<sup>8,9</sup>. Adicionalmente, pessoas com DLC apresentam, nos multifídios lombares, sinais de infiltração de gordura e atrofia<sup>10,11</sup>, o que também compromete a capacidade muscular de gerar tensão. Por tais razões, intervenções capazes de otimizar os aspectos da função muscular são essenciais para restaurar a capacidade estabilizadora, a exemplo da eletroterapia.

As modalidades eletroterapêuticas, que consistem na aplicação de correntes elétricas transdérmicas<sup>12</sup>, são frequentemente utilizadas por fisioterapeutas pelos seus efeitos terapêuticos benéficos direcionados aos aspectos da função muscular e por serem bem aceitas pelos pacientes<sup>13-15</sup>. A sequência de ativação de fibras nervosas pela estimulação elétrica neuromuscular (EENM) vai desde o recrutamento das fibras A $\beta$  responsáveis pela sensação de parestesia que marca o limiar sensorial, até as fibras C responsáveis pela condução da informação nociceptiva, podendo, a depender da amplitude da corrente EENM, produzir contração muscular caso o limiar motor seja ultrapassado<sup>16</sup>.

Dentre as diferentes modalidades de EENM, que visam fortalecimento muscular, se destacam as correntes de média frequência, a exemplo das correntes australianas (CA) e russas (CR), e as correntes de baixa frequência, como a estimulação elétrica funcional (FES). Sabe-se que essas correntes promovem o recrutamento das unidades motoras induzindo o ganho de força muscular e a redução do quadro de dor<sup>17-19</sup>, além de coibirem o mecanismo de inibição muscular artrogênica<sup>9</sup>.

A EENM é uma aproximação biomecânica dos impulsos elétricos biológicos reais, sendo utilizada para manter, restaurar ou melhorar a função neuromuscular<sup>20,21</sup>. Apesar da EENM não estar entre as terapias propostas nas diretrizes de tratamento da DLC, ela tem se mostrado útil para interromper a inibição reflexa muscular e, por conseguinte, otimizar a estabilização articular, a força, o tônus e o trofismo muscular<sup>22-24</sup>.

Por conseguinte, o potencial terapêutico da EENM na DLC ainda não pode ser desconsiderado, incluindo o efeito analgésico das correntes excitomotoras, como destacado por algumas pesquisas<sup>15,17,24-26</sup>, embora a dosimetria ainda seja um desafio a ser superado. Além do mais, sugere-se que as correntes de média frequência, comparadas àquelas de baixa frequência, sejam capazes de minimizar o desconforto produzido pela passagem da corrente<sup>14</sup>, bem como aumentar a atividade dos multifídios e reduzir a intensidade dolorosa em pacientes com DLC<sup>26</sup>.

Sabe-se que o córtex motor primário, e por consequência os atos motores, são influenciados pelas entradas do córtex sensorial<sup>27</sup>. Entretanto, considerando que a experiência dolorosa crônica se dá por meio do processamento cognitivo, emocional e autônomo<sup>28,29</sup> e que, conseqüentemente, a contribuição dos aspectos psicossociais pode afetar a qualidade da dor sem que haja uma clara associação entre a caracterização do evento doloroso pela ótica biomédica<sup>30,31</sup>, faz-se necessário identificar se a percepção da corrente é distinta entre os diferentes estratos de risco de mau prognóstico na DLC. Pessoas que sofrem com dor crônica podem apresentar uma amplificação na rede de sinalização dolorosa localizada no sistema nervoso central, conhecida por sensibilização central, que produz um quadro doloroso mesmo sem uma clara origem nociceptiva e, também, hipersensibilidade à dor como forma de proteção para evitar novos possíveis estímulos lesivos<sup>32</sup>.

Em adição, nos casos de dor espinal crônica, cada vez é mais reconhecido o papel das alterações centrais, tais como modificações anormais das estruturas cerebrais, e da hiperexcitabilidade do sistema nervoso central na manutenção do quadro algico<sup>33</sup>. Considerando que nocicepção, relacionada à percepção dos estímulos nocivos, e dor, que envolve aspectos afetivos e motivacionais, são conceitos distintos<sup>34</sup>, é possível que no caso da DLC a nocicepção também esteja alterada. Por isso, acredita-se que aqueles com alto risco de mau prognóstico para dor sejam mais sensíveis à passagem da corrente e, por consequência, apresentarão menor amplitude da corrente no limiar sensorial.

O objetivo deste estudo foi verificar se o risco de mau prognóstico para dor na DLC influencia a amplitude de corrente elicitada no limiar sensorial (LS) em diferentes modalidades de EENM. A hipótese do estudo é que a amplitude da corrente no LS, independente da modalidade de EENM, diminui inversamente ao risco de mau prognóstico para dor e que as correntes de média frequência elicitam as menores amplitudes.

## MÉTODOS

Este estudo foi classificado como um estudo quase-experimental contrabalanceado. Todos os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) em duas vias, uma de posse do voluntário e a outra do pesquisador. Este estudo foi aprovado pelo comitê institucional de ética em pesquisa envolvendo seres humanos (protocolo nº 5151050).

A amostra foi composta por voluntários de ambos os sexos, com idade entre 18 e 59 anos, com e sem DLC, recrutados de forma não probabilística e consecutiva. Os voluntários foram distribuídos em grupos, sendo um grupo composto por voluntários sem apresentar afecções musculoesqueléticas em nenhum segmento corporal

nos últimos 12 meses (grupo controle – GC), e outros três grupos com voluntários com DLC estratificados segundo o risco de mau prognóstico para dor, classificados pelo questionário *STarT Back Screening Tool* (SBST)<sup>4,5</sup> como de baixo risco (GBR), médio risco (GMR) e alto risco (GAR). O SBST é uma ferramenta de avaliação capaz, por si só, de prever incapacidade, a curto e médio prazos, na população brasileira com DLC<sup>35</sup> e está listada entre as ferramentas mais comumente usadas para avaliação da dor nociplástica<sup>36</sup>.

