

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

HENRIQUE PRADO RODRIGUES

**REPERCUSSÕES DA MANIPULAÇÃO VERTEBRAL NOS DESFECHOS
NEUROFISIOLÓGICOS E NEUROMUSCULARES EM PACIENTES COM DOR
LOMBAR CRÔNICA ESTRATIFICADOS PELO RISCO DE MAU PROGNÓSTICO:
ENSAIO CLÍNICO ALEATORIZADO.**

CASCAVEL-PR

Agosto 2025

HENRIQUE PRADO RODRIGUES

**REPERCUSSÕES DA MANIPULAÇÃO VERTEBRAL NOS DESFECHOS
NEUROFISIOLÓGICOS E NEUROMUSCULARES EM PACIENTES COM DOR
LOMBAR CRÔNICA ESTRATIFICADOS PELO RISCO DE MAU PROGNÓSTICO:
ENSAIO CLÍNICO ALEATORIZADO.**

Dissertação 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.

Área de concentração: Processo saúde-
doença

ORIENTADOR: Prof. Dr. Alberito Rodrigo de
Carvalho

CASCADEL-PR

Agosto 2025

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Assinatura: Henrique Data 26/_08/_2025_

O presente estudo foi realizado com auxílio da CAPES através do Programa de Apoio à Pós-Graduação (PROAP) pelo Auxílio Financeiro a Projeto Educacional ou de Pesquisa (AUXPE), com processo de número 88881.594204/2020-01, com auxílio número 1359/202.

FICHA CATALOGRAFICA

Prado Rodrigues, Henrique
REPERCUSSÕES DA MANIPULAÇÃO VERTEBRAL NOS DESFECHOS
NEUROFISIOLÓGICOS E NEUROMUSCULARES EM PACIENTES COM DOR
LOMBAR CRÔNICA ESTRATIFICADOS PELO RISCO DE MAU PROGNÓSTICO:
ENSAIO CLÍNICO ALEATORIZADO. / Henrique Prado Rodrigues;
orientador Alberito Rodrigo de Carvalho. -- Cascavel, 2025.
68 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, 2025.

1. Sistema nervoso autônomo. 2. Manipulação vertebral. 3.
Fatores psicossociais. 4. Dor lombar crônica. I. Rodrigo de
Carvalho, Alberito, orient. II. Título.

RESUMO

Introdução: A dor lombar crônica (DLC) é uma experiência dolorosa influenciada por diversos fatores, dentre eles, os psicossociais. A estratificação pelo risco de mau prognóstico para dor, que tem base biopsicossocial, é uma forma de melhor entender as repercussões físico-funcionais induzidas pela DLC, bem como as respostas às intervenções. Uma intervenção frequentemente empregada no tratamento da DLC é a manipulação vertebral (MV), cujos efeitos podem, ao menos no campo teórico, ser justificados por modificações induzidas no sistema nervoso autônomo (SNA) e neuromuscular. **Objetivo:** Explorar os efeitos da MV sobre desfechos neurofisiológicos (variabilidade da frequência cardíaca) e neuromusculares (propriocepção e força) em voluntários com dor lombar crônica estratificados pelo risco de mau prognóstico. **Métodos:** Trata-se de um ensaio clínico aleatorizado cego em que voluntários com DLC foram divididos em 2 grupos de intervenção, um placebo (GP) e um grupo que recebeu a MV (GM). Ainda, cada grupo foi subdividido em estratos, segundo o risco de desenvolver mau prognóstico pela ferramenta Start Back Screening Tool em 3 subgrupos, baixo (BR), médio (MR) e alto (AR) risco de mau prognóstico para dor. Foram coletados dados para a avaliação do SNA, por meio da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), propriocepção de tronco, força dos extensores de tronco por meio de um dinamômetro de tração. Os desfechos foram avaliados em quatro momentos de avaliação: i) antes e ii) imediatamente após a intervenção, iii) 24 h e iv) 7 dias após a intervenção. O teste estatístico usado foi o *generalized mixed model* (GMM), com ênfase nos efeitos principais para os fatores intervenção e momento de avaliação; após essa análise, avaliou-se a necessidade de testar o fator relacionado ao estrato de risco. **Resultados:** Foram avaliados 42 voluntários (GM/n=22; GP/n=20). Não foram observados efeitos significativos da MV sobre os parâmetros da VFC. Já os desfechos neuromusculares, sofreram alterações significativas, decorrentes da manipulação, para a força isométrica máxima (FIM) e para a propriocepção. **Conclusão:** Nossos achados sugerem que a MV não afetou desfechos neurofisiológicos em pacientes com DLC, mas impacta desfechos neuromusculares, como FIM e acuidade proprioceptiva.

Palavras-Chave: dor lombar crônica; estratificação; sistema nervoso autônomo; manipulação vertebral.

ABSTRACT

SPINAL MANIPULATION REPERCUSSIONS ON NEUROPHYSIOLOGICAL AND NEUROMUSCULAR OUTCOMES IN CHRONIC LOW BACK PAIN PATIENTS STRATIFIED BY POOR PROGNOSIS RISK: RANDOMIZED CLÍNICAL TRIAL.

Introduction: Chronic low back pain (CLBP) is a painful experience influenced by various factors, including psychosocial ones. Risk stratification for poor prognosis for pain, which has a biopsychosocial basis, is a way of better understanding the physical-functional repercussions induced by CLBP, as well as the responses to interventions. One intervention frequently used to treat CLBP is spinal manipulation (VM), the effects of which can, at least theoretically, be explained by changes in the autonomic nervous system (ANS) and neuromuscular system. **Objective:** To explore the effects of VM on neurophysiological (heart rate variability) and neuromuscular (proprioception and strength) outcomes in volunteers with chronic low back pain stratified by risk of poor prognosis. **Methods:** This is a blinded randomized clinical trial in which volunteers with CLBP were divided into 2 intervention groups, a placebo group (PG) and a group that received VM (GM). Each group was further subdivided into strata according to the risk of developing poor prognosis by the Start Back Screening Tool into 3 subgroups, low (LR), medium (MR) and high (HR) risk of poor prognosis for pain. Data was collected to assess the ANS using heart rate variability (HRV), trunk proprioception and trunk extensor strength using a traction dynamometer. The outcomes were assessed at four different times: i) before and ii) immediately after the procedure, iii) 24 hours and iv) 7 days after the intervention. The statistical test used was the generalized mixed model (GMM), with emphasis on the main effects for the factors intervention and time of evaluation; after this analysis, the need to test the factor related to risk stratum was evaluated. **Results:** 42 volunteers were assessed (GM/n=22; GP/n=20). No significant effects of VM on HRV parameters were observed. Neuromuscular outcomes, on the other hand, underwent significant changes as a result of the manipulation for maximum isometric strength (MIF) and proprioception. **Conclusion:** Our findings suggest that VM does not affect neurophysiological outcomes in patients with CLBP, but it does impact neuromuscular outcomes such as MIF and proprioceptive acuity.

Keywords: chronic low back pain; stratification; autonomic nervous system; spinal manipulation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Estatísticas descritiva e inferencial para os dados de caracterização da amostra.	40
Tabela 2	Parâmetros dos tamanhos de efeito para todos os pares de comparação (comparador de interesse – comparador de referência) para todos as variáveis analisadas.	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Modelo teórico-conceitual do estudo.	28
Figura 2	Organização da dissertação.	29
Figura 3	Esquema da linha do tempo das coletas.	32
Figura 4	Formato de curva correto para a análise da TDF.	33
Figura 5	Teste de força isométrica máxima (FIM) e taxa de desenvolvimento de força (TDF).	34
Figura 6	Posicionamento adotado para coleta dos dados de variabilidade da frequência cardíaca.	35
Figura 7	Posição para realização do teste de acuidade proprioceptiva com o sensor Dinabang.	36
Figura 8	Posicionamento para as manipulações vertebrais.	37
Figura 9	Diagrama de fluxo de voluntários do estudo.	40
Figura 10	Comparação para a FIM entre o GP e o GM com estatística inferencial entre cada momento de avaliação.	42
Figura 11	Comparação para a acurácia proprioceptiva entre o GP e o GM com estatística inferencial entre cada momento de avaliação.	43

LISTA DE ABREVIATURAS

DLC	Dor Lombar Crônica
SNC	Sistema Nervoso Central
FC	Frequência Cardíaca
VFC	Variabilidade da Frequência Cardíaca
MV	Manipulação Vertebral
SNA	Sistema Nervoso Autônomo
SNAS	Sistema Nervoso Autônomo Simpático
SNAP	Sistema Nervoso Autônomo Parassimpático
SBST	Start Back Screening Tool
GM	Grupo manipulação
GP	Grupo placebo
AVpré	Avaliação pré intervenção
AVpós	Avaliação no pós intervenção imediato
AV1dia	Avaliação após 1 dia de intervenção
AV7 dias	Avaliação após 1 semana de intervenção
PA	Pressão arterial

SUMÁRIO

Sumário

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo Geral	13
2.2 Objetivos Específicos	14
3. REVISÃO DA LITERATURA	14
3.1 Dor lombar Crônica: Definições e Visão Geral.....	14
3.2 Alterações neuromusculares e anatomofuncionais em pacientes com dor lombar crônica (DLC)	16
3.3 Fatores psicossociais envolvidos na DLC.....	17
3.4 A Neurofisiologia da dor e a rede autônoma central.	21
3.5 Efeitos da manipulação vertebral sobre desfechos neurofisiológicos e neuromusculares.....	25
3.6 Modelo hipotético do estudo.....	27
4. METODOLOGIA.....	28
4.1 Participantes e ética do estudo.....	29
4.2 Procedimentos Metodológicos.....	30
4.3 Análise estatística.....	37
5. RESULTADOS.....	39
6. DISCUSSÃO	44
7. CONCLUSÃO GERAL DO ESTUDO	47
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
ANEXO I.....	54
ANEXO II.....	59
ANEXO III.....	60
ANEXO IV	61
ANEXO V	65
ANEXO VI	66
ANEXO VII	68

1. INTRODUÇÃO

A dor lombar crônica (DLC), na qual a queixa de dor persistente ou recorrente tem duração maior que 3 meses, é uma condição de saúde com alta prevalência ao redor do mundo, sendo descrita entre 11,9% (Knezevic *et al.*, 2021) e 36% (Delitto *et al.*, 2012), a qual acomete principalmente a população em idade produtiva, entre 40 e 69 anos. No Brasil, essa prevalência pode chegar a 14.9% da população e, entre a população adulta, a 50% (Nascimento; Costa, 2015).

No contexto das síndromes dolorosas de etiologia multifatorial, a intensidade dolorosa e a sua cronificação não dependem somente da nocicepção, processo neural responsável por detectar e transmitir os estímulos nocivos até o sistema nervoso central (SNC), mas são o resultado da integração de informações no SNC. A dor, a exemplo do que ocorre na DLC, pode ser definida, portanto, como uma experiência na qual informações fisiológicas, nociceptivas, cognitivas, emocionais e comportamentais chegam ao SNC, onde são moduladas e podem, ou não, ser interpretadas como dor. Essa teoria é a base para a influência dos fatores psicossociais sobre a dor (Garland, 2012; Kuner; Flor, 2017; Raja *et al.*, 2020).

Sabe-se que fatores psicossociais, que envolvem condições, como estresse, ansiedade, depressão, ambiente de trabalho, comportamentos e crenças com relação à dor, influenciam diretamente os desfechos de dor e incapacidade. Por consequência, o manejo clínico da DLC torna-se desafiador, já que os fatores psicossociais são subjetivos e influenciados por muitas condições (Goubert *et al.*, 2016, 2017; Hoy *et al.*, 2010; Seyedhoseinpoor *et al.*, 2022).

Visando controlar a influência dos fatores psicossociais, tem sido proposta a estratificação das pessoas que apresentam DLC. Essa abordagem é apresentada como um meio para melhorar os resultados nos tratamentos, tornando-os mais assertivos e eficazes. A estratificação, feita segundo a ferramenta Start Back Screening Tool (SBST), categoriza os níveis de influência dos fatores psicossociais, sendo que, quanto mais os fatores psicossociais estão envolvidos no quadro doloroso, mais alto é o risco de se desenvolver um prognóstico ruim relacionado à dor e sua cronificação (Pilz *et al.*, 2014).

Essa estratificação foi testada por Hill *et al.* (2011), que encontraram um resultado positivo quando os voluntários com DLC receberam um tratamento

personalizado segundo o risco de mau prognóstico (Hill *et al.*, 2011). Estudos mais recentes recomendam que o manejo da DLC seja paciente-centrado, considerando-se os múltiplos fatores etiológicos que contribuem para a condição dolorosa, buscando-se por biomarcadores e desfechos clínicos-funcionais que melhor representem o quadro clínico particular do paciente, os quais vão além da intensidade da dor somente (Dutmer *et al.*, 2022; Farley *et al.*, 2024; Nicol *et al.*, 2023)

As respostas fisiológicas a estímulos psicossociais são mediadas pelo sistema nervoso autônomo (SNA). As respostas autônomas são controladas pela rede autônoma central que consiste em áreas distribuídas pelo SNC que são altamente interconectadas. Essas áreas incluem os córtex insular e cingulado anterior, o núcleo central da amígdala, várias porções do hipotálamo, a substância cinzenta periaquedutal do mesencéfalo, o núcleo parabraquial na ponte, o núcleo do trato solitário, a formação reticular ventrolateral da medula e o núcleo da rafe (Benarroch, 2006).

O envolvimento dos fatores psicossociais com o processamento da dor não está totalmente esclarecido, mas sugere-se que emoções negativas estão associadas com a ativação da amígdala, córtex cingulado anterior e a parte anterior da insula. Essas estruturas processam as emoções e atuam de forma importante na neuromatriz da dor. Como essas áreas estão intimamente conectadas a toda a matriz de dor e ao sistema de modulação descendente da dor, esses estímulos psicossociais negativos parecem estimular o SNA simpático (SNAS), que, por sua vez, age como um facilitador da nocicepção, ocasionando respostas exacerbadas (Benarroch, 2006; Garland, 2012).

Corroborando o processo de integração de informações autônomas e emocionais participantes na modulação da dor, há evidências de que pessoas com desordens depressivas ou de ansiedade apresentam alterações em parâmetros do SNA relacionados à função cardíaca. Nos voluntários que apresentavam ansiedade e depressão, a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) apresentou-se diminuída e a frequência cardíaca evidenciava um aumento em relação ao grupo controle. A regulação autônoma de voluntários com DLC mostrou alterações semelhantes às daqueles com ansiedade e depressão. Especula-se que haja uma relação de retroalimentação positiva entre as variáveis psicossociais e os parâmetros da VFC indicativos de predomínio simpático sobre a modulação autônoma do coração (El-

Badawy; El Mikkawy, 2016; Hautala; Karppinen; Seppanen, 2016; Hu *et al.*, 2019; Rubinstein *et al.*, 2019).

Acredita-se que seja possível diferenciar pessoas com DLC de pessoas saudáveis por meio da análise da VFC; esse achado sugere que os parâmetros de regulação autônoma podem ser utilizados na avaliação de pessoas com DLC. Porém, no estudo que embasa tal observação, os autores não foram capazes de relacionar medidas da VFC aos níveis de dor dos voluntários e sugeriram que estudos com amostras maiores fossem realizados para estabelecer se existe tal correlação. Teoricamente, os parâmetros do SNA podem se correlacionar com a intensidade dolorosa na DLC e com os fatores psicossociais, o que tende a afetar a modulação sobre a dor (Hautala; Karppinen; Seppanen, 2016).

Contudo, não apenas o SNA é afetado na DLC, mas também o sistema neuromuscular, o que repercute negativamente nos aspectos objetivos da função, tais como aqueles relacionados à produção de força e do controle motor (Goubert *et al.*, 2016, 2017; Seyedhoseinpoor *et al.*, 2022; Tong *et al.*, 2017; Van Dieën *et al.*, 2019)

Pessoas com DLC parecem apresentar a propriocepção de tronco prejudicada. Ainda, alterações no controle motor foram observadas nessa população, sendo que há achados de que os músculos transversos do abdômen e os oblíquos interno e externo apresentavam um atraso na sua contração quando voluntários com DLC foram comparados a sujeitos assintomáticos (Tong *et al.*, 2017; Van Dieën *et al.*, 2019). Também, foram observadas mudanças estruturais em músculos estabilizadores da coluna, como o eretor da espinha e o multifídus lombar, já que esses músculos evidenciaram sinais de atrofia e maior infiltrado gorduroso em pessoas com DLC. Essa atrofia e lipossustituição podem estar relacionadas a uma menor capacidade de gerar força (Goubert *et al.*, 2016, 2017; Seyedhoseinpoor *et al.*, 2022).

Portanto, intervenções capazes de modificar tanto aspectos neurofisiológicos, como a VFC, quanto aspectos neuromusculares da função muscular estriada esquelética, capazes de otimizar aspectos relacionados à geração de força, podem ser recomendados para o tratamento de pacientes com DLC. A manipulação vertebral (MV) tem sido utilizada como tratamento conservador para a DLC. A MV é uma intervenção terapêutica na qual um impulso de alta velocidade e baixa amplitude é aplicado às articulações da coluna, próximo ao limite fisiológico, com o objetivo de

submeter as estruturas musculares, ligamentares e neurológicas a um estímulo mecânico (Sarker; Sethi; Mohanty, 2020; Wirth *et al.*, 2019).

As melhoras obtidas pela MV sobre desfechos clínicos, fisiológicos e funcionais na síndrome de DLC ainda têm seus mecanismos pouco esclarecidos. Os modelos teóricos, que sustentavam os efeitos da MV, eram baseados em aspectos biomecânicos, inicialmente, porém, estão mudando para um contexto neurofisiológico. Isso se deve aos vários efeitos que a MV tem sobre o controle motor e em variáveis do SNA (Gyer *et al.*, 2019).

Wirth *et al.* (2019), em sua revisão da literatura, apresentam vários efeitos neurofisiológicos da MV. Dentre aqueles, foram descritos efeitos significativos nos parâmetros do SNA, especialmente na VFC, já que houve indicativos de uma maior contribuição do SNA parassimpático (SNAP) sobre o padrão autônomo cardíaco após a MV. Portanto, especula-se que a MV seja capaz de atuar sobre o sistema de modulação da dor por meio de mudanças no SNA (Wirth *et al.*, 2019).