Todos os voluntários foram expostos a quatro modalidades de EENM, sendo duas correntes de média frequência (corrente aussie [CA], com duração de fase de 500  $\mu$ s, e a corrente russa [CR], com duração de fase de 200  $\mu$ s), e duas correntes de baixa frequência (tipo comumente denominado estimulação elétrica funcional [FES]), com duas durações de fases, 200  $\mu$ s (FES\_200) e 500  $\mu$ s (FES\_500). Os dados de um estudo prévio<sup>7</sup>, a partir do qual se calculou o tamanho de efeito, foram utilizados como base para o cálculo amostral. Para a determinação do tamanho da amostra foi utilizado o *software* GPower 3.1, com os seguintes dados de entrada: tamanho de efeito de 0,70; alfa de 0,05; poder de 0,95; quatro grupos; quatro como número de medidas. O cálculo da amostra retornou um número mínimo de 40 voluntários ao total, sendo 10 em cada grupo.

Para inclusão no GC, os voluntários deveriam relatar comportamento físico hipocinético por não atingirem o nível mínimo de atividade física semanal recomendado pelas diretrizes de atividade física, que é de 150 min por semana<sup>37</sup>, e negar episódios de dor lombar no último ano. Para inclusão nos grupos de DLC, foram adotados os seguintes critérios: a) voluntários fisicamente hipocinéticos, com relato de dor lombar persistente e ou recorrente há mais de três meses; b) dor lombar com características físicas compatíveis com etiologia mecânica, nas categorias de dor lombar inespecífica ou de dor lombar potencialmente associada à radiculopatia ou estenose espinal, de acordo com as diretrizes de avaliação e tratamento propostas pelo *American College of Physicians* e pela *American Pain Society*<sup>38</sup>.

Os critérios de não inclusão e exclusão foram: a) histórico de cirurgia na coluna; b) gravidez; c) histórico de dores agudas ou crônicas relatadas em qualquer outro segmento corporal que não a coluna lombar; d) amplitude de dor no momento do teste e/ou no repouso medida pela Escala Analógica Visual (EAV) maior que seis, evitando que o protocolo de pesquisa fosse responsável pela agudização do quadro de dor.

### Procedimentos metodológicos

Inicialmente, foi realizada uma entrevista para registrar o histórico físico, funcional e sociodemográfico dos voluntários, bem como suas medidas antropométricas. As seguintes medidas de caracterização da amostra foram registradas: idade (anos), massa corporal (kg), estatura (m), nível de atividade física, comprimento dos membros inferiores (m), sexo e índice de massa corporal (IMC). A avaliação de triagem para DLC seguiu um roteiro elaborado com questões sistematizadas.

O SBST foi administrado para todos os voluntários com DLC. Esse instrumento consiste em um conjunto de nove perguntas, com as quatro primeiras direcionadas às questões relacionadas à dor referida, disfunções e comorbidades, enquanto as cinco últimas abordam aspectos psicossociais<sup>5</sup>. Inicialmente, cada voluntário respondeu às nove perguntas, nas quais as oito primeiras ofereceram opções de

resposta “concordo” (pontuando um ponto) ou “discordo” (pontuando zero pontos). Na nona pergunta havia cinco opções de resposta: “nada,” “pouco,” “moderada” (valendo zero pontos), “muito,” “extremamente” (valendo um ponto).

Caso o escore total obtido estivesse na faixa de zero a três, o participante era categorizado como tendo um baixo risco de desenvolver um mau prognóstico relacionado à dor. Para escores finais superiores a três, o escore era recalculado, mas agora usando apenas a soma das respostas das questões de cinco a nove, que dizem respeito aos aspectos psicossociais. Nesse caso, participantes com escores recalculados até três foram estratificados como apresentando um risco moderado de desenvolver mau prognóstico para dor, enquanto aqueles com escores acima de três foram estratificados como tendo um alto risco de desenvolver mau prognóstico.

Para a aplicação das diferentes modalidades de EENM, foi utilizado o eletroestimulador Neurodyn Multicorrentes (Ibramed<sup>®</sup>, Amparo/SP, Brasil). Foi realizada a assepsia da região lombar para colocação dos eletrodos localizados bilateralmente na região dos músculos multífidos, sendo dois eletrodos cefálicos ao nível da segunda vértebra lombar, e dois eletrodos caudais ao nível da primeira vértebra sacral. Os eletrodos eram flexíveis, de borracha/silicone, com gel hidrossolúvel entre o eletrodo e a pele<sup>7</sup>, medindo 3 x 5 cm para que pudessem ser ajustados de forma adequada na área correspondente ao músculo estudado e, ainda assim, fossem garantidas dimensões próximas daquelas já testadas quanto à influência no conforto e na densidade da corrente<sup>39</sup>.