Considerando os mecanismos de ação da MV sobre sistema nervoso, impactando tanto o SNA quanto o neuromuscular, questiona-se se a MV é capaz de modificar positivamente desfechos neurofisiológicos (como os parâmetros da VFC) e neuromusculares (como a força isométrica máxima, a taxa de desenvolvimento de força e a acuidade proprioceptiva dos músculos extensores do tronco), naqueles que sofrem de DLC, e se tais modificações são influenciadas pela estratificação do risco de desenvolver mau prognóstico para dor. Os dados referentes à força de extensores de tronco e propriocepção, assim como da VFC, são limitados e, muitas vezes, controversos, o que sugere a necessidade de ensaios clínicos para uma visão mais precisa dos efeitos gerados pela MV.

A hipótese do presente estudo é de que a MV, ao menos a curto prazo, é capaz de reduzir os impactos negativos da DLC nos desfechos neurofisiológicos e neuromusculares; porém, essa relação é menos evidente à medida que o risco de mau prognóstico para dor aumenta.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Explorar os efeitos da MV sobre desfechos neurofisiológicos (variabilidade da frequência cardíaca) e neuromusculares (propriocepção e força) em voluntários com dor lombar crônica estratificados pelo risco de mau prognóstico.

2.2 Objetivos Específicos

- Sumarizar os efeitos da MV sobre desfechos neuromusculares (força e acuidade proprioceptiva dos extensores de tronco) em pacientes com DLC.
- Comparar desfechos neurofisiológicos e neuromusculares entre diferentes estratos de risco de mau prognóstico para dor naqueles com DLC.
- Verificar a contribuição da MV na modificação de desfechos neurofisiológicos e neuromusculares em voluntários com DLC estratificados segundo o risco de mau prognóstico para dor.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Dor lombar Crônica: Definições e Visão Geral

A coluna lombar pode ser definida como o espaço entre as últimas costelas e as cristas ilíacas, podendo ser acometida por diferentes tipos de dor, incluindo as dores nociceptivas, dores neuropáticas e dores nociplásticas (Knezevic *et al.*, 2021). Clinicamente, a dor lombar tem sido classificada, de acordo com a duração dos seus sintomas, em aguda, subaguda e crônica. Quando a dor tem duração de até 6 semanas, é classificada como dor aguda; a dor subaguda tem duração de 6 semanas até 3 meses; e a DLC tem duração de mais de 3 meses (Koes; Van Tulder; Thomas, 2006).

A prevalência de dor lombar foi descrita entre 11,9% (Knezevic *et al.*, 2021) e 36% (Delitto *et al.*, 2012). Esses dados também podem variar de acordo com a idade, sendo que os mais afetados têm idade entre 40 e 69 anos, com uma prevalência de 28% a 42% (Knezevic *et al.*, 2021). Sabe-se, também, que 80% da população pode apresentar ao menos um episódio de dor lombar durante a vida. No Brasil, a DLC pode atingir até 14,9% da população, sendo que, anualmente, pode atingir até 50%

da população adulta. Essa alta prevalência gera muitos prejuízos financeiros, pessoais e sociais (Nascimento; Costa, 2015; Rubin, 2007).

Os custos anuais para o tratamento da DLC são altos e variam de acordo com o país e população. No Reino Unido, esses custos estão estimados em 2,8 bilhões de libras; na Austrália, 4,8 bilhões de dólares australianos; e, nos Estados Unidos, esse valor pode chegar a 100 bilhões de dólares ao ano. Isso evidencia a importância do tratamento e da prevenção dessa condição (Knezevic *et al.*, 2021).

Um fator que contribui para os altos valores dos tratamentos da DLC é o aumento da demanda em hospitais e clínicas, o que gera gastos para o tratamento de uma condição com alta prevalência. Além disso, procedimentos não resolutivos elevam os valores gastos no tratamento, já que alguns podem ser de alto custo, como as cirurgias. O impacto econômico para o setor público e privado pode ser tanto direto, como em atendimentos médicos, fisioterapêuticos e tratamentos farmacológicos, quanto indireto, a exemplo de dias de trabalho perdidos e baixa produtividade (Mendonça *et al.*, 2021; Stefane *et al.*, 2013).

O diagnóstico geralmente é focado em triar os pacientes com dor lombar específica e inespecífica. A dor lombar específica acontece quando a causa e os sintomas podem ser relacionados com um mecanismo fisiopatológico, por exemplo, uma fratura, hérnia de disco ou infecção. Já na dor lombar inespecífica, as causas não podem ser claramente definidas, ou seja, a dor tem uma origem desconhecida. Cerca de 90% dos casos de dor lombar são classificados como inespecífica e isso acontece pela exclusão de sintomas específicos de alguma condição patológica, o que pode resultar em condutas equivocadas (Koes; Van Tulder; Thomas, 2006).

A identificação de possíveis lesões estruturais é de extrema importância, porém, não explica de forma satisfatória a experiência complexa em que informações fisiológicas, cognitivas, emocionais e comportamentais são encaminhadas ao sistema nervoso central, no qual são moduladas e podem ser interpretadas, ou não, como dor (Garland, 2012).

O tratamento da dor lombar é complexo devido aos diferentes fatores que podem afetar os resultados; isso pode incluir uma gama de técnicas diferentes com o objetivo de reduzir a intensidade da dor e melhorar a função de pessoas com DLC. Knezevic *et al.* (2021) propuseram, em sua revisão, que os tratamentos podem incluir massagem, calor e frio superficial, acupuntura, yoga, tai chi, exercícios de controle

motor, terapias cognitivo-comportamentais e manipulação vertebral (Knezevic *et al.*, 2021).

Estudos mais recentes recomendam que o manejo da DLC seja paciente-centrado, considerando-se os múltiplos fatores etiológicos que contribuem para a condição dolorosa, buscando-se por biomarcadores e desfechos clínicos-funcionais que melhor representem o quadro clínico particular do paciente, os quais vão além da intensidade da dor somente (Dutmer *et al.*, 2022; Farley *et al.*, 2024; Nicol *et al.*, 2023)

O prognóstico da dor lombar aguda é favorável, sendo que os pacientes melhoram consideravelmente nas primeiras 6 semanas e, após 1 ano, têm queixas mínimas de dor e disfunção. Já os pacientes com DLC, tendem a melhorar nas primeiras semanas, porém, ao longo de um ano, apresentam escores maiores para dor e disfunção, podendo apresentar graus moderados de incapacidade. Essa transição da dor lombar aguda para a DLC pode estar relacionada a fatores psicossociais (MENEZES COSTA *et al.*, 2012; HOY *et al.*, 2010).

A DLC, além de dor e incapacidade, gera prejuízos estruturais, neuromusculares e funcionais, sendo importante estabelecer se há relações dessas variáveis com os fatores psicossociais, já que podem estar envolvidos na cronificação da dor (Hoy *et al.*, 2010; Tong *et al.*, 2017; Van Dieën *et al.*, 2019).

3.2 Alterações neuromusculares e anatomofuncionais em pacientes com dor lombar crônica (DLC)

Panjabi (2003) conceitualiza o sistema de estabilização da coluna em três partes, em que as vértebras, ligamentos e discos provêm a estabilidade intrínseca; os músculos que rodeiam a coluna seriam os responsáveis pela estabilidade dinâmica e uma unidade de controle neural faria a modulação proprioceptiva, além de controle dos músculos que fornecem a estabilidade (Panjabi, 2003).

A estabilidade do tronco está sob constante desafio e isso acontece tanto por perturbações internas, como a respiração, movimentos do próprio corpo, quanto por perturbações externas, a saber, o impacto com o solo na marcha e outras forças que possam exigir adaptações posturais. Essas adaptações são feitas pelos músculos posturais do tronco, que sofrem modulações em sua contração a fim de que seja possível a manutenção do equilíbrio, por mecanismos de antecipação (*feedforward*) e

por respostas a estímulos proprioceptivos, visuais e vestibulares (Van Dieën *et al.*, 2019).

Há evidências de que pessoas com DLC têm acuidade proprioceptiva de tronco prejudicada quando comparadas aos seus pares livres de dor. A deficiência na acuidade proprioceptiva pode ser devido a um controle motor prejudicado. Esses resultados foram obtidos a partir do teste de reposicionamento articular do tronco e da capacidade de detectar movimento passivo. O teste de reposicionamento articular é muito usado na literatura para testar a propriocepção em sujeitos com DLC; assim, resultados piores foram encontrados nesse teste principalmente quando os voluntários foram estratificados para o subgrupo em que havia preferência direcional pela flexão (Tong *et al.*, 2017).

O prejuízo na propriocepção pode ocorrer devido às alterações do controle motor apresentadas por pacientes com dor lombar. Essas alterações podem acontecer devido às disfunções no recrutamento muscular, em que os músculos abdominais e lombares teriam uma ativação atrasada ou tardia. Também, são relatadas alterações na capacidade de estabilizar o centro de pressão quando analisado o seu deslocamento na plataforma de força; essa disfunção pode ser um efeito desse controle motor prejudicado na antecipação dos movimentos (Van Dieën *et al.*, 2019).

Sabe-se, ainda, que a DLC causa alterações estruturais em alguns músculos intrínsecos da coluna que são responsáveis pela estabilização e controle dos movimentos. Pacientes com dor lombar apresentam maior atrofia muscular e infiltração de gordura nos músculos multifídeos e eretor da coluna, os quais possuem função estabilizadora. Essa alteração parece estar mais evidente em pacientes que apresentam dor lombar de maneira contínua quando comparados com a forma não contínua e recorrente, o que pode resultar em uma diminuição na capacidade de gerar força desses músculos (Goubert *et al.*, 2016, 2017; Seyedhoseinpoor *et al.*, 2022).

3.3 Fatores psicossociais envolvidos na DLC

A experiência da dor lombar pode ser modificada por fatores biológicos, como a idade, sexo, massa corporal, propriocepção, função e estrutura muscular alterada. Pode, também, ser modificada por fatores psicossociais, a saber, estresse, ansiedade,

depressão, ambiente de trabalho conflituoso e alguns tipos de comportamento com relação à dor. Além disso, a contribuição de fatores psicossociais pode estar envolvida na transição da dor aguda para a dor crônica, porém, as relações entre esses fatores e a DLC ainda é incerta (Goubert *et al.*, 2016, 2017; Hoy *et al.*, 2010; Seyedhoseinpoor *et al.*, 2022).

Ao analisar os fatores de risco para a DLC, é possível notar as diferentes áreas de conhecimento envolvidas no reestabelecimento da saúde dessas pessoas. Nota-se que há fatores sociais, comportamentais, culturais, ambientais e psicológicos envolvidos no processo saúde-doença. Esses fatores têm uma semelhança muito grande com os determinantes sociais da saúde, que são fatores sociais, econômicos, culturais, étnico-raciais, psicológicos e comportamentais, os quais podem estar envolvidos no aparecimento de problemas de saúde (Buss; Pellegrini Filho, 2007).

Evidencia-se, assim, a necessidade de uma abordagem interdisciplinar para a prevenção e o tratamento de várias condições de saúde. Scliar (2007) cita, em seu artigo, que os cuidados da atenção primária deveriam incluir educação em saúde, nutrição adequada, saneamento básico, cuidados materno-infantis, planejamento familiar, imunizações, prevenção e controle de doenças endêmicas e de outros frequentes agravos à saúde, provisão de medicamentos essenciais. Cita, ainda, que o setor de saúde deveria se integrar aos demais setores, para que os cuidados possam ser entregues e os fatores de risco controlados (Scliar, 2007).

Há, portanto, a necessidade de se abordar o processo de adoecimento de forma mais complexa e não apenas analisando a anatomopatologia. Ao considerar fatores de risco de diferentes esferas, pode-se indagar de que forma a intervenção sobre esses fatores poderia melhorar a qualidade de vida, por exemplo, dos pacientes com DLC. Isso origina, ainda, a necessidade de uma abordagem interdisciplinar em que vários tipos de profissionais atuam em conjunto para o bem-estar da população.

A necessidade da intervenção interdisciplinar fica evidente, já que há evidências de que expectativas negativas com relação ao tratamento têm se mostrado um preditor de piores resultados, no que se refere à dor e incapacidade em estudos sobre DLC. As expectativas negativas dos participantes estão baseadas em experiências prévias, atitudes culturais, crenças de autocuidado, contexto e no entendimento sobre a sua dor. Além disso, relata-se que, em 3,1% dos casos de dor

lombar, fatores psicológicos são citados como gatilhos primários (Knezevic *et al.*, 2021).

O envolvimento dos fatores psicossociais com o processamento da dor não está totalmente esclarecido; sabe-se que emoções negativas estão associadas com a ativação da amígdala, córtex cingulado anterior e a parte anterior da insula. Essas estruturas processam as emoções e são parte importante da chamada neuromatriz da dor (Garland, 2012).

Como essas áreas estão intimamente conectadas com toda a matriz da dor, as emoções negativas parecem agir como um potencializador dos estímulos nocivos. Os fatores psicossociais negativos parecem, ainda, estimular o SNAS, o que pode interferir na modulação descendente da dor. Em reação à ativação do SNAS, são liberadas citocinas pró-inflamatórias que podem, também, facilitar a transmissão de nocicepção ao SNC e causar a sensibilização periférica (Garland, 2012).

Em pessoas assintomáticas, um estímulo nociceptivo gera resposta do SNAS, o que acarreta mudanças aos órgãos e sistemas alvos, modificando seu funcionamento, a saber, modificação nos ritmos cardíaco e respiratório. Naqueles com dor crônica, essas respostas podem estar desreguladas, gerando reações inapropriadas a estímulos nociceptivos (Yeater *et al.*, 2021).

A ativação do SNAS gerada pela dor pode ocasionar uma analgesia em um primeiro momento, porém, em uma experimentação prolongada de quadros dolorosos, causa a sensibilização, o que exacerba a intensidade das aferências nociceptivas que chegam ao SNC. O aumento da atividade do SNAS pode acarretar, por exemplo, disfunção do nervo vago, distúrbios no sono e sintomas gastrointestinais (Sillevis *et al.*, 2023).

A função de modulação influenciada pelo SNA pode ser avaliada quantitativamente por meio da análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), a qual é a variação, expressa em tempo, entre batimentos cardíacos sucessivos. Quando esses dados são processados, é possível quantificar componentes que refletem canais de regulação neural específica do SNA sobre o coração (Tracy *et al.*, 2016).

A VFC analisa dados referentes à atividade autônoma do coração e evidencia dados baseados no tempo e na frequência. As variáveis do domínio do tempo referentes ao SNA expressam a participação dos SNAS e SNAP no controle autônomo

do coração. O SDNN é uma medida geral da adaptabilidade autônoma do coração; ao se mostrar mais elevado, o SDNN aponta para um melhor equilíbrio do SNA. O RMSSD processa intervalos RR entre batimentos consecutivos e expressa a participação do SNAP, ou seja, quanto maior o RMSSD, maior a atuação do SNAP. Esses parâmetros diminuídos indicam uma maior atividade do SNAS. O SNAS mais ativo parece facilitar o aporte de informações nociceptivas ao SNC, de maneira que isso pode acabar exacerbando e perpetuando o quadro álgico de pacientes com DLC (Garland, 2012; Vanderlei *et al.*, 2009).

As variáveis referentes ao domínio da frequência apresentam um componente de alta frequência (HF, que representa a influência parassimpática) e um componente de baixa frequência (LF, que representa a influência simpática). A razão LF/HF avalia o equilíbrio entre os dois sistemas; quanto mais próxima de 1, mais equilibrados os dois sistemas estão. Um aumento da razão LF/HF indica uma preponderância do SNAS. Já uma razão LF/HF abaixo de 1 remete a um predomínio do SNAP (Forte *et al.*, 2022; Vanderlei *et al.*, 2009).

Sabe-se que pessoas com DLC apresentam uma correlação entre as medidas de dor e a diminuição da VFC, o que diminui as respostas do SNA. Além disso, uma menor VFC apresenta forte correlação com a catastrofização e a cinesiofobia em pacientes com DLC (Pontes-Silva *et al.*, 2022).

A sensibilização que ocorre na DLC pode ocasionar um estado conhecido como hipervigilância, que corresponde à proteção excessiva da coluna devido ao medo de se movimentar e gerar mais dor. Esse excesso de proteção causa o aumento da atividade dos músculos globais do tronco. As estratégias motoras são diferentes após o desenvolvimento da DLC, o que pode ser devido a uma exacerbação dos estímulos aferentes que chegam ao SNC (Van Dieën; Flor; Hodges, 2017).

A má interpretação da dor como sendo somente um sinal de lesão física geralmente conduz a pessoa com DLC a comportamentos de medo e evitação que podem reforçar as incapacidades, o que tende a causar depressão e ansiedade. Ao evitar movimentos dolorosos, entra-se em um ciclo vicioso, no qual o aumento da incapacidade piora a dor, a dor ocasiona a evitação dos movimentos que, por sua vez, gera ainda mais incapacidade; assim, o ciclo reinicia-se (Knezevic *et al.*, 2021).

Devido à grande variedade de sintomas apresentados por aqueles que sofrem com a DLC e a repercussão negativa gerada pelos fatores psicossociais no

prognóstico clínico desses pacientes, estratificá-los em relação ao risco para desenvolver mau prognóstico pode melhorar os resultados da reabilitação física para aquelas variáveis que compõem o espectro psicossocial da etiologia da dor (Barros *et al.*, 2023).

Dentre as ferramentas indicadas na literatura para fazer a estratificação, destaca-se o questionário “Start Back Screening Tool” (SBST). Esse instrumento estratifica os pacientes em baixo, médio e alto risco para desenvolver mau prognóstico e, quanto maior o risco, maior o envolvimento de fatores psicossociais. Ao estratificar os pacientes, é possível apresentar intervenções diferentes para cada estrato, tornando as estratégias terapêuticas mais assertivas e os tratamentos mais eficazes (Pilz *et al.*, 2014).

Na DLC, a relação entre a nocicepção e a dor geralmente aponta para uma alteração no processamento da dor no SNC, já que a experiência da dor depende de interações entre processos sensoriais e contextuais que são mediados por mecanismos de *feedback* e *feedforward*. Estudos neurofisiológicos mostram alterações estruturais, fisiológicas e metabólicas do SNC, incluindo o desequilíbrio do SNA, que estão presentes em pessoas com DLC (Ploner; Sorg; Gross, 2017; Södervall *et al.*, 2013).