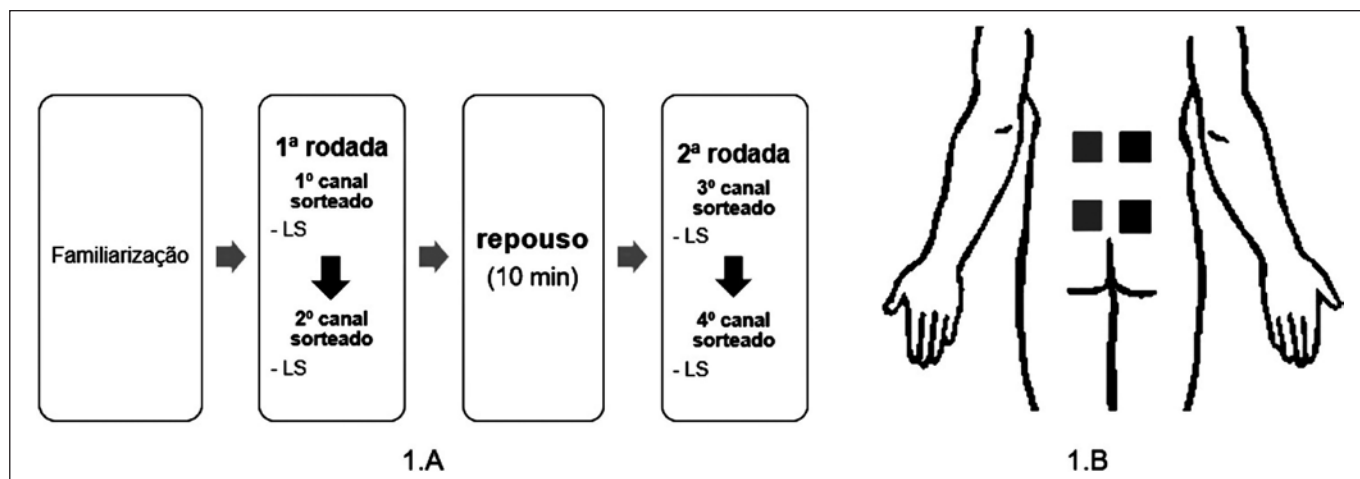
Foram executadas duas rodadas de EENM, com intervalo de 10 min entre essas duas rodadas, para que as quatro configurações de correntes fossem entregues a todos os voluntários, sendo estas as configurações: CA, CR, FES\_200 e FES\_500. Durante o intervalo entre as rodadas, o voluntário permaneceu na posição de avaliação, deitado em decúbito ventral. Na primeira rodada, foram avaliadas duas configurações de correntes, uma em cada canal e com intervalo para *washout* de 2 min entre a entrega das correntes. Na segunda rodada foram avaliadas as outras duas configurações restantes com protocolo idêntico à primeira. Em cada rodada, os canais foram acionados de maneira individual e sequencial, porém tanto a ordem quanto a modalidade de corrente foram determinadas aleatoriamente por sorteio, para minimizar vieses.

Antes de receber a EENM, todos os voluntários foram familiarizados com as correntes e instruídos a expressar verbalmente a primeira sensação percebida pela sua estimulação, e essa resposta foi considerada o nível do LS. A ordem de entrega das correntes foi randomizada para os canais de 1 a 4. A primeira corrente selecionada para o participante foi a mesma utilizada para a familiarização pré-teste e definição LS-familiarização. O protocolo experimental e a posição dos eletrodos podem ser visualizados na figura 1, e as configurações das modalidades de correntes na tabela 1.

O protocolo foi idêntico para todas as configurações de corrente. A cada aumento de amplitude, o pesquisador perguntava ao voluntário sobre a sua percepção da corrente e, ao ser informado sobre o LS, a amplitude em miliamperes (mA) era registrada.

### Análise estatística

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



**Figura 1.** Representação esquemática da sequência de acionamento dos canais (1.A) e da disposição dos pares de eletrodos (1.B) para identificação do limiar sensorial

**Tabela 1.** Parâmetros de configuração para as diferentes modalidades de corrente

Correntes	Configuração
CA	Modo de operação: síncrono Frequência de base: 1000 Hz Duração do <i>burst</i> : 4 ms Frequência do <i>burst</i> (modulação): 50 Hz Tempo <i>on</i> : - tempo de subida: 1 s; - tempo de sustentação: 60 s; - tempo de descida: 1 s; Tempo <i>on</i> : 1 s
CR	Modo de operação: síncrono Frequência de base: 2500 Hz Ciclo de trabalho: 20% Frequência do <i>burst</i> (modulação): 50 Hz Tempo <i>on</i> : - tempo de subida: 1 s; - tempo de sustentação: 60 s; - tempo de descida: 1 s; Tempo <i>off</i> : 1 s
FES_200	Modo de operação: síncrono Frequência: 50 Hz Duração da fase de pulso: 200 µs Tempo <i>on</i> : - tempo de subida: 1 s; - tempo de sustentação: 60 s; - tempo de descida: 1 s; Tempo <i>off</i> : 1 s
FES_500	Modo de operação: síncrono Frequência: 50 Hz Duração da fase de pulso: 500 µs Tempo <i>on</i> : - tempo de subida: 1 s; - tempo de sustentação: 60 s; - tempo de descida: 1 s; Tempo “ <i>off</i> ”: 1 s

CA = corrente aussie; CR = corrente russa; FES = estimulação elétrica funcional, com durações de fases de 200 µs (FES\_200) e de 500 µs (FES\_500).

estatístico utilizado foi o modelo de equações de estimação generalizadas (GEE), que se baseia na máxima verossimilhança e utiliza o teste Qui-quadrado de Wald (Wald  $X^2$ ) para identificar o efeito