3.4 A Neurofisiologia da dor e a rede autônoma central.

A nocicepção é a transmissão de informação sobre danos teciduais, reais ou potenciais, para o SNC. Ela ocorre por meio de receptores especializados chamados nociceptores presentes nas fibras aferentes do tipo A delta e C; esses receptores podem ser ativados por estímulos mecânicos, térmicos ou químicos (Garland, 2012).

As aferências das fibras A delta e C fazem sinapse no corno posterior da medula, principalmente a lâmina I e a lâmina V; depois, decussam e ascendem pelo trato espinotalâmico contralateral. A lâmina I e o núcleo caudal do trigêmeo projetam-se, então, para o núcleo do trato solitário; a maior parte das fibras ascendentes do núcleo do trato solitário projeta-se para o núcleo parabraquial, que é o principal controlador homeostático. Seguindo, o núcleo parabraquial projeta-se para a substância cinzenta periaquedutal e hipotálamo e, depois, para o tálamo. Por último,

as aferências chegam ao córtex cingulado anterior, córtex insular e amígdala (Cortelli *et al.*, 2013).

Essas estruturas não recebem passivamente informações aferentes, mas regulam ativamente o aporte de informações por meio de projeções para as vias espinhais e trigeminais. Essa regulação é nomeada como sistema de modulação descendente da dor (Garland, 2012).

As estruturas que integram a nocicepção fazem o seu papel de modulação por meio de respostas autônomas, que, por sua vez, produzem respostas endócrinas, emocionais e comportamentais. Esses estímulos aferentes do SNA são disparados pela rede autônoma central. A rede autônoma central pode ser definida como áreas altamente interconectadas, distribuídas principalmente pelo SNC, responsáveis pelas respostas do SNA para manutenção da homeostase. Essas áreas incluem o córtex cingulado anterior, o córtex insular, o núcleo central da amígdala, muitas áreas do hipotálamo, a substância cinzenta periaquedutal do mesencéfalo, o núcleo parabraquial na ponte, o núcleo do trato solitário na medula, a formação reticular ventrolateral da medula e o núcleo da rafe (Benarroch, 2006).

Cortelli dividiu as interações autônomas em 4 níveis hierárquicos: medular, bulbopontino, pontomesencefálico e prosencéfalo. No corno posterior da medula, existem interneurônios que podem potencializar ou inibir a ascensão de aferências para os centros de processamento superiores. Isso pode estar relacionado com a interação entre as vias nociceptivas e autônomas, já que existem projeções para a cadeia laterovertebral simpática em todos os níveis da coluna torácica e lombar superior; esse é o primeiro nível (Cortelli *et al.*, 2013; Garland, 2012).

O segundo nível é o bulbopontino, no qual estão o núcleo do trato solitário, medula ventrolateral e núcleo da rafe. Esse nível recebe informações sensoriais viscerais, de maneira que as distribui por meio do núcleo do trato solitário para toda a CAN. Além disso, esse nível gera respostas reflexas de controle cardiovascular, respiratório e gastrointestinal. A medula ventrolateral rostral projeta-se para neurônios simpatoexcitatórios. O núcleo da rafe tem uma função simpatoinibitória (Benarroch, 2006; Cortelli *et al.*, 2013).

O terceiro nível é o pontomesencefálico, em que estão presentes o núcleo parabraquial e a substância cinzenta periaquedutal. Esse nível tem um papel chave para a integração de informações que pode ajudar a compreender o papel dos fatores

psicossociais na modulação da dor. O núcleo parabraquial é um integrador de informações homeostáticas, mas também está envolvido nas respostas cardiovasculares, respiratórias e gastrointestinais. O núcleo parabraquial recebe projeções do núcleo do trato solitário e conecta-se com a maioria dos elementos da CAN, principalmente com a substância cinzenta periaquedutal, medula, tálamo, hipotálamo e a amígdala (Benarroch, 1993).

A relação do núcleo parabraquial com a amígdala explica, em parte, a influência dos fatores psicossociais para a modulação da dor, já que ela é responsável por dar significado aos estímulos sensoriais. Assim, por sua vez, tem conexões com estruturas, como o hipotálamo, que são essenciais para a expressão emocional e endócrina aos estímulos nociceptivos (Benarroch, 1993; Cortelli *et al.*, 2013).

A substância cinzenta periaquedutal tem um papel importante na modulação da dor. Ela recebe projeções do núcleo parabraquial e atua sobre as vias medulares podendo inibir ou facilitar a chegada de informações ao SNC. A parte lateral da substância periaquedutal recebe estímulos bem localizados na pele por meio do corno dorsal medular e trigeminal. Iniciam, então, as reações de luta e fuga, por meio das projeções para a formação reticular ventrolateral, que se caracterizam pela excitação do SNAS, gerando hipertensão, taquicardia e redirecionamento do sangue para a face e membros inferiores. Essa excitação causa uma analgesia que não depende dos opioides endógenos (Benarroch, 2006).

Ainda, na substância cinzenta periaquedutal, a porção ventrolateral que recebe aferências difusas, viscerais e musculares gera uma analgesia dependente dos opióides endógenos, caracterizadas por hiporreatividade, bradicardia e hipotensão. Essas respostas se devem às projeções da porção ventrolateral da substância cinzenta periaquedutal para rafe medular, gerando inibição simpática e modulação da dor (Benarroch, 2006).

Ademais, há estudos de neuroimagem que mostram que a atividade da substância cinzenta periaquedutal pode ser modulada pela atenção, emoção, expectativa de dor e placebo de analgesia. Isso corrobora os achados sobre a contribuição dos fatores psicossociais, já que emoções negativas também causavam a atividade de partes da neuromatriz da dor, principalmente a amígdala, córtex cingulado anterior e a parte anterior da insula (Cortelli *et al.*, 2013; Garland, 2012).

A amígdala, o córtex cingulado anterior e a parte anterior da insula fazem parte do último nível hierárquico das interações da nocicepção com o SNA. O nível prosencefálico é responsável pelas reações emocionais, comportamentais e endócrinas da experiência da dor. As estruturas desse nível podem exercer seus efeitos sobre a modulação da dor devido às suas conexões com o núcleo parabraquial e, conseqüentemente, com a substância cinzenta periaquedutal, que tem papel importante na modulação da dor (Cortelli *et al.*, 2013).

O hipotálamo é outra estrutura importante tanto para o processamento emocional quanto para o sistema de modulação descendente da dor. O hipotálamo posterior tem conexões com várias estruturas da matriz da dor que também tem funções importantes nas respostas do SNA. Podemos citar, como conexões do hipotálamo, a substância cinzenta periaquedutal, o núcleo da rafe, núcleo parabraquial, medula; além disso, há conexões diretas com neurônios pré-gangliônicos do SNAS e com o núcleo motor dorsal do nervo vago (Benarroch, 2006; Bonaz; Sinniger; Pellissier, 2016).

O hipotálamo pode contribuir também com a desregulação autônoma presente da DLC devido a respostas inadequadas do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal. Esse eixo pode estar afetado, por exemplo, pelo estresse, o que pode ocasionar uma maior sensibilidade periférica à nocicepção. O hipotálamo participa, portanto, de forma importante na modulação da dor e nas respostas do SNA (Bonaz; Sinniger; Pellissier, 2016).

Há evidências, então, sugerindo que a modulação da dor pode estar relacionada com uma ativação ou inibição simpática. Isso corrobora o achado de que aqueles que sofrem com DLC apresentam desregulação no SNAS, quando comparados aos seus pares sem histórico de dor; e essa maior atividade simpática pode induzir e perpetuar o quadro algico. Acredita-se, por conseguinte, que a compreensão do papel e do padrão de resposta do SNA frente às terapias reabilitadoras seja relevante para esclarecer as formas de abordagem terapêuticas para DLC (El-Badawy; El Mikkawy, 2016).

Embora os estímulos nociceptivos possam gerar respostas autonômicas por meio do núcleo do trato solitário, núcleo parabraquial, substância cinzenta periaquedutal, amígdala, hipotálamo e medula ventrolateral, a nocicepção também ativa neurônios na coluna torácica e lombar superior que se projetam para neurônios

simpáticos pré-gangliônicos no mesmo nível medular. Essas conexões formam um “*looping*” medular que gera os reflexos somatossimpáticos e viscerossimpáticos (Benarroch, 2006).

A interação com a cadeia laterovertebral simpática, que é o primeiro nível de interação entre a nocicepção, o SNA e o mais periférico, pode explicar os efeitos da manipulação vertebral sobre o SNA. A MV pode atuar ao nível da medula espinhal, interagindo com a cadeia laterovertebral simpática para modular as aferências que seguem para níveis superiores, de maneira que influencia também as respostas decorrentes dessas informações (Benarroch, 2006).

3.5 Efeitos da manipulação vertebral sobre desfechos neurofisiológicos e neuromusculares

O SNA de pessoas com DLC parece estar alterado, gerando respostas anormais a estímulos e diminuindo a VFC, o que é sinal de uma resposta insuficiente do SNA. Esse sistema também pode ser modulado por fatores psicossociais, que podem piorar o prognóstico dos voluntários. A MV é utilizada no tratamento conservador da DLC e tem mostrado efeitos sobre o SNA que podem explicar em parte as melhoras obtidas no tratamento (Younes *et al.*, 2017).

Trata-se de uma técnica em que um impulso de alta velocidade e baixa amplitude é aplicado a uma articulação sinovial com o objetivo de estimular mecanicamente estruturas musculares, ligamentares e neurológicas com o objetivo de incitar efeitos analgésicos e de melhora da função (Sarker; Sethi; Mohanty, 2020; Wirth *et al.*, 2019).

Sabe-se que a manipulação vertebral pode gerar melhora em desfechos funcionais, como a amplitude de movimento e melhora o tempo de execução de testes funcionais em pacientes com DLC (Carpino *et al.*, 2020). Também, há evidências de que a MV pode melhorar a força isométrica em voluntários assintomáticos, em média, 7,33%, quando comparados ao placebo, sendo encontrado um tamanho de efeito de 0,93, considerado de moderado a alto (Lo *et al.*, 2019).

Rubinstein *et al.* (2019) encontraram que a MV foi semelhante a outros tipos de tratamentos recomendados para DLC, por exemplo, os exercícios. Além disso, a MV foi superior a tratamentos com placebo ou nenhum tratamento. O mesmo autor

cita, ainda, que existem muitas divergências quanto ao papel das técnicas manipulativas. Em alguns países, recomenda-se a MV isoladamente, mas, na maioria dos casos, são recomendadas em conjunto com exercícios pelas condutas fisioterapêuticas (Rubinstein *et al.*, 2019).

A MV parece modificar a propriocepção de pacientes com DLC, sendo encontrados dados de melhora na detecção de movimento passivo. Além desses achados, mudanças nos reflexos medulares (*H - Reflex*) e tendíneos (*T - Reflex*) também foram encontradas. O *H - reflex* foi definido como sendo o estímulo de um nervo periférico que reflete sobre o motoneurônio alfa, o que causa um loop reflexo no músculo; esse reflexo teve sua amplitude significativamente reduzida pela MV (Wirth *et al.*, 2019).

Os mecanismos envolvidos na manipulação vertebral ainda são pouco esclarecidos e os modelos teóricos estão mudando de um pressuposto biomecânico para um contexto neurofisiológico, visto que vários efeitos sobre o controle motor e variáveis do SNA são observados (Gyer *et al.*, 2019).

Os níveis medulares estão relacionados com a cadeia laterovertebral simpática, o que gera um ciclo de informações autônomas. Assim, a MV pode de alguma forma modificar essa interação e modular, dessa maneira, as informações ascendentes a centros autônomos do SNC. A modulação gerada a nível medular poderia diminuir as respostas autônomas da matriz da dor e melhorar o sistema de modulação descendente (Benarroch, 2006; Cortelli *et al.*, 2013; Garland, 2012)

Wirth e colaboradores relataram mudanças no SNA relacionadas à VFC e na condutância da pele após a MV. Foi relatado um efeito de aumento na VFC, o que sugere uma maior participação do SNAS; isso é benéfico, visto que pessoas com DLC apresentam sinais de simpaticotonia (El-Badawy; El Mikkawy, 2016; Hautala; Karppinen; Seppanen, 2016; Wirth *et al.*, 2019; Younes *et al.*, 2017).

Há discordância da direção da resposta autônoma promovida pela MV. Há achados de atividade excitatória tanto simpática quanto parassimpática, o que pode ser devido a uma simplificação exacerbada pela vontade de explicar uma interação complexa, que é o equilíbrio entre o SNAS e SNAP. A MV pode, portanto, otimizar a modulação da dor, já que os efeitos sobre o SNA podem ter resultado em relação ao SNC e o sistema de modulação descendente da dor (Gyer *et al.*, 2019; Younes *et al.*, 2017).

3.6 Modelo hipotético do estudo

Cerca de 90% dos casos de dor lombar são classificados como dor lombar inespecífica, ou seja, não é possível identificar uma causa clara para a origem da dor. Isso ocorre devido ao contexto multifatorial da dor lombar, implicando, assim, na contribuição de outros tipos de fatores para a experiência da dor e a sua manutenção (Hoy *et al.*, 2010; Knezevic *et al.*, 2021; Koes; Van Tulder; Thomas, 2006).

Os fatores psicossociais parecem ter um papel importante na cronificação da dor, porém, há uma dificuldade na avaliação desses fatores. Uma forma que vem sendo sugerida em *guidelines* é a estratificação desses pacientes para uma abordagem mais assertiva nos tratamentos (Foster *et al.*, 2018; Hoy *et al.*, 2010; Knezevic *et al.*, 2021).

Há evidências de que fatores psicossociais, como ansiedade e depressão, podem acarretar uma simpaticotonia, ou seja, uma maior atuação do SNAS. Quando o SNAS está mais ativo, parece ocorrer uma facilitação na transmissão dos estímulos nociceptivos a nível central. Dessa maneira, pode ocorrer a sensibilização central para a dor (El-Badawy; El Mikkawy, 2016; Kumar *et al.*, 2024).

Portanto, abordar os pacientes acometidos pela DLC com estratégias terapêuticas, que possam interferir no SNA, torna-se viável para quebrar o ciclo de dor no qual essas pessoas se encontram. A MV parece atuar em desfechos neuromusculares, já que há estudos nos quais a MV foi eficiente para melhorar a força muscular periférica em indivíduos saudáveis. Além disso, essa conduta terapêutica tem se mostrado capaz de atuar sobre a desregulação autonômica apresentada por pacientes com DLC (Lo *et al.*, 2019; Wirth *et al.*, 2019).

Portanto, a hipótese do presente trabalho é a de que há uma correlação entre as variáveis do SNA, avaliadas por meio da VFC, e as melhoras neuromusculares que a manipulação vertebral proporciona.

O modelo teórico-conceitual do estudo que propicia sustentação para a hipótese está apresentado na Figura 1.

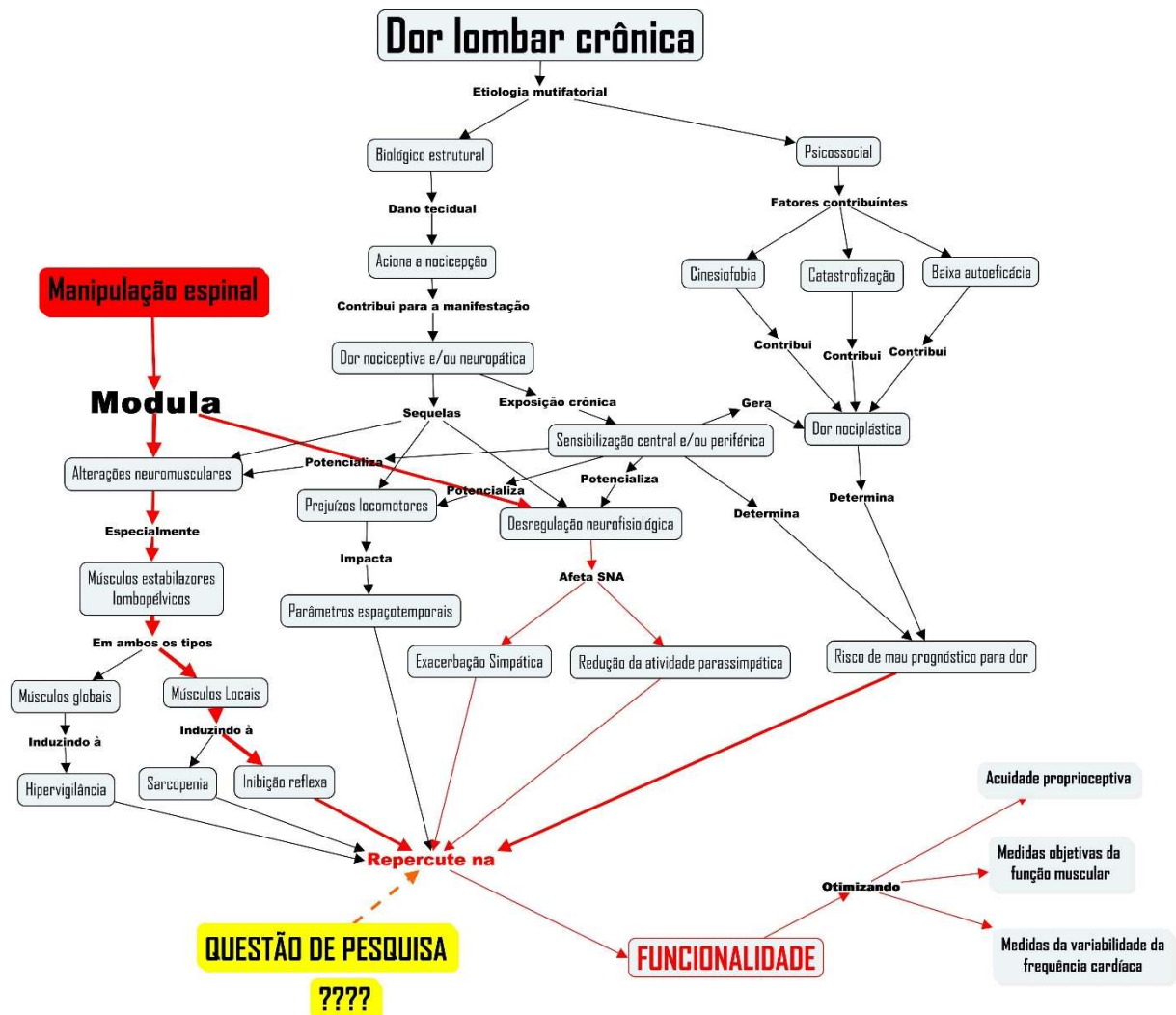


Figura 1. Modelo teórico-conceitual do estudo.

Legenda: As setas vermelhas indicam os constructos que embasam a questão de pesquisa e as hipóteses do estudo.

4. METODOLOGIA

Este estudo foi elaborado em três artigos para responder aos objetivos gerais. O primeiro artigo, já publicado, constitui-se de uma revisão de escopo e pode ser visualizado no anexo VII. O segundo e o terceiro artigos foram conduzidos simultaneamente e, portanto, os métodos foram descritos de forma conjunta. Para o segundo artigo, foi realizada uma análise observacional e transversal dos dados pré-intervenção, buscando saber as diferenças entre os estratos de risco de mau prognóstico. Para o terceiro, utilizamos os dados coletados em todos os momentos de avaliação. A linha do tempo da dissertação pode ser visualizada na Figura 2.

O material correspondente à submissão do segundo artigo pode ser acessado no anexo VII.

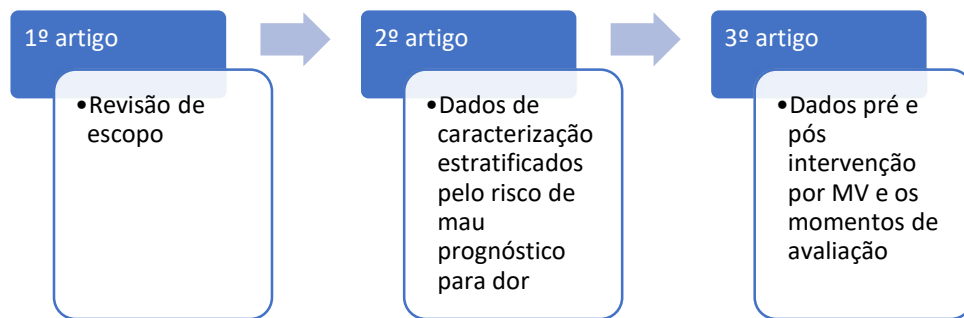


Figura 2. Organização da dissertação. Fonte: próprio autor

4.1 Participantes e ética do estudo

O estudo foi classificado como um ensaio clínico aleatorizado, cego, controlado e passou por aprovação do Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual do Oeste do Paraná sob o número de parecer 6.513.986 (ANEXO IV). Todos os voluntários assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO V), sendo que uma cópia foi fornecida para o voluntário e outra permaneceu em poder do pesquisador.

A amostra foi composta por voluntários, com idade entre 18 e 59 anos, com dor lombar crônica, recrutados do Centro de Reabilitação Física da UNIOESTE (CRF-UNIOESTE) por meio de convite direto ou por divulgação em mídias sociais.

4.1.2 Critérios de inclusão\exclusão

Para inclusão no estudo, foram adotados os seguintes critérios: a) voluntários com relato de dor lombar persistente ou intercorrente há mais de três meses; b) dor lombar com características físicas compatíveis com etiologia mecânica, específica ou inespecífica, 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) história de cirurgia na coluna; b) gravidez; c) ausência de condições hemodinâmicas seguras para a realização dos

testes clínicos; d) aumento importante da dor durante os testes, o que tornaria impossível a realização de qualquer um deles ou a intervenção.

4.1.3 Cálculo amostral e Aleatorização

Para o cálculo amostral, utilizamos dados provenientes do banco de dados do Grupo de Estudos em Reabilitação Fisioterapêutica com Ênfase em Biodinâmica Integrativa (ReFEBI). Os valores de entrada para o cálculo amostral no software livre GPOWER 3.1, baseado na estatística F – ANOVA medidas repetidas com interação entre fatores, foram: nível de significância de 0,05; poder de 0,80; tamanho de efeito 0,25; número de grupos: 2; e número de mensurações: 4. Observou-se a necessidade de 42 voluntários, divididos entre os 2 grupos.

Os voluntários foram aleatoriamente distribuídos, por meio de software de aleatorização Prism Randomize (<https://www.graphpad.com/quickcalcs/randomize1/>), em 2 grupos de intervenção, sendo um grupo de intervenção por manipulação (GM) e outro grupo placebo (GP), explicados em seção posterior. Ainda, os grupos foram pareados quanto aos estratos de risco de mau prognóstico.

4.2 Procedimentos Metodológicos

As coletas aconteceram no Laboratório de Biodinâmica Integrativa do Movimento Humano do curso de Fisioterapia da UNIOESTE e nas dependências do Centro de Reabilitação Física da Universidade Estadual do Oeste do Paraná -campus Cascavel/PR.

Antes de iniciar as coletas, foi realizado o treinamento da equipe que coletou os dados e fez o recrutamento dos voluntários. Inicialmente, os voluntários foram esclarecidos quanto aos objetivos e tipos de intervenção que a pesquisa utilizou; posteriormente, foram solicitados a fornecer seu consentimento para a participação na pesquisa.

4.2.1 Triagem

Os voluntários passaram por uma avaliação de triagem para registrar o histórico físico, funcional e coletar dados sociodemográficos e antropométricos. Foram registradas as seguintes medidas e informações: idade (anos), massa corporal (kg), estatura (cm), comprimento dos membros inferiores (cm), sexo.

A avaliação de triagem para DLC seguiu uma ficha elaborada com questões sistematizadas e já em uso nas atividades de pesquisa do ReFEBI (Anexo I).

Além da ficha de avaliação, foram aplicados, também, na triagem, dois questionários com o objetivo de estratificar os voluntários e de verificar o nível de cinesiofobia de cada um. Os questionários estão explicados abaixo:

1 - Star Back Screening Tool (Anexo II)

Para todos os voluntários, foi aplicado o questionário SBST. Composto por nove questões, as quatro primeiras eram relacionadas às dores referidas, disfunções e comorbidades e as cinco últimas referiam-se às dimensões psicossociais. Nas 8 primeiras questões, as opções de resposta foram apenas “concordo”, a qual foi atribuído 1 ponto, e “discordo”, em que não houve pontuação, atribuindo-se o número “0”. Para a nona questão, foi possível responder de 5 maneiras diferentes, a saber, “nada; pouco; moderada”, em que não houve pontuação e se atribuirá um número “0”, e “muito e extremamente” onde foi atribuído 1 ponto. Se a soma das pontuações resultou em um escore final entre 0 e 3, o participante foi classificado como tendo um baixo risco de desenvolver mau prognóstico. Se a soma foi maior que 3 pontos, leva-se em consideração a pontuação das questões 5 a 9, que dizem respeito à contribuição psicossocial no risco de mau prognóstico; se o escore apresentado nas questões 5 a 9 foi de 0 a 3 pontos, o voluntário foi classificado como tendo um risco médio de desenvolver mau prognóstico. Se o escore das questões 5 a 9 foi maior que 3, o voluntário foi classificado com tendo um alto risco para desenvolver mau prognóstico (Pilz *et al.*, 2014).

2 – Escala de Tampa de Cinesiofobia (TAMPA) (Anexo III):

A cinesiofobia foi avaliada pela Versão Brasileira da Escala de TAMPA de Cinesiofobia (ETC). Esse instrumento consiste em um questionário autoaplicável, composto por 17 questões, que abordam a dor e intensidade dos sintomas. Os escores variam de um a quatro, sendo que a resposta “discordo totalmente” equivale

a um ponto, “discordo parcialmente”, a dois pontos, “concordo parcialmente”, a três pontos, e “concordo totalmente”, a quatro pontos. Para obtenção do escore final, é necessária a inversão dos escores das questões 4, 8, 12 e 16. O escore final pode ser de, no mínimo, 17 e, no máximo, 68 pontos, sendo que, quanto maior for a pontuação, maior o grau de cinesiofobia (Siqueira; Teixeira-Salmela; Magalhães, 2007).

4.2.2 Avaliação das variáveis de interesse

As variáveis de interesse foram avaliadas em 4 momentos avaliativos diferentes. Em uma primeira sessão, foi feita a avaliação pré-intervenção (AVpré), seguida da intervenção ou placebo e, logo em seguida, a reavaliação em um pós-intervenção imediato (AVpós). Uma terceira reavaliação foi realizada 24 h após a primeira, em que foram reavaliadas todas as variáveis (AV1dia). Uma última reavaliação foi realizada após uma semana para verificar o tempo de permanência dos efeitos da manipulação (AV7dias). Antes de todos os testes de avaliação, medidas hemodinâmicas, como frequência cardíaca (FC) e pressão arterial (PA), foram mensuradas apenas para garantir que os voluntários apresentavam condições clínicas para realizá-los. Abaixo, são descritos os instrumentos de avaliação utilizados:

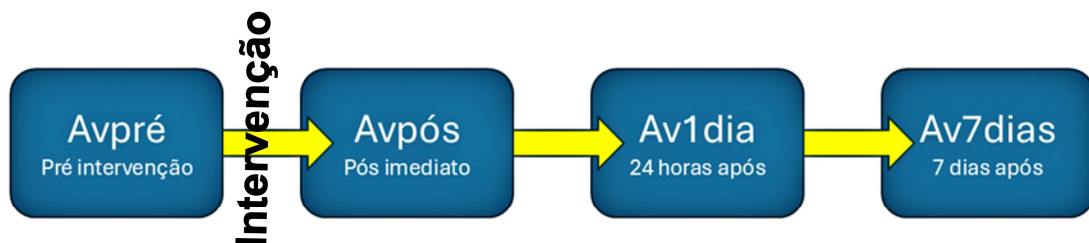


Figura 3. Esquema da linha do tempo das coletas. Fonte: próprio autor

Avaliação da força muscular de tronco

As medidas dos desfechos neuromusculares dos músculos extensores de tronco foram obtidas por meio dinamômetro de tração portátil Dinabang (Movi, Montevideo-Uruguai). Acoplado ao dinamômetro, havia um sensor inercial e uma interface digital em formato de aplicativo da Dinabang para *smartphone*, compatível para sistemas operacionais Android e iOS, que captou os registros do sensor de força

e transmitiu as informações para o aplicativo via tecnologia Bluetooth (frequência de amostragem de 200 Hz). Todas as informações enviadas ao aplicativo foram armazenadas no cadastro do voluntário com identificação do dia e horário do registro. Os dados de força no aplicativo aparecem na unidade Newton (N).

Os voluntários foram posicionados em decúbito ventral com a célula de carga posicionada anteriormente na caixa torácica; foi utilizado um “step” para apoio e para que, ao fazer a força, não realizassem uma extensão de tronco. Além disso, foram usadas 3 faixas não elásticas para assegurar que os membros inferiores dos voluntários não se mexessem; assim, uma faixa foi posicionada à altura do quadril, outra na região poplíteia e outra nos tornozelos.

Cada voluntário realizou dois tipos de teste: um teste para a taxa de desenvolvimento de força, que quantifica o tempo de reação dos músculos em questão, e outro teste de força máxima. No primeiro teste, o voluntário foi instruído a gerar uma tensão no dinamômetro até a marca de 1 Kgf; após o voluntário ter atingido essa meta, o avaliador deu um comando de “vai” e o voluntário fez força o mais rápido possível. O teste foi explicado antecipadamente a fim de os voluntários o realizarem da maneira correta. Foram efetivadas 3 repetições e o intervalo foi de 20 s entre cada repetição. Os resultados foram as melhores marcas atingidas em cada série. Também, foi realizada uma inspeção visual da curva de desenvolvimento de força (Figura 4); assim, para que elas pudessem ser analisadas, era necessário que as curvas apresentassem um padrão em que havia uma linha base e, após, uma curva de crescimento da força o mais íngreme possível; quando as repetições apresentaram curvas fora do padrão desejado, foram excluídas.

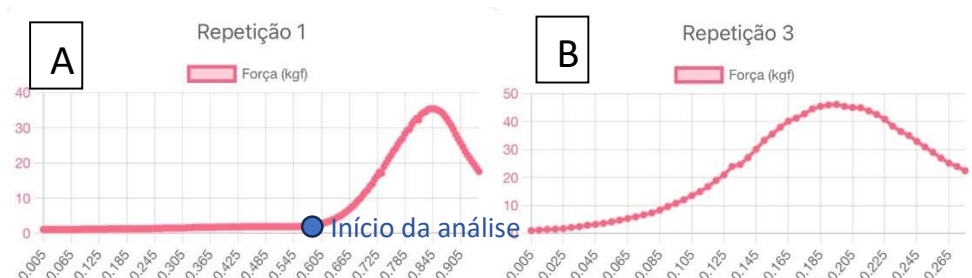


Figura 4. A: Formato de curva correto para a análise da TDF. B: Curva inadequada para realização da análise. O ponto azul marca o início da análise.

Após as coletas, os dados foram exportados e analisados no aplicativo Microsoft Excel, no qual foi determinado o ponto de início da curva visualmente; a partir desse ponto, foi registrada a marca de 100 e 200 milissegundos para determinar a quantidade de força gerada nesses dois intervalos de tempo.

O segundo teste consiste no teste de força máxima. Nesse teste, os voluntários foram instruídos a gerar uma tensão, porém, foram instruídos a fazer o máximo de força de forma lenta. Nesse teste, também, foram realizadas 3 repetições de 5 s de duração, porém, com intervalos de 90 segundos entre as repetições. Os resultados foram, da mesma forma, as melhores marcas de cada série.



Figura 5. Teste de força isométrica máxima (FIM) e taxa de desenvolvimento de força (TDF).

Variabilidade da Frequência Cardíaca

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) foi avaliada com um monitor de frequência cardíaca polar H10, uma cinta peitoral para avaliação da FC. Para essa análise, o voluntário permaneceu deitado por 10 min, o mais imóvel possível; não foi instruído a controlar a sua frequência respiratória. A avaliação aconteceu em ambiente climatizado, com baixo nível de luminosidade e de ruído. Os dados foram coletados em um aplicativo de celular, o Elite HRV, e analisados posteriormente por meio do software Kubios HRV.

Foram avaliadas as variáveis de domínio do tempo RMSSD, SDNN e PNN50 e também as variáveis de domínio da frequência, como low frequency power (LF), high frequency power (HF) e a razão LF/HF.



Figura 6. Posicionamento adotado para coleta dos dados de variabilidade da frequência cardíaca.

Acuidade proprioceptiva

A acuidade proprioceptiva foi avaliada por meio de um teste de reprodução ativa do ângulo. Nesse teste, o participante replicou uma posição alvo de 20 graus de flexão da coluna lombar. O voluntário estava sentado, com os pés apoiados; o avaliador o instruiu a fazer uma flexão de coluna até a posição alvo. A posição alvo foi apresentada ao voluntário pelo avaliador com um comando verbal e manual. Depois de ser informado de que estava na posição alvo, o comando foi para que o voluntário se lembrasse daquela posição, então, o voluntário foi movido para fora da posição e instruído a replicá-la; cada voluntário teve 3 tentativas para reproduzir o ângulo alvo proposto (Tong *et al.*, 2017).

O desfecho foi definido pela média das diferenças entre o ângulo executado pelo participante e o alvo real, em termos de erro absoluto. Para fazer a aferição de tal ângulo, foi usado o Dinabang (Movi, Montevideo-Uruguai), um dinamômetro de tração que conta com um sensor inercial capaz de marcar a angulação. O sensor foi posicionado à frente da caixa torácica de cada voluntário, preso por uma faixa elástica.



Figura 7. Posição para realização do teste de acuidade proprioceptiva com o sensor Dinabang.

4.2.3 Intervenção

Para o presente estudo, foi realizada apenas 1 sessão de MV ou da intervenção placebo.

Para a intervenção, os voluntários do grupo intervenção (GM) receberam uma manobra em rotação direcionada para a articulação sacroilíaca (ASI). Os participantes foram posicionados em decúbito lateral com o lado afetado para cima; o membro inferior superior foi posicionado em flexão de joelho e quadril de modo que o pé ficasse apoiado sobre a fossa poplíteia do joelho oposto. O tronco do voluntário foi girado até que as tensões teciduais chegassem ao nível da ASI a ser manipulada; assim, tomou-se o contato sobre o gradil costal com o antebraço; as pontas dos dedos localizaram a ASI a ser manipulada. O antebraço caudal ficou apoiado sobre o íliaco do paciente; após o posicionamento, a tensão foi ajustada aumentando a rotação anterior do íliaco e comprimindo em direção ao chão; o joelho do terapeuta ficou posicionado sobre o joelho flexionado do membro inferior que está superior. Ao final, realizou-se um movimento de chute rápido (*kick*) de alta velocidade e baixa amplitude, aumentando os parâmetros. A manobra não foi repetida se não houve estalos audíveis.

Foi realizada também uma manipulação global direcionada para a coluna torácica baixa e lombares superiores. Para essa manipulação, o voluntário ficou sentado. As duas mãos do voluntário foram posicionadas sobre as torácicas baixas; as mãos permaneceram abertas e uma sobre a outra. Os que não conseguiram manter essa posição foram manipulados utilizando um coxim de espuma posicionado

sobre a região. O terapeuta posicionou-se, então, atrás do voluntário com o abdômen posicionado sobre a região a ser manipulada. Os braços do terapeuta tomaram contato por baixo dos braços do voluntário e as mãos do terapeuta uniam-se à frente do tronco do voluntário acima do processo xifoide. A manobra foi realizada ao instruir o voluntário a flexionar o tronco até que a tensão estivesse sobre o abdômen do terapeuta; solicitou-se, então, uma inspiração e, durante a expiração, realizou-se uma manobra de alta velocidade e baixa amplitude na qual se comprimiu o abdômen do voluntário levando o abdômen do terapeuta para frente e para cima. A manobra não foi repetida se não houve estalos audíveis.

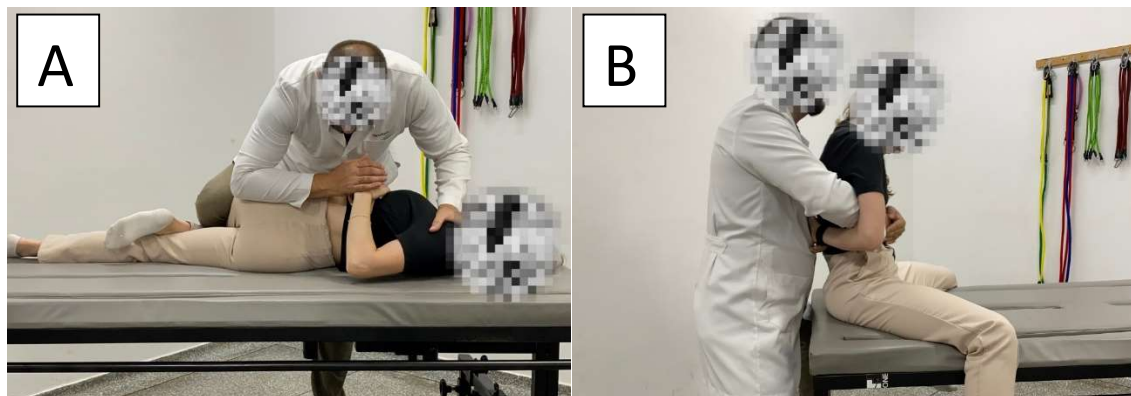


Figura 8. A: posicionamento para manobra de Lift off de torácicas baixas. **B:** Posicionamento para a manobra direcionada para a articulação sacroilíaca.