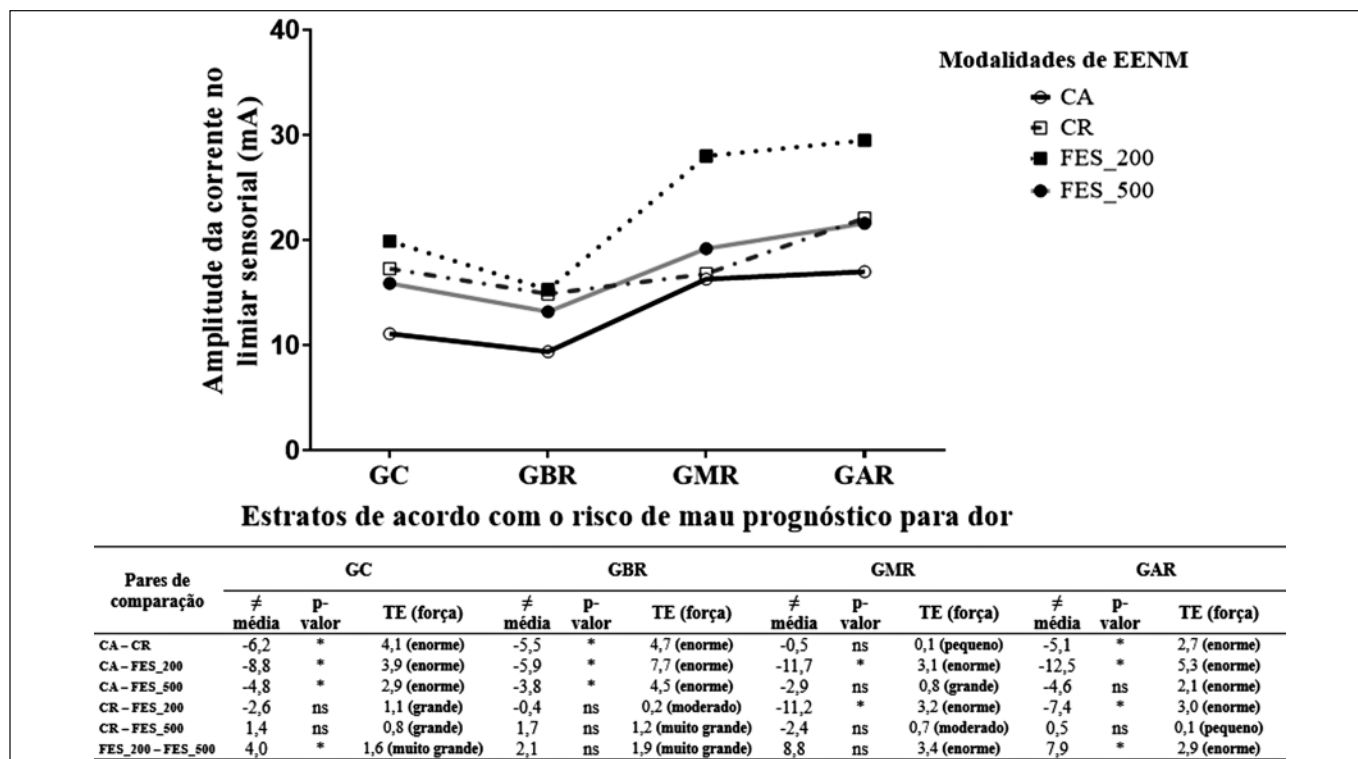
da variável no modelo linear generalizado. A variável desfecho foi a amplitude da corrente na unidade de mA, na qual o LS foi relatado. Os fatores para análise foram o estrato de risco (GC, GBR, GMR e GAR) e as correntes (CA, CR, FES\_200 e FES\_500). Também foram consideradas para a análise as interações entre os fatores (estrato\*corrente). O teste Bonferroni foi utilizado *post-hoc*. O tamanho do efeito (TE) foi adicionado à análise inferencial. O TE escolhido foi o *g* de Hedges, por ser o mais indicado para amostras pequenas<sup>40</sup>. A interpretação dos TE foi dada pelos seguintes critérios<sup>40,41</sup>: nulo (<0,10); muito pequeno (0,10 a 0,19); moderado (0,20 a 0,79); grande (0,80 a 1,19); muito grande (1,20 a 1,99); enorme (>2,0).

## RESULTADOS

A amostra foi composta por 40 voluntários com média de idade de 38,8±13,4 anos, IMC de 27,1±19,9 kg e estatura de 1,67±0,12 m. Todos os participantes relataram não realizar atividades físicas de forma sistemática.