4.2.4 Intervenção placebo

Os participantes do grupo placebo (GP) foram posicionados em decúbito ventral e receberam a aplicação de uma cinta de LEDs, a qual estava desligada, na região lombar. Antes da aplicação, foi feita uma explicação sobre os efeitos anti-inflamatórios e benefícios à cicatrização gerados pelos LEDs. A aplicação durou 5 min.

4.3 Análise estatística

Para as análises estatísticas, foi utilizado o *software* livre Jamovi versão 2.4.11. Adotou-se alfa de 0,05.

Para o presente estudo, em relação aos valores dos desfechos, para eliminar aqueles valores que pudessem ter ocorrido por falha no registro, considerando que,

em todas as medidas, há certo grau de incerteza, foi realizada uma inspeção visual para retirar aqueles valores que ocorreram por falha no registro.

Para as comparações relativas aos dados de caracterização da amostra, o teste estatístico utilizado foi o modelo generalized linear model (GzLM), pelo seu caráter transversal, que se baseia na máxima verossimilhança e se utiliza do teste qui-quadrado de Wald (Wald χ^2) para identificar o efeito da variável no modelo linear generalizado. O fator considerado relativo aos dados de caracterização da amostra foi a intervenção (placebo; manipulação).

Nas análises relativas aos desfechos do estudo, buscou-se identificar o modelo que melhor se ajustasse ao conjunto de dados coletados e, conseqüentemente, provesse a melhor explicação possível baseada nas características dos dados.

Os fatores incluídos no modelo foram: i) a intervenção (placebo; manipulação); e ii) o momento da avaliação (AVpré; AVpós; AV1dia; AV7dias), levando-se em conta que, quanto maior o número de fatores, maior a complexidade e maior a dificuldade de convergência do modelo. Pela característica de medidas repetidas do desenho de estudo, os erros no modelo foram considerados correlacionados, o que requer testes estatísticos para dados longitudinais.

Ainda, considerando a potencial variabilidade que pode existir entre os voluntários, a qual pode afetar o modelo, foram propostos dois modelos candidatos.

O modelo levou em conta a variabilidade entre os sujeitos e, portanto, teve tantos fatores com efeitos fixos (estrato, intervenção e momento de avaliação) quanto com efeitos aleatórios (sujeitos) (Eq2). O teste estatístico usado foi o *generalized mixed model* (GMM), mantendo a matriz de covariância não estruturada, que é *default* do *software*.

$$Y_{ijkl} = (\beta_0 + m_i) + (\beta_{1_{ji}} * \text{estrato}) + (\beta_{2_{ki}} * \text{intervenção}) + (\beta_{3_{li}} * \text{momento de avaliação}) + \varepsilon_{ijkl} \quad (\text{Eq2})$$

Em que: y representa o desfecho analisado; m_i é a variável indicadora dos valores individuais que adicionam o peso dos sujeitos na equação; i é a variável indicadora do sujeito (vai até o n amostral); j é a variável indicadora do estrato com três níveis; k é a variável indicadora da intervenção com dois níveis; l é a variável indicadora do momento de avaliação com quatro níveis; ε é erro do modelo.

Determinou-se a inclusão do fator aleatório com base no valor do coeficiente de correlação intraclasse (ICC) (Eq3) que determina a quantidade da variância do

desfecho explicada apenas pelos sujeitos. Caso o ICC tenha sido maior que 0,10, reconheceu-se a necessidade de incluir os sujeitos como fator aleatório (MARÔCO, 2014) para aumentar a capacidade de explicação do modelo.

$$ICC = \frac{\text{variância do desfecho de interesse}}{\text{variância do desfecho de interesse} + \text{variância total}} \quad (\text{Eq3})$$

Em que: coeficiente de correlação intraclasse (ICC).

Os desfechos analisados neste trabalho foram os parâmetros da VFC, tanto no domínio do tempo (SDNN, RMSSD, PNN50) quanto no domínio da frequência (LF power, HF power, Razão LF/HF) e os parâmetros neuromusculares (TDF100, TDF200, FIM, PROPRIOCEPÇÃO). Todos os desfechos eram contínuos e a distribuição foi testada, dentro do próprio teste estatístico, pelos modelos de ajustes linear (distribuição gaussiana) e gama (distribuição não gaussiana). Em ambos os casos, a função de ligação usada foi a função identidade. Os critérios para identificar o tipo de distribuição foram a análise gráfica dos resíduos e o valor da medida de aderência *Akaike Information Criterion* (AIC), sendo que a distribuição com menor valor de AIC foi a eleita. Utilizou-se o teste Bonferroni como *post-hoc*.

Foi adicionado, ainda, à análise inferencial, o tamanho do efeito (TE). O TE escolhido foi o *Hedges'g* (LAKENS, 2013). A interpretação dos TE foi dada pelos seguintes critérios (LAKENS, 2013; SAWILOWSKY, 2009): 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). Quanto maior o TE, maior a relevância clínica da diferença entre as médias do par de comparação.

5. RESULTADOS

Os artigos 1 e 2 estão apresentados em sua versão completa, com seus respectivos resultados no ANEXO VII. Os resultados a seguir correspondem ao artigo 3.

Foram triados 48 pacientes; 2 apresentaram o critério de exclusão cirurgia na coluna, 2 abandonaram o estudo antes de serem aleatorizados, outros 2 abandonaram após a aleatorização e não realizaram nenhuma avaliação das variáveis de interesse. Foram incluídos na amostra, portanto, 42 voluntários, 29 mulheres e 13

homens; 20 foram alocados no grupo controle e 22 no grupo experimental. Quanto à alocação nos estratos de risco de mau prognóstico, definidos pela ferramenta SBST, os mesmos voluntários estavam distribuídos e pareados segundo a classificação gerada pelo SBST; o GM foi estratificado segundo o SBST em baixo risco (n=8), médio risco (n=7) e alto risco (n=7), já o GP foi estratificado em baixo risco (n=8), médio risco (n=7) e alto risco (n=5). O fluxo de pacientes está apresentado na Figura 9.

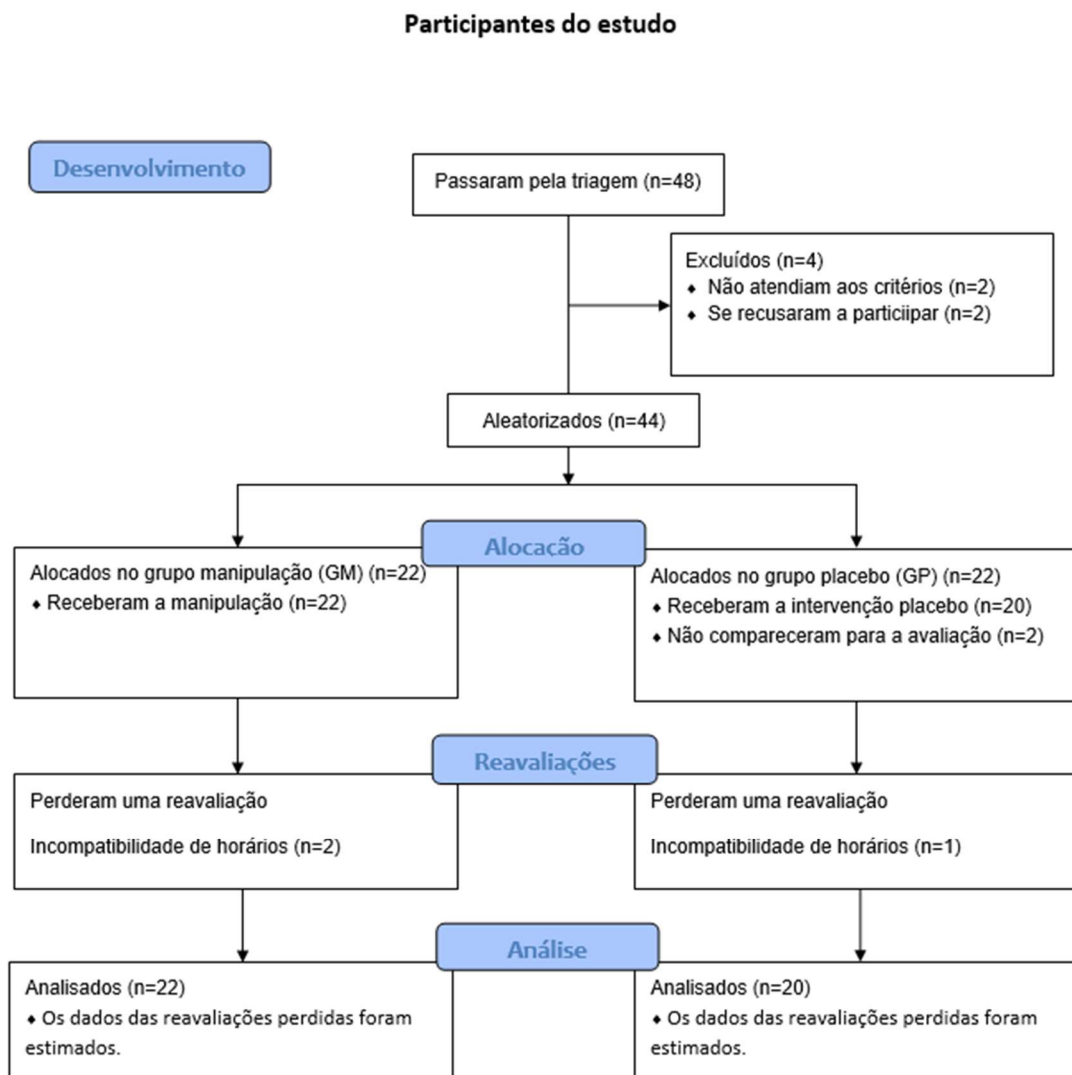


Figura 9. Diagrama de fluxo de voluntários do estudo.

Os valores de AIC para os dados de caracterização, assim como os dados referentes ao ICC responsáveis pela escolha da distribuição e modelo estão

disponíveis no ANEXO VI. Todos os dados apresentaram o ICC acima de 0,10, portanto, o modelo adotado foi o GMM.

As análises estatísticas relativas aos dados de caracterização da amostra estão apresentadas separadas pelos fatores do estudo (intervenção: placebo e manipulação). Nenhum dos dados de caracterização apresentou diferenças significativas entre o grupo placebo e o grupo manipulação. Os dados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Estatísticas descritiva e inferencial para os dados de caracterização da amostra.

VARIÁVEL	EFEITO DA INTERVENÇÃO			
	PLACEBO (n=20)		MANIPULAÇÃO (n=22)	
	MÉDIA	DP (±)	MÉDIA	DP (±)
Idade (anos)	41,8 ^A	11,3	34,6 ^A	14,5
Massa corporal (kg)	79,3 ^A	14,0	79,0 ^A	21,3
Estatura (cm)	167 ^A	9,96	159 ^A	37,4
Tempo de dor (meses)	66,5 ^A	77	67,5 ^A	57,6
Dor média (eva)	4,85 ^A	2,58	5,73 ^A	1,93
Cinesiofobia (pts)	40,4 ^A	9,63	38,3 ^A	8,32

Legenda: DP: desvio padrão. A estatística inferencial está representada pelas letras expoentes ao lado dos valores de média, sendo que letras diferentes representam as diferenças estatísticas.

As comparações feitas, levando em consideração o efeito da MV sobre os desfechos estudados, não encontraram efeitos estatisticamente significativos sobre as variáveis neurofisiológicas; consecutivamente, a VFC não foi alterada significativamente pela MV. Foi encontrada somente uma diferença significativa com a diminuição do PNN50 para o GP, significando que houve diminuição da atividade parassimpática.

Com relação aos desfechos neuromusculares, a MV obteve resultados positivos sobre a FIM e sobre a acuidade proprioceptiva, quando analisadas intragrupo. Para a FIM, houve uma diferença significativa entre a avaliação pré-intervenção (AVpré) e a avaliação após um dia (AV1dia); para essa comparação, houve um aumento de 33,32 N, na AV1dia, em comparação à Avpré, com p-valor no teste de *post hoc* de 0,002. Houve, também, diferença entre a AVpré e a AV7dias, com um aumento de 40,88 N, na AV7dias, em comparação à Avpré, sendo o valor de p para o teste de *post hoc* foi menor que 0,001.

As avaliações da FIM AVpré e AVpós não apresentaram diferenças estatísticas, porém, a AVpós também diferiu da AV1dia e AV7dias, apresentando aumento de 30,12 N e 37,68 N, respectivamente; os valores de p também respectivamente foram, 0,007 e menor que 0,001. Não houve diferenças significativas entre a AV1dia e a AV7dias. Essas análises são apresentadas na Figura 10.

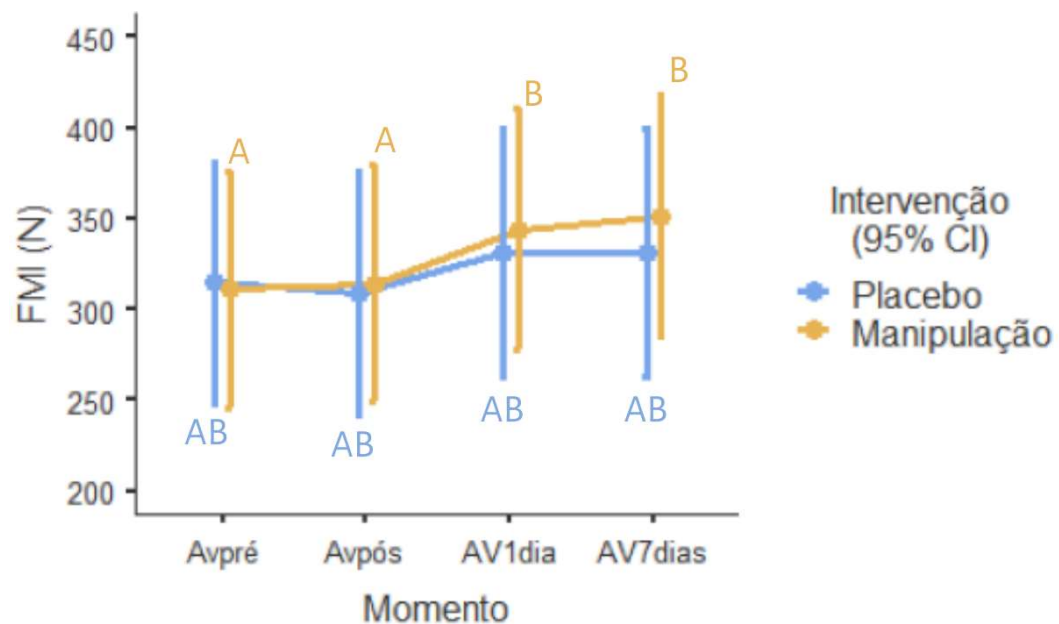


Figura 10. Comparação para a FIM entre o GP e o GM com estatística inferencial entre cada momento de avaliação; letras sobrescritas iguais indicam que não há diferença estatística; letras diferentes indicam diferença estatística.

Para o desfecho acuidade proprioceptiva, também, houve uma melhora estatisticamente significativa para o grupo GM; essa melhora foi obtida somente ao comparar a AVpré com a AV7dias. Houve uma diminuição de 2,41 graus de erro, com um p valor de 0,014 indicado pelo *post hoc*. A Figura 11 apresenta o gráfico acrescido da estatística inferencial.

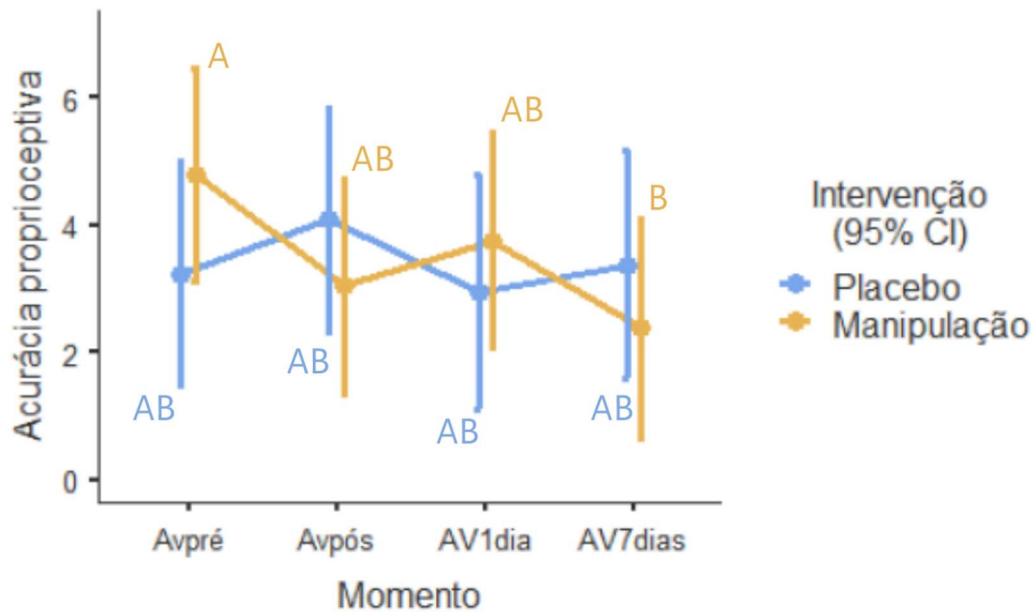


Figura 11. Comparação para a acurácia proprioceptiva entre o GP e o GM com estatística inferencial entre cada momento de avaliação, letras sobrescritas iguais indicam que não há diferença estatística, letras diferentes indicam diferença estatística.

Para a TDF 200, houve um aumento no valor da AV1dia, no GP, quando comparado aos valores de todas as outras avaliações; os valores de p foram esse aumento que ocorreu de forma isolada, somente no GP. O PNN50 também obteve um resultado significativo, diminuindo o seu valor quando comparadas as avaliações AVpós e AV7dias, somente para o grupo placebo.

Em relação aos tamanhos de efeito, nenhuma interação apresentou um tamanho de efeito grande ou superior; o maior tamanho de efeito foi classificado como moderado. Esses dados podem ser visualizados na Tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros dos tamanhos de efeito para todos os pares de comparação (comparador de interesse – comparador de referência) para todas as variáveis analisadas.

Parâmetros da VFC no domínio do tempo					
Variável	Comparadores	TE	LOWER	UPPER	CLASSIFICAÇÃO
SDNN	AVpré P - AVpré M	0,15	-0,46	0,75	MUITO PEQUENO
	AVpós P – AVpós M	0,17	-0,44	0,77	MUITO PEQUENO
	AV1dia P – AV1dia M	0,21	-0,39	0,82	MODERADO
	AV7dias P – AV7dias M	0,10	-0,50	0,71	MUITO PEQUENO
RMSSD	AVpré P - AVpré M	0,12	-0,49	0,73	MUITO PEQUENO
	AVpós P – AVpós M	0,06	-0,54	0,67	NULO
	AV1dia P – AV1dia M	0,08	-0,52	0,69	NULO
	AV7dias P – AV7dias M	0,05	-0,55	0,66	NULO
PNN50	AVpré P - AVpré M	0,10	-0,51	0,71	MUITO PEQUENO

	AVpós P – AVpós M	0,26	-0,35	0,87	MODERADO
	AV1dia P – AV1dia M	0,13	-0,48	0,73	MUITO PEQUENO
	AV7dias P – AV7dias M	0,08	-0,53	0,68	NULO
Parâmetros da VFC no domínio da frequência					
	Variável	TE	LOWER	UPPER	CLASSIFICAÇÃO
LF	AVpré P - AVpré M	0,42	-0,19	1,03	MODERADO
	AVpós P – AVpós M	0,13	-0,48	0,74	MUITO PEQUENO
	AV1dia P – AV1dia M	0,33	-0,28	0,94	MODERADO
	AV7dias P – AV7dias M	0,09	-0,52	0,69	NULO
HF	AVpré P - AVpré M	0,55	-0,06	1,17	MODERADO
	AVpós P – AVpós M	0,01	-0,60	0,62	NULO
	AV1dia P – AV1dia M	0,03	-0,58	0,63	NULO
	AV7dias P – AV7dias M	0,00	-0,61	0,61	NULO
LF/HF	AVpré P - AVpré M	0,08	-0,52	0,69	NULO
	AVpós P – AVpós M	0,02	-0,58	0,63	NULO
	AV1dia P – AV1dia M	0,22	-0,38	0,83	MODERADO
	AV7dias P – AV7dias M	0,10	-0,50	0,71	MUITO PEQUENO
Variáveis neuromusculares					
	Variável	TE	LOWER	UPPER	CLASSIFICAÇÃO
TDF100	AVpré P - AVpré M	0,12	-0,48	0,73	MUITO PEQUENO
	AVpós P – AVpós M	0,11	-0,50	0,71	MUITO PEQUENO
	AV1dia P – AV1dia M	0,33	-0,28	0,94	MODERADO
	AV7dias P – AV7dias M	0,13	-0,47	0,74	MUITO PEQUENO
TDF200	AVpré P - AVpré M	0,05	-0,55	0,66	NULO
	AVpós P – AVpós M	0,04	-0,57	0,64	NULO
	AV1dia P – AV1dia M	0,43	-0,18	1,05	MODERADO
	AV7dias P – AV7dias M	0,04	-0,56	0,65	NULO
FIM	AVpré P - AVpré M	0,03	-0,58	0,63	NULO
	AVpós P – AVpós M	0,03	-0,57	0,64	NULO
	AV1dia P – AV1dia M	0,08	-0,52	0,69	NULO
	AV7dias P – AV7dias M	0,13	-0,48	0,74	MUITO PEQUENO
PRÓPRIO CEPÇÃO	AVpré P - AVpré M	0,39	-0,23	1,00	MODERADO
	AVpós P – AVpós M	0,26	-0,35	0,87	MODERADO
	AV1dia P – AV1dia M	0,20	-0,41	0,80	MUITO PEQUENO
	AV7dias P – AV7dias M	0,24	-0,37	0,85	MODERADO

Legenda: Desvio padrão do intervalos RR normalizados (SDNN); raiz quadrada dos intervalos RR normalizados adjacentes (RMSSD); porcentagem dos intervalos RR adjacentes com diferença de duração maior que 50 milissegundos (pNN50); componente de baixa frequência (LF); componente de alta frequência (HF) razão entre baixa frequência e alta frequência (LF/HF); taxa de desenvolvimento de força aos 100 milissegundos (TDF100); taxa de desenvolvimento de força aos 200 milissegundos (TDF200); força isométrica máxima (FIM).

6. DISCUSSÃO

A hipótese do presente estudo previa uma melhora nos padrões autônomos da VFC de voluntários com DLC após a MV. A hipótese não foi confirmada, já que não houve diferenças significativas para o efeito da MV; também, não houve influência da estratificação sobre os resultados. Esses resultados podem ser consequência da duração do tratamento, do local da aplicação das técnicas e do método de avaliação do padrão autônomo.

Ambos os grupos avaliados no estudo eram compostos por voluntários com DLC, ou seja, que apresentavam um quadro algico superior a 12 semanas de duração; nesses casos, há evidências de alterações a nível central. Essas alterações crônicas podem precisar de um tempo de tratamento maior para que se observem resultados significativos; no presente estudo, foi realizada apenas uma sessão de tratamento. Pode-se sugerir, portanto, estudos que tenham duração maior e um maior número de sessões, para uma melhor avaliação dos efeitos sobre os parâmetros da VFC que estão alterados cronicamente (Opara *et al.*, 2025).

A resposta autônoma da MV parece ser inicialmente simpática, o que gera uma analgesia independente dos opioides endógenos. Nos casos de dor crônica, os parâmetros da modulação autônoma cardíaca estão alterados e tendem a uma predominância também simpática; isso pode dificultar a resposta inicial pós MV. Corroborando essa hipótese, há evidência de que pacientes com DLC apresentam uma dificuldade de elicitação de respostas simpáticas a estímulos, o que pode também explicar os resultados não significativos do estudo (Gyer *et al.*, 2019; Yeater *et al.*, 2021).

Há descrição da influência da MV diminuindo as eferências reflexas segmentares medulares, as quais agem, portanto, de forma mais local. Essa diminuição de eferências e, conseqüentemente, de eferências pode precisar de mais tempo para ser processada em centros superiores. Também, foi descrito que as respostas autônomas foram melhores após a MV nos estudos em que os voluntários não apresentavam um quadro algico. Portanto, é possível que as alterações na VFC apresentadas por pessoas com DLC sejam devido à experiência de dor e não representem a intensidade dolorosa. Cabe um questionamento quanto ao papel preventivo da MV, já que as alterações sobre o SNA causadas em voluntários sem dor foram mais evidentes (Gyer *et al.*, 2019; Roy; Boucher; Comtois, 2009).

O local de aplicação da MV parece influenciar os efeitos da MV sobre o SNA. Há achados documentados relatando que as MV direcionadas à coluna cervical podem gerar respostas parassimpáticas do SNA, enquanto MV realizadas sobre a coluna torácica e lombar podem elicitar respostas do SNAS. Na coluna cervical, originam-se os nervos cardíacos superior, médio e inferior, que são ramos do nervo vago; essa relação anatômica pode explicar os resultados de estímulo do SNAP pelas manipulações cervicais (Gyer *et al.*, 2019; Jamali; Waqar; Gerson, 2017).

A VFC depende de eferências que partem de centros superiores do SNC e os resultados da MV podem demorar um período maior para serem processados. A possibilidade de efeitos sobre o SNA mais locais deve ser estudada para objetivos de curto prazo. Há registro de mudanças na direção simpática do SNA quando foi mensurada a condutância elétrica da pele após uma MV da coluna lombar. Essa reação inicial do SNAS seria esperada, portanto, a condutância poderia representar melhor as primeiras mudanças ocasionadas localmente sobre o SNA (Gyer *et al.*, 2019)

O aumento registrado sobre FIM do GM já foi registrado em outros estudos envolvendo áreas diferentes, como manipulações cervicais e força de membros superiores. A maioria dos estudos avalia apenas períodos menores; em seu estudo, Alanazi *et al.* (2024) encontraram que o período mais longo de registro de melhoras de força muscular, após MV, foi de 1 semana, resultado corroborado pelos achados do presente estudo. Essas mudanças na força muscular foram atribuídas, parcialmente, a mudanças nos impulsos corticais (Alanazi *et al.*, 2025).

A revisão de escopo de Rodrigues *et al.* (2024) concluiu que sobre os extensores de tronco não havia evidências de melhora na força muscular, após a MV em pacientes com DLC, contudo, concluiu parecer haver uma melhora na contração desses músculos. Esse dado foi corroborado pelo presente estudo, já que houve melhora significativa para o GM com relação à FIM (Rodrigues *et al.*, 2024).

Rodrigues *et al.* (2024), ainda, descrevem uma falta de evidências quanto aos efeitos da manipulação sobre a propriocepção de tronco dos pacientes que apresentam DLC, parecendo não haver efeito da MV, porém, os resultados do presente estudo apontam uma melhora após uma semana sobre a propriocepção de tronco. Isso pode ser devido, novamente, ao aumento de informações que chegam ao

córtex, o que pode atrair mais atenção para a região manipulada (Alanazi *et al.*, 2025; Rodrigues *et al.*, 2024).

A VFC sofre influência de todos os tipos de fatores, emocionais, físicos e ambientais. Para o presente estudo, foi controlado apenas o ambiente em que foi realizada a coleta. Os voluntários com DLC não foram orientados a mudar nenhum fator de risco, ou alterar a sua rotina; durante o desenvolvimento do estudo, é possível que tenham acontecido situações de estresse físico ou emocional que podem influenciar nos resultados. Além disso, as coletas em diferentes épocas do ano podem ter resultados diferentes devido a diferentes níveis de estresse térmico (Damoun *et al.*, 2024).

7. CONCLUSÃO GERAL DO ESTUDO

Conclui-se, portanto, que os principais efeitos da MV observados sobre pacientes com DLC ocorreram sob as variáveis neuromusculares, havendo uma melhora da FIM e da acuidade proprioceptiva. Os parâmetros da VFC não foram alterados de forma significativa pela MV. As alterações da VFC, presentes na DLC, podem estar relacionadas à experiência da dor e não à intensidade dolorosa ou à influência dos fatores psicossociais. As respostas à MV podem estar diminuídas em pacientes com DLC, devido ao estado simpaticotônico apresentado por esses voluntários.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALANAZI, M. S. *et al.* Neuromuscular Response to High-Velocity, Low-Amplitude Spinal Manipulation—An Overview. **Medicina**, [s. l.], v. 61, n. 2, p. 187, 2025.

BARROS, M. I. G. *et al.* Association between two classification models of chronic painful lowback disorders, "biomedical" and "biopsychosocial". **Revista Varia Scientia –Ciências da Saúde**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 57–63, 2023.

BENARROCH, E. E. **Pain-autonomic interactions**. [S. l.: s. n.], 2006.

BENARROCH, E. E. The Central Autonomic Network: Functional Organization, Dysfunction, and Perspective. **Mayo Clinic Proceedings**, [s. l.], v. 68, n. 10, p. 988–1001, 1993.

BONAZ, B.; SINNIGER, V.; PELLISSIER, S. Anti-inflammatory properties of the vagus nerve: potential therapeutic implications of vagus nerve stimulation. **The Journal of Physiology**, [s. l.], v. 594, n. 20, p. 5781–5790, 2016.

BUSS, P. M.; PELLEGRINI FILHO, A. A saúde e seus determinantes sociais. **PHYSIS: Revista saúde coletiva**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 77–93, 2007.

CARPINO, G. *et al.* Does manual therapy affect functional and biomechanical outcomes of a sit-to-stand task in a population with low back pain? A preliminary analysis. **Chiropractic and Manual Therapies**, [s. l.], v. 28, n. 1, 2020.

CHOU, R. *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**, [s. l.], v. 147, n. 7, p. 478, 2007.

CORTELLI, P. *et al.* Nociception and autonomic nervous system. **Neurological Sciences**, [s. l.], v. 34, n. S1, p. 41–46, 2013.

DAMOUN, N. *et al.* Heart rate variability measurement and influencing factors: Towards the standardization of methodology. **Global Cardiology Science and Practice**, [s. l.], v. 2024, n. 4, 2024.

DELITTO, A. *et al.* Low back pain. **The Journal of orthopaedic and sports physical therapy**, [s. l.], v. 42, n. 4, 2012.

DUTMER, A. L. *et al.* What can we learn from long-term studies on chronic low back pain? A scoping review. **European Spine Journal**, [s. l.], v. 31, n. 4, p. 901–916, 2022.

EL-BADAWY, M. A.; EL MIKKAWY, D. M. E. Sympathetic dysfunction in patients with chronic low back pain and failed back surgery syndrome. **Clinical Journal of Pain**, [s. l.], v. 32, n. 3, p. 226–231, 2016.

FARLEY, T. *et al.* Chronic Low Back Pain: History, Symptoms, Pain Mechanisms, and Treatment. **Life**, [s. l.], v. 14, n. 7, p. 812, 2024.

FORTE, G. *et al.* Heart Rate Variability and Pain: A Systematic Review. **Brain Sciences**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 153, 2022.

FOSTER, N. E. *et al.* Prevention and treatment of low back pain: evidence, challenges, and promising directions. [S. l.]: **Lancet Publishing Group**, 2018.

GARLAND, E. L. Pain Processing in the Human Nervous System. A Selective Review of Nociceptive and Biobehavioral Pathways. **Prim Care** v. 39, n. 3, p. 561-571, 2012.

GOUBERT, D. *et al.* Lumbar muscle structure and function in chronic versus recurrent low back pain: a cross-sectional study. **Spine Journal**, [s. l.], v. 17, n. 9, p. 1285–1296, 2017.

GOUBERT, D. *et al.* Systematic Review Structural Changes of Lumbar Muscles in Non-Specific Low Back Pain. **Pain Physician**, [s. l.], v. 19, p. 985–1000, 2016. Disponível em: www.painphysicianjournal.com.

GYER, G. *et al.* Spinal manipulation therapy: Is it all about the brain? A current review of the neurophysiological effects of manipulation. **Journal of Integrative Medicine**, v. 17, p. 328-337. Elsevier (Singapore) Pte Ltd, 2019.

HAUTALA, A. J.; KARPPINEN, J.; SEPPANEN, T. Short-term assessment of autonomic nervous system as a potential tool to quantify pain experience. *In*: , 2016. **2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)**. [S. l.]: IEEE, 2016. p. 2684–2687.

HILL, J. C. *et al.* Comparison of stratified primary care management for low back pain with current best practice (STarT Back): a randomised controlled trial. **Lancet (London, England)**, [s. l.], v. 378, n. 9802, p. 1560–1571, 2011.

HOY, D. *et al.* The Epidemiology of low back pain. **Best Practice & Research Clinical Rheumatology**, v. 24, p. 769–781, 2010.

HU, M. X. *et al.* The association of depression and anxiety with cardiac autonomic activity: The role of confounding effects of antidepressants. **Depression and Anxiety**, [s. l.], v. 36, n. 12, p. 1163–1172, 2019.

JAMALI, H. K.; WAQAR, F.; GERSON, M. C. Cardiac autonomic innervation. **Journal of Nuclear Cardiology**, [s. l.], v. 24, n. 5, p. 1558–1570, 2017.

KNEZEVIC, N. N. *et al.* Low back pain. **The Lancet**, v. 398: Elsevier B.V., 2021.

KOES, B. W.; VAN TULDER, M. W.; THOMAS, S. Clinical review Diagnosis and treatment of low back pain. **BMJ**, v. 332, 2006.

KUMAR, C. *et al.* HRV changes in young adults with depression. **Journal of Family Medicine and Primary Care**, [s. l.], v. 13, n. 7, p. 2585–2588, 2024.

KUNER, R.; FLOR, H. Structural plasticity and reorganisation in chronic pain. **Nature Reviews Neuroscience**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 20–30, 2017.

LO, C. N. *et al.* The Effectiveness of Spinal Manipulation in Increasing Muscle Strength in Healthy Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 42, n. 2, 2019.

MARÔCO, J. **Análise Estatística com o SPSS Statistic**. Lisboa, Portugal: Editora ReportNumber, 2014.

MENDONÇA, A. G. *et al.* Direct costs of low back pain in hospitals financed by the unified health system. **Revista Pesquisa em Fisioterapia**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 1–9, 2021.

NASCIMENTO, P. R. C.; COSTA, L. O. P. Low back pain prevalence in Brazil: A systematic review. **Cad. Saúde Pública**, v. 31, n. 6, 2015.

NICOL, V. *et al.* Chronic Low Back Pain: A Narrative Review of Recent International Guidelines for Diagnosis and Conservative Treatment. **Journal of Clinical Medicine**, [s. l.], v. 12, n. 4, p. 1685, 2023.

OPARA, J. A. *et al.* Is the Central Sensitization in Chronic Nonspecific Low Back Pain Structural Phenomenon or Psychological Reaction? A Narrative Review. **Journal of Clinical Medicine**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 577, 2025.

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

PILZ, B. *et al.* The Brazilian version of start back screening tool - translation, cross-cultural adaptation and reliability. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, [s. l.], v. 18, n. 5, p. 453–461, 2014.

PLONER, M.; SORG, C.; GROSS, J. Brain Rhythms of Pain. **Trends in Cognitive Sciences**, [s. l.], v. 21, n. 2, p. 100–110, 2017.

PONTES-SILVA, A. *et al.* Comparison of the autonomic nervous system dysfunction between different chronic spine disorders: neck pain versus low back pain. **Revista da Associacao Medica Brasileira**, [s. l.], v. 68, n. 9, p. 1288–1296, 2022.

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

RODRIGUES, H. P. *et al.* Spinal manipulation and spinal mobilization on extensor strength and proprioception in patients with chronic low back pain: a scoping review. **Sport Sciences for Health**, [s. l.], v. 20, n. 4, p. 1183–1192, 2024.

ROY, R. A.; BOUCHER, J. P.; COMTOIS, A. S. Heart Rate Variability Modulation After Manipulation in Pain-Free Patients vs Patients in Pain. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, [s. l.], v. 32, n. 4, p. 277–286, 2009.