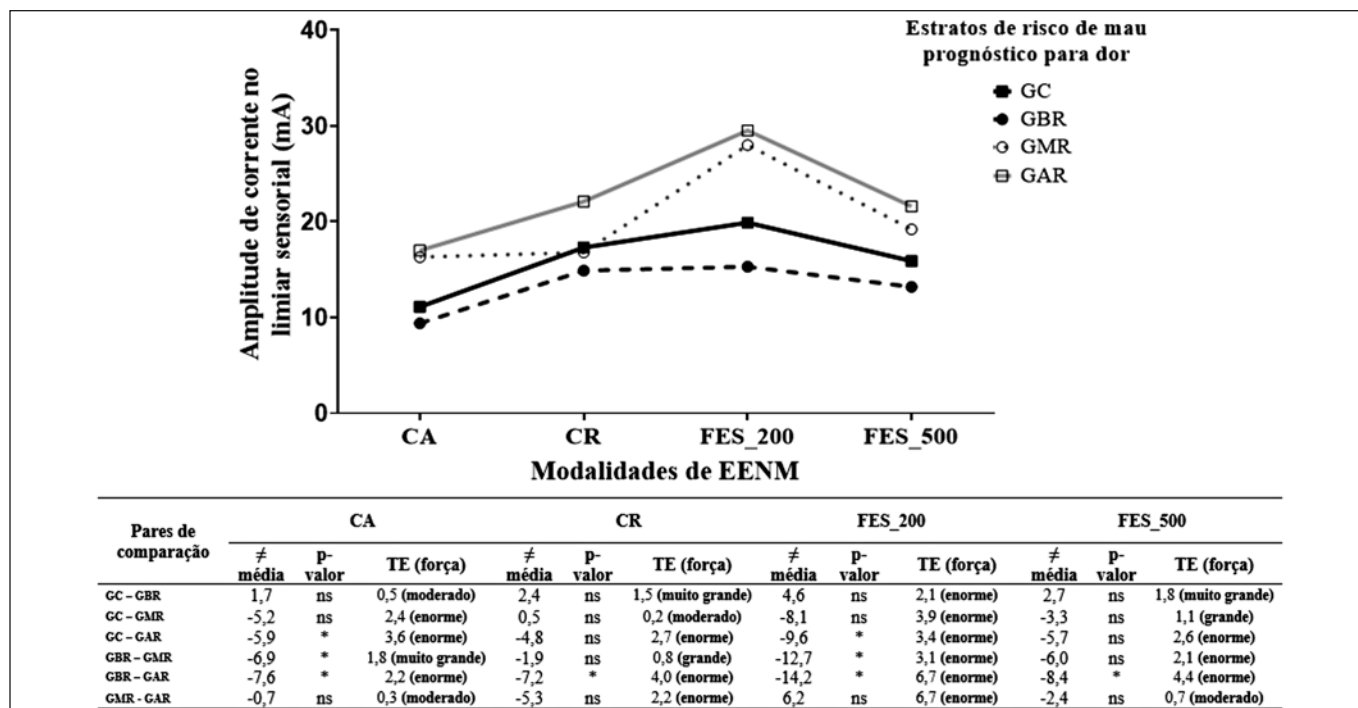
Foram observados os efeitos do estrato de risco ( $X^2 [3] = 22,33$  e  $p<0,001$ ), da corrente ( $X^2 [3] = 57,59$  e  $p<0,001$ ) e da interação estrato\*corrente ( $X^2 [9] = 43,37$  e  $p<0,001$ ). Segundo os parâmetros estimados pelo modelo, disponível no material suplementar, quanto ao efeito do estrato, observou-se diferença significativa entre as médias apenas entre o GC e o GAR, sendo que no GAR a amplitude da corrente no LS foi 5,90 mA mais alta que no GC. Quanto ao efeito das correntes, houve diferença significativa entre as médias das amplitudes no LS para CR, FES\_200 e FES\_500, em relação à CA, sendo que as amplitudes de CR, FES\_200 e FES\_500 foram 6,20 mA, 8,80 mA e 4,80 mA maiores, respectivamente.

As comparações por pares foram feitas observando o efeito da interação estrato\*corrente. A FES\_200 foi a modalidade de corrente que induziu as maiores amplitudes no LS, e a CA foi aquela que induziu as menores amplitudes. O GBR apresentou os menores valores de amplitude no LS em todas as correntes, enquanto o GAR apresentou os maiores valores. Para a maioria das comparações o TE variou de grande a enorme. As estatísticas inferenciais e descritivas, bem como os valores de TE para as comparações por pares podem ser visualizados nas figuras 2 e 3.



**Figura 2.** Apresentação dos valores médios da amplitude da corrente no limiar sensorial para cada modalidade de corrente em cada estrato de risco de mau prognóstico, bem como das comparações por pares, seus respectivos tamanhos de efeito e sua força

GC = grupo controle; GBR = grupo baixo risco; GMR = grupo médio risco; GAR = grupo alto risco; CA = corrente Aussie; CR = corrente Russa; FES = estimulação elétrica funcional com duas durações de fases 200 μs (FES\_200) e 500 μs (FES\_500); (TE) = tamanho de efeito; diferença média entre as médias (≠ média). Os asteriscos indicam diferença estatística significativa (p<0,05).



**Figura 3.** Apresentação dos valores médios da amplitude da corrente no limiar sensorial para cada estrato de risco de mau prognóstico nas diferentes modalidades de corrente, bem como das comparações por pares, seus respectivos tamanhos de efeito e sua força

GC = grupo controle; GBR = grupo baixo risco; GMR = grupo médio risco; GAR = grupo alto risco; CA = corrente aussie; CR = corrente russa; FES = estimulação elétrica funcional com duas durações de fases 200 μs (FES\_200) e 500 μs (FES\_500); (TE) = tamanho de efeito; diferença média entre as médias (≠ média). Os asteriscos indicam diferença estatística significativa (p<0,05).

## DISCUSSÃO

As hipóteses deste estudo eram que: (1) a amplitude da corrente no LS, independente da modalidade de EENM, diminuiria inversamente ao risco de mau prognóstico para dor e que (2) as correntes de média frequência elicitariam as menores amplitudes. As hipóteses do presente estudo foram parcialmente atendidas, pois as correntes de média frequência tenderam a elicitar menores amplitudes de corrente no LS; porém, os voluntários dos grupos de médio e alto risco apresentaram amplitudes mais altas que aqueles dos grupos controle e, principalmente, dos grupos de baixo risco. Os tamanhos de efeito altos corroboram a relevância clínica dos achados.

Quando se trata de indivíduos com disfunção dolorosa, deve-se levar em conta a redução do limiar nociceptivo tanto casos agudos quanto crônicos<sup>42,43</sup>. Isso pode influenciar na percepção de uma corrente que visa estimular a contração muscular<sup>44</sup>.