RUBIN, D. I. Epidemiology and Risk Factors for Spine Pain. **Neurologic Clinics**, v. 25, p. 353–371, 2007.

RUBINSTEIN, S. M. *et al.* Benefits and harms of spinal manipulative therapy for the treatment of chronic low back pain: Systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. **BMJ (Online)**, [s. l.], v. 364, 2019.

SARKER, K.; SETHI, J.; MOHANTY, U. Comparative clinical effects of spinal manipulation, core stability exercise, and supervised exercise on pain intensity, segmental instability, and health-related quality of life among patients with chronic nonspecific low back pain: A randomized control trial. **Journal of Natural Science, Biology and Medicine**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 27–34, 2020.

SCLiar, M. História do conceito de saúde. **PHYSIS: Revista saúde pública**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 29–41, 2007.

SEYEDHOSEINPOOR, T. *et al.* Alteration of lumbar muscle morphology and composition in relation to low back pain: a systematic review and meta-analysis. **The Spine Journal**, v. 22, p. 660–676 [S. l.]: Elsevier Inc., 2022.

SILLEVIS, R. *et al.* Neuromodulation of the Autonomic Nervous System in Chronic Low Back Pain: A Randomized, Controlled, Crossover Clinical Trial. **Biomedicines**, [s. l.], v. 11, n. 6, p. 1551, 2023.

SIQUEIRA, F. B.; TEIXEIRA-SALMELA, L. F.; MAGALHÃES, L. de C. Análise das propriedades psicométricas da versão brasileira da escala tampa de cinesiofobia. . **Acta Ortopédica Brasileira**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 19–24, 2007.

SÖDERVALL, J. *et al.* Heart rate variability in sciatica patients referred to spine surgery: a case control study. **BMC Musculoskeletal Disorders**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 149, 2013.

STEFANE, T. *et al.* Dor lombar crônica: intensidade de dor, incapacidade e qualidade de vida Chronic low back pain: pain intensity, disability and quality of life. **Acta Paul Enferm.** [S. l.: s. n.], 2013.

TONG, M. H. *et al.* Is There a Relationship Between Lumbar Proprioception and Low Back Pain? A Systematic Review With Meta-Analysis. *In*: , 2017. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**. [S. l.]: W.B. Saunders, 2017. p. 120-136.e2.

TRACY, L. M. *et al.* Meta-analytic evidence for decreased heart rate variability in chronic pain implicating parasympathetic nervous system dysregulation. **Pain**, [s. l.], v. 157, n. 1, p. 7–29, 2016.

VAN DIEËN, J. H. *et al.* Motor control changes in low back pain: Divergence in presentations and mechanisms. **Journal of orthopaedic & sports physical therapy**, v. 49, n. 6 [S. I.], 2019.

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

VANDERLEI, L. C. M. *et al.* Basic notions of heart rate variability and its clinical applicability. **Rev Bras Cir Cardiovasc**, v. 24, n. 2, p. 205-217 [S. I.], 2009.

WIRTH, B. *et al.* Neurophysiological Effects of High Velocity and Low Amplitude Spinal Manipulation in Symptomatic and Asymptomatic Humans: A Systematic Literature Review. **SPINE**, v. 44, n. 15, p. 914-926, 2019.

YEATER, T. D. *et al.* 2021 Yeater et al. Chronic Pain is Associated With Reduced Sympathetic Nervous System Reactivity During Simple and Complex Walking Tasks_ Potential Cerebral Mechanisms. **Chronic Stress**, [s. I.], v. 5, p. 1–8, 2021.

YOUNES, M. *et al.* Effect of spinal manipulative treatment on cardiovascular autonomic control in patients with acute low back pain. **Chiropractic and Manual Therapies**, [s. I.], v. 25, n. 1, 2017.

ANEXO 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

- | | |
|---|--|
| ☐ PROGRESSIVA, SEM CAUSA APARENTE | ☐ ESCORREGÃO OU QUEDA |
| ☐ ACIDENTE AUTOMOBILÍSTICO | ☐ PEDESTRE, ATROPELADO POR UM CARRO |
| ☐ EU ME INCLINEI / GIREI | ☐ TOSSI FORTE/ ESPIRREI |
| ☐ LEVANTEI UM PESO | ☐ LONGA VIAGEM SENTADO |
| ☐ TRABALHO DE JARDINAGEM / PEQUENOS SERVIÇOS | ☐ DURANTE PRÁTICA DE ESPORTE |
| ☐ NÃO TRABALHO | ☐ 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	☐ AUMENTA DOR	☐ REDUZ DOR	☐ NÃO AFETA
LEVANTAR PELA MANHÃ (RIGIDEZ)	☐ AUMENTA DOR	☐ REDUZ DOR	☐ NÃO AFETA
SENTAR COM EXTENSÃO	☐ AUMENTA DOR	☐ REDUZ DOR	☐ NÃO AFETA
SENTAR COM FLEXÃO	☐ AUMENTA DOR	☐ REDUZ DOR	☐ NÃO AFETA
SENTADO POR LONGO TEMPO (+ 20 MIN)	☐ AUMENTA DOR	☐ REDUZ DOR	☐ NÃO AFETA
PASSAR DE SENTADO PARA EM PÉ	☐ AUMENTA DOR	☐ REDUZ DOR	☐ NÃO AFETA
CAMINHAR	☐ AUMENTA DOR	☐ REDUZ DOR	☐ NÃO AFETA
DIRIGIR	☐ AUMENTA DOR	☐ REDUZ DOR	☐ NÃO AFETA/NÃO SE APLICA
TOSSIR, ESPIRRAR, EVACUAR	☐ AUMENTA DOR	☐ REDUZ DOR	☐ NÃO AFETA

MECANISMOS DE DOR

A DOR É CONSTANTE? 'DÓI SEM PARAR OU A DOR PARA?'	☐ SIM	☐ NÃO
O MOVIMENTO Piorar A DOR?	☐ SIM	☐ NÃO
A DOR APARECE APÓS REPETIR ALGUMAS VEZES O MOVIMENTO?	☐ SIM	☐ NÃO
A DOR APARECE/AUMENTA QUANDO EM POSTURAS SUSTENTADAS?	☐ SIM	☐ NÃO

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

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

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

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

☐ NADA ALTERA	☐ SUBINDO ESCADA	☐ DEITADO DE BRUÇOS
☐ SENTANDO-ME	☐ INCLINANDO-ME PARA FRENTE	☐ DEITADO DO LADO DIREITO
☐ DIRIGINDO MEU CARRO	☐ INCLINANDO-ME PARA TRÁS	☐ DEITADO DO LADO ESQUERDO
☐ FICANDO EM PÉ	☐ FAZENDO ROTAÇÕES DE TRONCO	☐ TOSSINDO E ESPIRRANDO
☐ ANDANDO	☐ LEVANTANDO PACOTES OU PESOS	☐ RESPIRANDO PROFUNDO
☐ DEITADO DE COSTAS C/ AS PERNAS ESTICADAS		☐ SE ESTOU PREOCUPADO
☐ DEITADO DE COSTAS C/ OS JOELHOS DOBRADOS		☐ 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 () médio () 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: varicoseas () varizes () trombose () outra ()
 - () Outra: _____

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

HISTÓRIA SOCIAL, ERGONOMICA, GENÉTICA

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

Com que frequência consome café/leite (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 () às vezes () nunca

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

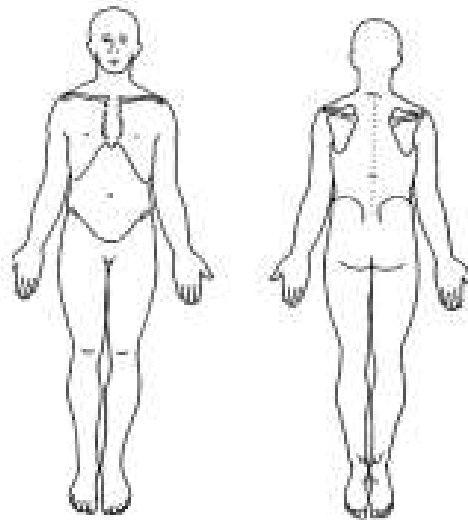
OUTROS SINTOMAS ALÉM DA DOR

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

☐ NÃO PERCEBI NENHUM SINTOMA DIFERENTE	☐ DOR ININTERRUPTA MUITO FORTE (EVA ENTRE 9 E 10)
☐ FADIGA, SENSACÃO DE MAL ESTAR	☐ DOR TORÁCICA (NO PEITO)
☐ FRAQUEZA GENERALIZADA	☐ DISTÚRBO NEUROLÓGICO
☐ FEBRE, ARREPIOS, SUDORAÇÃO INABITUAL	☐ RESTRIÇÃO GRAVE E PERSISTENTE DA FLEXÃO LOMBAR
☐ GANHOS DE PESO REPENTINO	☐ DIFICULDADE MICCIONAL / INCONTINÊNCIA
☐ PERDA DE PESO REPENTINO	☐ INCONTINÊNCIA FECAL
☐ NAUSEA, VÔMITOS	☐ ANESTESIA EM SELA EM TORNO DO ÂNUS, GÊNITAIS OU PERÍNEO

- Quais são os locais e os limites da dor? **(PINTA 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 + 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, atordoado 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) *o* 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) *o* 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) *o* déficit**TESTES ATIVOS****Descreva os efeitos na dor atual -**

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

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

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

SINTOMAS	SINTOMAS – MOMENTO DO TESTE			SURGIMENTO
	Pré	Durante	Após	
Flexão em pé	() <i>o</i> dor () <i>a</i> dor	() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8	() A () B () C () D () E	() I () M () F
Extensão em pé	() <i>o</i> dor () <i>a</i> dor	() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8	() A () B () C () D () E	() I () M () F
Deslizamento lateral direito em pé	() <i>o</i> dor () <i>a</i> dor	() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8	() A () B () C () D () E	() I () M () F
Deslizamento lateral esquerdo em pé	() <i>o</i> dor () <i>a</i> dor	() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8	() A () B () C () D () E	() I () M () F
Flexão + rotação direita	() <i>o</i> dor () <i>a</i> dor	() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8	() A () B () C () D () E	() I () M () F
Flexão + rotação esquerda	() <i>o</i> dor () <i>a</i> dor	() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8	() A () B () C () D () E	() I () M () F
Extensão + rotação direita	() <i>o</i> dor () <i>a</i> dor	() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8	() A () B () C () D () E	() I () M () F
Extensão + rotação esquerda	() <i>o</i> dor () <i>a</i> 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 (lasique): () 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 milgram (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 líos: () positivo () negativo

- separação dos líos: () positivo () negativo

- Teste para simulação:

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

Fonte: Grupo de Estudos em Reabilitação Fisioterapêutica com Ênfase em Biodinâmica Integrativa (ReFEBI)

ANEXO II

QUESTIONÁRIO I: Start Back Screening Tool (SBST)

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): _____

Fonte: PILZ *et al.*, 2014

ANEXO III

QUESTIONÁRIO III: Escala de TAMPA de Cinesiofobia (ETC)

ESCALA DE TAMPA DE CINESIOFOBIA

SIQUEIRA, F.B.; TEIXEIRA-SALMELA, L.F.; MAGALHÃES, L.C. Análise das propriedades psicométricas da versão brasileira da Escala de Tampa de Cinesiofobia. Acta Ortop Bras, v. 15, n. 1, p. 19-24, 2007.

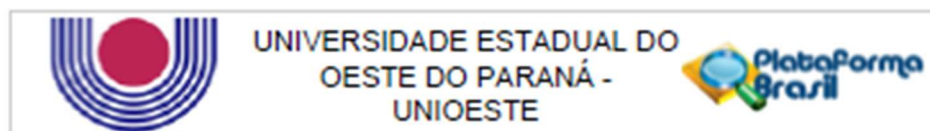
AQUI ESTÃO ALGUMAS DAS COISAS QUE OUTROS PACIENTES NOS CONTARAM SOBRE A SUA DOR PARA CADA AFIRMATIVA. POR FAVOR, INDIQUE UM NÚMERO DE 1 A 4, CASO VOCÊ CONCORDE DA AFIRMATIVA. PRIMEIRO, VOCÊ VAI PENSAR SE CONCORDA OU DISCORDA E, A PARTIR DAÍ, SE TOTALMENTE OU PARCIALMENTE.

	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
1- Tenho medo de me machucar, se eu fizer .	1	2	3	4
2- Se eu tentar superar esse medo, minha dor aumentaria.	1	2	3	4
3- Meu corpo está dizendo que alguma coisa muito errada está acontecendo comigo.	1	2	3	4
4- Minha dor provavelmente seria aliviada se eu fizesse exercício.	1	2	3	4
5- As pessoas não estão levando minha condição médica a sério.	1	2	3	4
6- A lesão colocou meu corpo em risco para o resto da minha vida.	1	2	3	4
7- A dor sempre significa que o meu corpo está machucado.	1	2	3	4
8- Só porque alguma coisa piora a minha dor, não significa que essa coisa é perigosa.	1	2	3	4
9- Tenho medo de que eu possa me machucar acidentalmente.	1	2	3	4
10- A atitude mais segura que posso tomar para prevenir a piora da minha dor é, simplesmente, ser cuidadoso para não fazer nenhum movimento desnecessário.	1	2	3	4
11- Eu não teria tanta dor se algo realmente perigoso não estivesse acontecendo no meu corpo.	1	2	3	4
12- Embora eu sinta dor, estaria melhor se estivesse ativo fisicamente.	1	2	3	4
13- A dor me avisa quando devo parar o exercício para eu não me machucar.	1	2	3	4
14- Não é realmente seguro para uma pessoa, com problemas iguais aos meus, ser ativo fisicamente.	1	2	3	4
15- Não posso fazer todas as coisas que as pessoas normais fazem, pois me machuco facilmente.	1	2	3	4
16- Embora alguma coisa me provoque, eu não acho que seja, de fato, perigoso.	1	2	3	4
17- Ninguém deveria fazer exercícios quando está com dor.	1	2	3	4

Fonte: SIQUEIRA; TEIXEIRA-SALMELA; MAGALHÃES, 2007

ANEXO IV

Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: UTILIZAÇÃO DO BANCO DE DADOS DO PROJETO DE EXTENSÃO: AVALIAÇÃO PLURIDIMENSIONAL E ACOMPANHAMENTO FISIOTERAPÊUTICO A PACIENTES COM DOR LOMBAR CRÔNICA NO MANEJO DAS SEQUELAS FÍSICAS, FUNCIONAIS E PSICOSSOCIAIS

Pesquisador: Alberito Rodrigo de Carvalho

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 75711823.0.0000.0107

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

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.513.985

Apresentação do Projeto:

Os pesquisadores visam propor sistematização dos registros dos protocolos avaliativos pluridimensionais e dos desfechos analisados para o tratamento, que são ofertados

pelo projeto de extensão "avaliação pluridimensional e acompanhamento fisioterapêutico a pacientes com dor lombar crônica no manejo das sequelas físicas, funcionais e psicossociais", visando a criação de banco de dados robusto e grande o suficiente para alimentar pesquisas futuras tanto sobre características avaliativas quanto sobre a efetividade das intervenções.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Propor sistematização dos registros dos protocolos avaliativos pluridimensionais e dos desfechos analisados para o tratamento, que são ofertados

pelo projeto de extensão "avaliação pluridimensional e acompanhamento fisioterapêutico a pacientes com dor lombar crônica no manejo das

sequelas físicas, funcionais e psicossociais", visando a criação de banco de dados robusto e grande o suficiente para alimentar pesquisas futuras

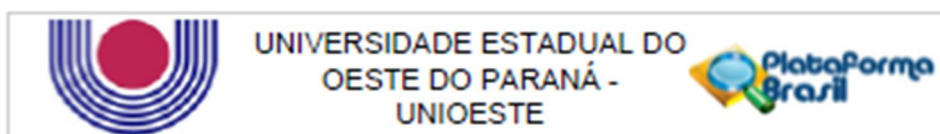
tanto sobre características avaliativas quanto sobre a efetividade das intervenções.

Objetivo Secundário:

Endereço: RUA UNIVERSITÁRIA 1619
Bairro: UNIVERSITÁRIO
UF: PR **Município:** CASCAVEL
Telefone: (45)3220-3062

CEP: 85.819-110

E-mail: cep.pppg@unioeste.br



Continuação do Parecer: 0.513.908

a) Explorar a relação, correlação e/ou associação entre diferentes fatores e desfechos obtidos a partir das avaliações; b) Explorar as possibilidades de subgrupagem em estratos de DLC de acordo com padrões de relação, correlação e/ou associação entre diferentes fatores e desfechos obtidos a partir das avaliações; c) Explorar e comparar as características de apresentação da doença, biológicas, funcionais, e psicossociais de subgrupos de voluntários com DLC obtidas por procedimentos avaliativos baseados tanto no modelo biomédico quanto no modelo biopsicossocial; d) Explorar as possibilidades de subgrupagem em estratos de DLC que sejam potencialmente mais responsivas às terapias; e) Comparar a efetividade de distintos procedimentos de intervenção em reabilitação fisioterapêutica.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

É possível que as avaliações sejam extensas e um pouco cansativas. Algumas intervenções, apesar de seguras, podem provocar um pouco de desconforto físico e, em alguns casos, será necessário fazer uma raspagem na pele para eliminação dos pelos corporais nos locais em que os eletrodos serão fixados.