Embora quanto maior a contribuição dos fatores psicossociais, maior o risco de mau prognóstico para dor<sup>4</sup>, nem todos os que vivenciam dor crônica desenvolvem, necessariamente, alterações no processamento central da dor, ainda que a relação entre a sensibilização central e os aspectos psicossociais possa ser prevista por traços de ansiedade e de características de hipersensibilidade sensorial<sup>32,45</sup>. Nesse sentido, um estudo observou que, na presença de sensibilização central, várias crenças disfuncionais estavam presentes<sup>46</sup>.

Tais reflexões podem ajudar a entender a resposta da amostra do presente estudo à percepção da corrente. Uma vez que os voluntários do grupo de baixo risco sofriam um menor impacto de fatores psicossociais em relação aos grupos de médio e alto risco, especula-se que o fenótipo da dor no GBR preservou características de dor nociceptiva (dor decorrente de ocorrência real ou ameaça de dano ao tecido não neural<sup>32</sup>), enquanto no GMR e no GAR as características de dor nociplástica (dor decorrente da nocicepção alterada)<sup>32</sup> prevaleceram. O fenótipo de dor nociplástica é recente, sendo seu conceito introduzido em 2016. Por isso, mesmo com os avanços nas pesquisas sobre o tema, a fisiopatologia dessa condição ainda apresenta muitas lacunas a serem exploradas. Há três mecanismos fisiopatológicos sobre dor nociplástica propostos na atualidade<sup>36</sup>: i) mecanismos supraespinhais com presença de hiperresponsividade ao estímulo doloroso, hiperatividade e conectividade entre regiões cerebrais responsáveis pela percepção da dor, redução da atividade e conectividade de áreas cerebrais envolvidas na inibição da dor, concentrações de substância P e glutamina no fluido cefalorraquidiano com inibição dos neurotransmissores GABA; ii) mecanismos espinais que abrangem a regionalização de agrupamentos e a convergência de sinais provenientes de diversas áreas de desconforto, a reorganização da medula espinhal, a amplificação da transmissão reflexa espinhal, a redução da inibição espinhal, a integração e acumulação temporal, além da ativação do sistema imunológico, incluindo diversas células gliais; iii) mecanismos periféricos que englobam a proliferação de canais de sódio e o acoplamento simpático-aférente. A falta, na atualidade, de ferramentas para quantificar e qualificar todas as adaptações morfofuncionais decorrentes da experiência dolorosa sugere que a resposta à dor é algo muito singular, podendo isso ter influenciado na interpretação dos achados desta pesquisa.

Um estudo prévio<sup>47</sup> observou que a amplitude da EENM é significativamente dependente da modulação desempenhada pela atividade

de cerebral. Por conseguinte, especula-se que um risco maior de mau prognóstico possa induzir modificações na circuitaria do sistema nervoso central, a exemplo da sensibilização central, as quais, por sua vez, afetam o recrutamento das vias sensoriais elicidadas pela EENM. A CA tem sido descrita como uma corrente confortável e capaz de produzir adaptações positivas na função muscular de pacientes com DLC<sup>25</sup>. Por isso, o fato de a CA ter sido a corrente com menor amplitude de corrente no LS parece estar em concordância com a literatura.

Destaca-se, como limitação deste estudo, a ausência de análises da função muscular mais específicas, como a eletroneuromiografia, que poderia contribuir para o entendimento da ativação muscular nas respostas elicidadas pela EENM. A principal mensagem clínica deste estudo é que o risco de mau prognóstico para dor lombar crônica pode afetar a forma como os pacientes respondem à EENM.

## CONCLUSÃO

A amplitude da corrente elicitada no LS parece ser mais alta entre aqueles com maior risco de mau prognóstico para dor lombar crônica e, dentre as correntes, aquelas de média frequência elicitarão amplitudes mais baixas.

## CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

### Amanda Jakovacz

Coleta de Dados, Investigação, Redação - Preparação do Original

### Lais Panno

Coleta de Dados, Investigação, Redação - Preparação do Original

### Alessandra Linzmeyer

Aquisição de Financiamento, Coleta de Dados, Investigação, Redação - Preparação do Original

### Gladson Ricardo Flor Bertolini

Conceitualização, Metodologia, Redação - Revisão e Edição, Supervisão

### Alberito Rodrigo de Carvalho

Análise Estatística, Aquisição de Financiamento, Conceitualização, Gerenciamento do Projeto, Metodologia, Redação - Revisão e Edição, Supervisão

## REFERÊNCIAS

1. Darlow B, Perry M, Dean S, Mathieson F, Baxter GD, Dowell A. Putting physical activity while experiencing low back pain in context: balancing the risks and benefits. *Arch Phys Med Rehabil*. 2016;97(2):245-251.e7.
2. Kamper SJ, Apeldoorn AT, Chiarotto A, Smeets RJE, Ostelo RWJG, Guzman J, van MW. Multidisciplinary biopsychosocial rehabilitation for chronic low back pain: Cochrane systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2015;350:h444.
3. Knezevic NN, Candido KD, Vlaeyen JWS, van Zundert J, Cohen SP. Low back pain. *Lancet*. 2021;398(10294):78-92.
4. Pilz B, Vasconcelos RA, Teixeira PP, Mello W, Marcondes FB, Hill JC, Grossi DB. Construct and discriminant validity of STarT Back Screening Tool - Brazilian version. *Braz J Phys Ther*. 2017;21(1):69-73.
5. Pilz B, Vasconcelos RA, Marcondes FB, Lodovichi SS, Mello W, Grossi DB. The Brazilian version of STarT Back Screening Tool - translation, cross-cultural adaptation and reliability. *Braz J Phys Ther*. 2014;18(5):453-61.
6. Sponbeck JK, Moody MA, Mitchell UH, Neves CD, Johnson AW. Multifidus muscle cross-sectional area adaptations over two volleyball seasons and one off-season in athletes with and without low back pain. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2022;35(5):1135-42.
7. Sions JM, Crippen DC, Hicks GE, Alroumi AM, Manal TJ, Pohlig RT. Exploring neuromuscular electrical stimulation intensity effects on multifidus muscle activity

- in adults with chronic low back pain: an ultrasound imaging-informed investigation. *Clin Med Insights Arthritis Musculoskelet Disord.* 2019;12:1179544119849570.
8. Russo M, Deckers K, Eldabe S, Kiesel K, Gilligan C, Vieceli J, Crosby P. Muscle control and non-specific chronic low back pain. *Neuromodulation.* 2018;21(1):1-9
  9. Sonnery-Cottet B, Saithna A, Quelard B, Daggert M, Borade A, Ouanezar H, Thau-nat M, Blakeney WG. Arthrogenic muscle inhibition after ACL reconstruction: a scoping review of the efficacy of interventions. *Br J Sports Med.* 2019;53(5):289-98.
  10. Goubert D, van Oosterwijck J, Meeus M, DanneST L. Structural changes of lumbar muscles in non-specific low back pain: a systematic review. *Pain Physician.* 2016;19:E985-1000.
  11. Ogon I, Takebayashi T, Takashima H, Morita T, Yoshimoto M, Terashima Y, Yamashita T. Quantitative analysis concerning atrophy and fat infiltration of the multifidus muscle with magnetic resonance spectroscopy in chronic low back pain. *Spine Surg Relat Res.* 2018;3(2):163-70.
  12. Maffiuletti NA, Green DA, Vaz MA, Dirks ML. Neuromuscular electrical stimulation as a potential countermeasure for skeletal muscle atrophy and weakness during human spaceflight. *Front Physiol.* 2019;10:1-8.
  13. Kocamaz D, Yakut H, Özberk S. Patients' satisfaction with and awareness of electrical stimulation therapy. *Physiother Q.* 2020;28(1):11-5.
  14. Pereira KE, Pereira KL, Stachelski RA, Buzanello Azevedo MR, Carvalho AR, Flor Bertolini GR. KiloHertz currents on aspects of muscle function: A scoping review. *J Bodyw Mov Ther.* 2022;5(2):161-19.
  15. Linzmeyer A, Coracini CA, Bertolini GR, Carvalho AR. Efeito da estimulação elétrica neuromuscular na função muscular em pacientes com dor lombar crônica: revisão sistemática. *BrJP.* 2022;5(2):161-7.
  16. Lefaucheur JP, Abbas SA, Lefaucheur-Ménard I, Rouie D, Tebbal D, Bismuth J, Nordine T. Small nerve fiber selectivity of laser and intraepidermal electrical stimulation: A comparative study between glabrous and hairy skin. *Neurophysiol Clin.* 2021;51(4):357-74.
  17. Batistella CE, Bidin F, Giacomelli I, Nunez MA, Gasoto E, Albuquerque CE, Flores LJF, Bertolini GR. Effects of the Russian current in the treatment of low back pain in women: a randomized clinical trial. *J Bodyw Mov Ther.* 2020;24(2):118-22.
  18. Cittadin GL, Ansolin GZ, Furtado Santana NP, Tonini TL, Buzanello Azevedo MR, de Albuquerque CE, Flor Bertolini GR. 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. *Turk J Phys Med Rehabil.* 2020;66(4):423-8.
  19. Silva BC, Coracini CA, Branco CL, Michelon MD, Bertolini GR. Corrente Aussie em estudantes com cervicalgia crônica: um ensaio clínico randomizado. *BrJP.* 2018;1(3):202-6.
  20. Maffiuletti NA, Gondin J, Place N, Stevens-Lapsley J, Vivodtzev I, Minetto MA. Clinical use of neuromuscular electrical stimulation for neuromuscular rehabilitation: what are we overlooking? *Arch Phys Med Rehabil.* 2018;99(4):806-12.
  21. De Oliveira PFA, Durigan JLQ, Modesto KAG, Bottaro M, Babault N. Neuromuscular fatigue after low- and medium-frequency electrical stimulation in healthy adults. *Muscle Nerve.* 2018;58(2):293-9.
  22. Mukaino M, Ono T, Shindo K, Fujiwara T, Ota T, Kimura A, Liu M, Ushiba J. Efficacy of brain-computer interface-driven neuromuscular electrical stimulation for chronic paresis after stroke. *J Rehabil Med.* 2014;46(4):378-82.
  23. Mettler JA, Bennett SM, Doucet BM, Magee DM. Neuromuscular electrical stimulation and anabolic signaling in patients with stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2017;26(12):2954-63.
  24. Pelegrini ACA, Gasoto E, Bussolaro JM, Segatti G, Albuquerque CE, Bertolini GR. The analgesic action of Aussie current in women with non-specific chronic lumbar pain. *Int J Ther Rehabil.* 2019;26(7):1-10.
  25. Lopes AB, Amboni DE, Schmidel MM, Maciel MJ, Carvalho AR, Bertolini GR. Evaluation of the dose-response for electrostimulation with Aussie current in the core strength. *Eur J Clin Exp Med.* 2020;18(2):81-7.
  26. Embaby EA, ESTayed WH, Ahmed RM, Abdel azeim AS. Comparative effectiveness of Russian current and low-frequency puSTed current in mechanical low back pain. *Turkish J Physiother Rehabil.* 2021;32(3):12285-94.
  27. Cash RFH, Isayama R, Gunraj CA, Ni Z, Chen R. The influence of sensory afferent input on local motor cortical excitatory circuitry in humans. *J Physiol.* 2015;593(7):1667-84.
  28. De Ridder D, Adhia D, Vanneste S. The anatomy of pain and suffering in the brain and its clinical implications. *Neurosci Biobehav Rev.* 2021;130:125-46.
  29. Yeater TD, Clark DJ, Hoyos L, Valdes-Hernandez PA, Peraza JA, Allen KD, Cruz-Almeida Y. Chronic pain is associated with reduced sympathetic nervous system reactivity during simple and complex walking tasks: potential cerebral mechanisms. *Chronic Stress.* 2021;5:24705470211030273.
  30. Galan-Martin MA, Montero-Cuadrado F, Lluch-Girbes E, Coca-López MC, Mayo-Iscar A, Cuesta-Vargas A. Pain neuroscience education and physical therapeutic exercise for patients with chronic spinal pain in spanish physiotherapy primary care: a pragmatic randomized controlled trial. *J Clin Med.* 2020;9(4):1201.
  31. Barros MIG, Suguiura ITR, Linzmeyer A, Carvalho AR. Association between two classification modeST of chronic painful low back disorders, "biomedical" and "biopsychosocial." *Varia Sci - Ciências da Saúde.* 2023;9(1):57-63.
  32. Nijs J, Lahousse A, Kapreli E, Bilika P, Saraçoğlu İ, Malfliet A, Coppieters I, De Baets L, Leysen L, Roose E, Clark J, Voogt L, Huysmans E. Nociceptive pain criteria or recognition of central sensitization? pain phenotyping in the past, present and future. *J Clin Med.* 2021;10(15):3203.
  33. Nijs J, Meeus M, Cagnie B, Roussel NA, Dolphens M, Van Oosterwijck J, Danneels L. A modern neuroscience approach to chronic spinal pain: combining pain neuroscience education with cognition-targeted motor control training. *Phys Ther.* 2014;94(5):730-8.
  34. Nijs J, De Baets L, Hodges P. Phenotyping nociceptive, neuropathic, and nociplastic pain: who, how, and why? *Brazilian J Phys Ther.* 2023;27(4):100537.
  35. Medeiros FC, Salomão EC, Costa LOP, Freitas DG, Fukuda TY, Monteiro RL, Added MAN, Garcia AN, Costa LDCM. Use of the STarT Back Screening Tool in patients with chronic low back pain receiving physical therapy interventions. *Braz J Phys Ther.* 2021;25(3):286-95.
  36. Bułdyś K, Górnicki T, Kalka D, Szuster E, Biernikiewicz M, Markuszewski L, Sobieszkańska M. What do we know about nociplastic pain? *Healthcare.* 2023;11(12):1794.
  37. Thivel D, Tremblay A, Genin PM, Panahi S, Rivière D, Duclos M. Physical activity, inactivity, and sedentary behaviors: definitions and implications in occupational health. *Front Public Heal.* 2018;6(288):1-5.
  38. Chou R, Qaseem A, Snow V, Casey D, Cross JT Jr, Shekelle P, Owens DK; Clinical Efficacy Assessment Subcommittee of the American College of Physicians; American College of Physicians; American Pain Society Low Back Pain Guidelines Panel. Diagnosis and treatment of low back pain: a joint clinical practice guideline from the American College of Physicians and the American Pain Society. *Ann Intern Med.* 2007;147(7):478-91.
  39. Flodin J, Juthberg R, Ackermann PW. Effects of electrode size and placement on comfort and efficiency during low-intensity neuromuscular electrical stimulation of quadriceps, hamstrings and gluteal muscles. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2022;14(1):11.
  40. Lakens D. Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. *Front Psychol.* 2013;4:863.
  41. Sawilowsky SS. New effect size rules of thumb. *J Mod Appl Stat Methods.* 2009;8(2):597-9.
  42. Latremoliere A, Woolf CJ. Central sensitization: a generator of pain hypersensitivity by central neural plasticity. *J Pain.* 2009;10(9):895-926.
  43. de Goeij M, van Eijk LT, Vanelderpen P, Wilder-Smith OH, Vissers KC, van der Hoeven JG, Kox M, Scheffer GJ, Pickkers P. Systemic inflammation decreases pain threshold in humans in vivo. *PLoS One.* 2013;8(12):e84159.
  44. Nagakura Y, Malkmus S, Yaksh TL. Determination of current threshold for paw withdrawal with sine-wave electrical stimulation in rats: effect of drugs and alteration in acute inflammation. *Pain.* 2008;134(3):293-301.
  45. Smart KM, Blake C, Staines A, Doody C. Self-reported pain severity, quality of life, disability, anxiety and depression in patients classified with 'nociceptive', 'peripheral neuropathic' and 'central sensitisation' pain. The discriminant validity of mechanisms-based classifications of low back (±leg) pain. *Man Ther.* 2012;17(2):119-25.
  46. Dionísio GH, Salermo VY, Padilha A. Central sensitization and beliefs among patients with chronic pain in a primary health care unit. *Brazilian J Pain.* 2020;3(1):42-7.
  47. Insausti-Delgado A, López-Larraz E, Omedes J, Ramos-Murguialday A. Intensity and dose of neuromuscular electrical stimulation influence sensorimotor cortical excitability. *Front Neurosci.* 2021;14:593360.