Benefícios:

Além da contribuição com a ciência, os voluntários receberão atendimento fisioterapêutico de forma gratuita.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Introdução: Este projeto de extensão visa oferecer avaliação e reabilitação multidimensional a pacientes com dor lombar crônica (DLC), integrando os aspectos biopsicossociais da condição. **Objetivo geral:** Propor sistematização dos registros dos protocolos avaliativos pluridimensionais e dos desfechos analisados para o tratamento, que são ofertados pelo projeto de extensão "avaliação pluridimensional e acompanhamento fisioterapêutico a pacientes com dor lombar crônica no manejo das sequelas físicas, funcionais e psicossociais", visando a criação de banco de dados robusto e grande o suficiente para alimentar pesquisas futuras tanto sobre características avaliativas, quanto sobre a efetividade das intervenções. **Métodos:**

Endereço: RUA UNIVERSITÁRIA 1519
 Bairro: UNIVERSITÁRIO CEP: 85.819-110
 UF: PR Município: CASCAVEL
 Telefone: (45)3220-3062 E-mail: cep.prppg@unioeste.br



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO
OESTE DO PARANÁ -
UNIOESTE



Continuação do Parecer: 6.513.908

Voluntários com DLC de origem mecânica, provenientes do fluxo de pacientes do CRF-Unioeste ou convidados por abordagens personalizadas, são elegíveis para participar do projeto de extensão. Estes, então, passam por uma bateria de avaliações (história clínica e funcional, mensuração de aspectos psicossociais, medidas locomotoras, de intensidade da dor, de força muscular, atividade eletromiográfica, equilíbrio, mobilidade e funcionalidade) e tratamento (educação em dor, eletrotermofototerapia, cinesioterapia, manipulações/mobilizações, fisioterapia aquática) conduzidos por alunos de graduação em Fisioterapia da Unioeste e/ou alunos de pós-graduação. Todos os participantes serão esclarecidos que, embora estejam recebendo atendimento clínico para reabilitação fisioterapêutica da DLC, os seus dados serão armazenados em um banco com o objetivo de alimentar pesquisas futuras, e que, a não autorização do uso de seus dados para pesquisas futuras não o desqualifica para o atendimento no projeto de extensão, e que a autorização para o uso dos dados pode ser retirada a qualquer momento. Será dada ênfase ao fato de que serão transferidas para o banco de dados apenas as informações clínicas mensuradas que interessam para as futuras pesquisas, e que, nenhuma informação pessoal que possa identificá-lo será mantida no banco de dados.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Adequadamente apresentado

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2230267.pdf	13/11/2023 14:50:03		Aceito
Outros	Fichaavaliacao_merged.pdf	13/11/2023 14:45:38	Alberito Rodrigo de Carvalho	Aceito
Declaração de Pesquisadores	FormularioCEPextensao.pdf	13/11/2023 14:34:58	Alberito Rodrigo de Carvalho	Aceito
TCE / Termos de	TCL_extensao_DLC.pdf	13/11/2023	Alberito Rodrigo de	Aceito

Endereço: RUA UNIVERSITÁRIA 1619
 Bairro: UNIVERSITÁRIO CEP: 85.819-110
 UF: PR Município: CASCAVEL
 Telefone: (45)3220-3092 E-mail: cep.prgg@unioeste.br



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO
OESTE DO PARANÁ -
UNIOESTE



Continuação do Parecer: 6.513.908

Assentimento / Justificativa de Ausência	TCL_extensao_DLC.pdf	14:22:11	Carvalho	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	brochura_projeto_extensao.pdf	13/11/2023 14:21:22	Alberito Rodrigo de Carvalho	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto.pdf	13/11/2023 14:20:27	Alberito Rodrigo de Carvalho	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Aprovação da CONEP:

Não

CASCABEL, 20 de Novembro de 2023

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

Endereço: RUA UNIVERSITÁRIA 1619
Bairro: UNIVERSITÁRIO CEP: 85.819-110
UF: PR Município: CASCABEL
Telefone: (45)3220-3062 E-mail: cep.prppg@unioeste.br

ANEXO V

Termo de consentimento livre e esclarecido

1



Comitê de Ética em Pesquisa – CEP



Aprovado na CONEP em 04/08/2000

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Título do Projeto: UTILIZAÇÃO DO BANCO DE DADOS DO PROJETO DE EXTENSÃO: AVALIAÇÃO PLURIDIMENSIONAL E ACOMPANHAMENTO FISIOTERAPÊUTICO À PACIENTES COM DOR LOMBAR CRÔNICA NO MANEJO DAS SEQUELAS FÍSICAS, FUNCIONAIS E PSICOSSOCIAIS

Pesquisadores responsáveis:

Prof. Alberito Rodrigo de Carvalho - Telefones: (31) 973648533 / (45) 32203072

Solicitamos permissão a você que receberá atendimento no projeto de extensão **AVALIAÇÃO PLURIDIMENSIONAL E ACOMPANHAMENTO FISIOTERAPÊUTICO À PACIENTES COM DOR LOMBAR CRÔNICA NO MANEJO DAS SEQUELAS FÍSICAS, FUNCIONAIS E PSICOSSOCIAIS** para que seus dados possam ser utilizados em pesquisas futuras. Como parte do projeto, você será submetido a uma série de avaliações (avaliação clínica para saber detalhes da sua condição de saúde, saúde bucal, questionários relacionados à dor e o impacto da dor na sua rotina, testes para medir a sua força muscular, seu equilíbrio, seus batimentos cardíacos, sua maneira de caminhar, a ativação muscular, a intensidade da sua dor) e poderá receber uma ou mais dos tratamentos disponíveis a depender do seu quadro clínico (educação em dor, corrente elétrica para fortalecimento muscular ou analgesia, laser terapêutico, imãs terapêuticos, manipulação e mobilização da coluna, terapia aquática, exercícios). A avaliação da saúde bucal será realizada por um dentista que avaliará as condições da gengiva especificamente. Todos os dados referentes às avaliações e aos tratamentos serão anotados no seu prontuário. Caso você nos permita, usaremos esses dados para pesquisas e futuras publicações.

Em nenhum momento você será identificado e só serão usados os dados da sua avaliação e do seu tratamento. Caso você não permita o uso dos seus dados, isso não o desqualifica para receber o atendimento no projeto e você receberá todo o tratamento normalmente.

Riscos: É possível que as avaliações sejam extensas e um pouco cansativas. Algumas intervenções, apesar de seguras, podem provocar um pouco de desconforto físico e, em alguns casos, será necessário fazer uma raspagem na pele para eliminação dos pelos corporais nos locais em que os eletrodos serão fixados. A avaliação bucal exige manipulação da boca que pode ser desconfortável. Mas todas as medidas para minimizar esses efeitos serão tomadas. Além disso, caso qualquer eventualidade ocorra, haverá um telefone próximo para chamar o SAMU e, se por algum motivo o SAMU não prestar atendimento, os pesquisadores se responsabilizarão em prestar atendimento imediato, integral e gratuito.

Benefícios: Em todo o tempo, você receberá atendimento fisioterapêutico para dor lombar de forma gratuita e contribuirá para o desenvolvimento de intervenções mais eficazes.

ANEXO VI PARÂMETROS DE AKAIKE INFORMATION CRITERION (AIC)

Foi testado o melhor ajuste dos dados por dois modelos de distribuição: Linear (distribuição normal) e Gama (distribuição não normal). O modelo com o menor valor de Akaike Information Criterion (AIC) foi escolhido como o modelo com melhor ajuste. A função de ligação adotada foi a ligação identidade.

INTERVENÇÃO COMO FATOR CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

DESFECHO	DISTRIBUIÇÃO	DISTRIBUIÇÃO
	LINEAR	GAMMA
Idade (anos)	338,8	339,6
Tempo de dor (meses)	477,0	443,0
Cinesiofobia (pontos)	307,4	306,9
Intensidade de dor média (EVA)	191,7	194,8
Intensidade de dor momentânea (EVA)	207,1	205,2
Massa corporal (kg)	341,0	342,4
Estatura (m)	384,0	453,3

Nota: os valores em negrito indicam a distribuição que melhor se ajustou ao conjunto de dados.

INTERVENÇÃO*MOMENTO COMO FATOR DESFECHOS DE INTERESSE

DESFECHO	ICC	DISTRIBUIÇÃO	DISTRIBUIÇÃO
		LINEAR	GAMMA
SDNN (ms)	0,73	1400,9	1212,9
RMSSD (ms)	0,71	1511,2	1304,5
PNN50 (%)	0,80	1265,8	Não convergiu
LF power (ms ²)	0,35	2955,6	Não convergiu
HF power (ms ²)	0,25	2989,1	Não convergiu

LF/HF (u.a)	0,33	788,2	507,6
TDF100 (N.s ⁻¹)	0,56	1614,8	Não convergiu
TDF200 (N.s ⁻¹)	0,73	1954,6	1889,6
FIM (N)	0,84	1874,4	1861,9
Acurácia proprioceptiva (°)	0,41	774,0	Não convergiu

Nota: os valores em negrito indicam a distribuição que melhor se ajustou ao conjunto de dados. Nos casos em que um dos modelos não convergiu, utilizou-se a estatística do modelo que convergiu.

ANEXO VII

Os artigos 1 e 2 seguem anexados na sequência.



Spinal manipulation and spinal mobilization on extensor strength and proprioception in patients with chronic low back pain: a scoping review

Henrique Prado Rodrigues¹ · Natália Port Acosta¹ · Márcia Rosângela Buzanello¹ · Dernival Bertoncello² · Gladson Ricardo Flor Bertolini¹ · Alberito Rodrigo de Carvalho¹

Received: 3 July 2024 / Accepted: 23 July 2024 / Published online: 12 August 2024
© The Author(s), under exclusive licence to Springer-Verlag Italia S.r.l., part of Springer Nature 2024

Abstract

Background Spinal manipulation (SMA) and spinal mobilization (SMO) are commonly utilized treatments for chronic low back pain (CLBP)

Objective To summarize the evidence describing the effects of SMA and SMO on trunk proprioception and the lumbar paravertebral muscle strength in patients with chronic low back pain (CLBP)

Methods A search was conducted in five databases and four sources of gray literature. The inclusion criteria were: individuals aged between 18 and 65 years with chronic low back pain (CLBP), of both sexes; no restrictions on publication period or language; studies employing spinal manipulation (SMA) or spinal mobilization (SMO) interventions; inclusion of a comparator group such as control, placebo, or other base therapies; and measurement of at least one of the following outcomes: paravertebral muscle strength, trunk proprioception, or postural control

Results Initially, 8187 references were identified through database searches. Among these, the review included seven randomized clinical trials, two non-randomized clinical trials, and two crossover clinical trials; no reviews were found meeting the inclusion criteria. After screening and selection, a total of 11 studies were included in the review, comprising 8 studies investigating spinal manipulation (SMA) and 3 studies investigating spinal mobilization (SMO).

Conclusion In patients with CLBP, SMA did not demonstrate a significant effect on proprioception but showed a notable effect on the maximum contraction of the lumbar multifidus muscle. Conversely, SMO exhibited beneficial effects on both proprioception and the generation of muscle strength in trunk extensors among patients with CLBP.

Trial registration Open Science Framework (OSF) osf.io/b5fym.

Keywords Musculoskeletal manipulations · Muscle strength · Afferent pathways · Physical therapy modalities

Introduction

Low back pain affects a significant portion of the population at least once in their lifetime. Its high prevalence renders it a public health concern, capable of causing significant impairment and functional incapacity [1]. It stands as one of the primary reasons for absenteeism from work, leading

to substantial costs. These costs may stem from challenges in implementing appropriate treatments for low back pain or from the financial burden associated with physical disability [2–5].

In addition to physical disability, patients with chronic low back pain (CLBP) experience significant neuromuscular alterations. It is known that proprioception in CLBP patients is impaired, which correlates inversely with pain levels, that is, higher pain scores correspond to lower the proprioceptive acuity [6]. One factor that can impair proprioception is the hypotrophy of the erector spinae and multifidus lumborum muscles, which are replaced by fatty infiltrates, resulting in reduced force-generating capacity [7, 8]. Thus, changes resulting from CLBP are not confined to pain, but also encompass sensory-motor dysfunctions.

✉ Gladson Ricardo Flor Bertolini
gladsonricardo@gmail.com

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná–UNIOESTE, Universitaria St. 2069, Cascavel, Paraná 85819-110, Brazil

² Universidade Federal do Triângulo Mineiro–UFTM, Uberaba, Minas Gerais, Brazil

Considering proprioception's definition as the body's ability to perceive joint position, movement, and force in space [9], one can grasp the complex interplay among CLBP symptoms.

To mitigate the physical damage caused by low back pain, which can result in absenteeism and financial losses, adopting assertive and effective approaches is crucial to enhance the quality of life for patients suffering from this condition. Various treatment strategies have been described, albeit with some controversy, including physical exercise, electrotherapy, behavioral therapies, stress management and spinal manipulation (SMA) [10–15].

Spinal manipulation (SMA) is a conservative treatment method used for CLBP, involving a high-velocity, low-amplitude impulse applied to the tissues. This therapeutic strategy can induce neurophysiological and neuromuscular effects, such as improved muscle strength in the muscles innervated by the nerve roots of the manipulated segment, pain modulation, improved disability and changes in the autonomic nervous system. Despite these reported effects, the mechanisms of action of spinal manipulation still require further clarification [16]. Another manual therapy technique is spinal mobilization (SMO), and studies have shown that, for many variables, there are no significant differences between SMO and SMA. However, indications suggest that SMA may have a more pronounced effect on neurophysiological outcomes compared to SMO [16, 17].

To better comprehend the effects of SMO and SMA on patients with CLBP, it is crucial to investigate their impacts on various variables and systems. Hence, the question arises: what are the effects of joint manipulation or mobilization on proprioception and muscle strength? Therefore, the aim of this scoping review is to summarize the evidence regarding of these manual therapy techniques on trunk proprioception and the force-generating capacity of the lumbar paravertebral muscles in patients with CLBP, given the scarcity of review studies on this topic.

Methods

Protocol and registration

This scoping review was conducted in accordance with the Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR) Checklist [18]. Registered with the Open Science Framework (OSF) [osf.io/b5fym](https://doi.org/10.17605/OSF.IO/5K8CY), <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/5K8CY>.

Eligibility criteria

The inclusion criteria were as follows: (1) individuals experiencing symptoms of low back pain for over 3 months (CLBP); (2) adults aged between 18 and 65 years; (3) studies including both men and/or women; (4) no restrictions on publication period or language; (5) utilization of spinal manipulation (SMA) or spinal mobilization (SMO) interventions in isolation. SMA was defined as high-speed, low-amplitude maneuvers used in osteopathy, chiropractic, and manual therapy by physiotherapists. SMO was defined as techniques involving repetitive stimuli applied to spinal joints or sustained stimuli during movement performance; (6) inclusion of a comparator group, which could be a control, placebo, or any form of baseline therapy, applied across all study groups; (7) measurement of at least one of the following outcomes: paravertebral muscle strength, trunk proprioception, or postural control.

The following studies were excluded: (1) pregnant or puerperal women; (2) individuals with neurological impairments or who have undergone spinal surgery; (3) conference abstracts, editorials, letters; (4) duplicate publications; (5) studies not available in full text.

Sources of information

The initial search was conducted using the keywords “Low Back Pain”[MeSH Terms] OR “Low Back Pain”[All Fields] OR “Low Back Pain”[Title/Abstract] OR “Low Back Pains”[All Fields] OR “Lumbago”[All Fields] OR “Lower Back Pain”[All Fields] OR “Lower Back Pains”[All Fields] OR “Low Back Ache”[All Fields] OR “Low Back Aches”[All Fields] OR “Low Backache”[All Fields] OR “Postural Low Back Pain”[All Fields] OR “Recurrent Low Back Pain”[All Fields] OR “Mechanical Low Back Pain”[All Fields]) AND (“manipulation, spinal”[MeSH Terms] OR “manipulation spinal”[All Fields] OR “manipulation spinal”[Title/Abstract] OR “Spinal Manipulation”[All Fields] OR “Lumbar Manipulation”[All Fields] OR “Cervical Manipulation”[All Fields] OR “Mobilization”[All Fields] OR “Spinal Mobilization”[All Fields] in the PubMed database, with the Medical Subject Headings (MeSH) meta-data system and free terms. The following databases were consulted: PubMed, Web of Science, Embase, Cochrane, Physiotherapy Evidence Database (PEDro), Scopus and LILACS. The gray literature was consulted via Google Scholar, LIVIVO, Open Grey and the CAPES Brazilian Catalog of Theses and Dissertations. An additional search was also carried out on the references of the studies included in this review.

The search was carried out on April 25, 2023, and updated on October 16, 2023. The individual search strategy for each database is shown in “Appendix 1”.

Study selection and data collection process

The articles were managed using the EndNote Web and Rayyan Qatar Computing Research Institute (QCRI) reference managers. Initially, articles were imported from the databases into the Endnote Web reference manager, where duplicate articles were automatically and manually removed. Subsequently, the articles were imported into Rayyan, where duplicates were once again manually removed by the first reviewer.

Two independent reviewers (R1 and R2) conducted the selection of included articles in two phases. During the first phase (Phase 1), both reviewers assessed the titles and abstracts based on the eligibility criteria. In the second phase (Phase 2), they reviewed the full texts of selected articles using the same criteria as in Phase 1. Any discrepancies were resolved through consensus by a third reviewer (R3) who checked all identified information.

Data extraction, analysis and presentation

A data extraction tool developed by the researchers was utilized to gather information from the studies included in this review. The extracted data encompassed: year of publication, author names, country of origin, study design, participant demographics, duration of symptoms, intervention details, number of sessions, comparator used, outcomes assessed, and study conclusions (Table 1).

Results

The initial search yielded 8,188 records, with 839 duplicate references automatically excluded and an additional 1060 removed manually from indexed literature. From the gray literature and reference lists, 669 records were identified. Subsequently, 3620 (indexed) and 656 (gray) records were screened by blinded reviewers R1 and R2 in Phase 1, with 24 (indexed) and 13 (gray) records assessed in Phase 2. Ultimately, 11 studies met the inclusion criteria and were included in this review (Fig. 1).

The studies included in this review were published between 2000 and 2022. Specifically, four studies were conducted in Brazil [19–22], four in the United States of America (USA) [23–26], two in India [27, 28] and one in Egypt [29] (Fig. 2).

In terms of study design, seven randomized clinical trials were identified [21–23, 26, 28–30], two non-randomized

clinical trials [25, 27] and two crossover clinical trials [20, 24] (Fig. 3).

Intervention vs outcome

Spinal manipulation and its effects on proprioception

Among the seven articles that included comparisons related to proprioception, three studies did not find evidence supporting the superiority of SMA compared to the control group or placebo [22, 23, 30]. Additionally, a crossover clinical trial using placebo also indicated no consistent evidence of differences [24]. These findings suggest that SMA may not have a significant effect on proprioception.

Three references presented data showing improvement in intra-group analysis, but none included a control or placebo group. Sarker et al. [27] demonstrated that SMA was superior to central stabilization exercises and conventional exercises in improving center of pressure of the feet; ergonomic advice served as the baseline therapy in this study. suggests that combining basic intervention with SMA may yield better result. Regarding ergonomic counseling, it is recognized that pain education and awareness of the recovery process can influence outcomes related to low back pain and potentially contribute to improved results [10, 27].

Angeli [21] observed significant improvements in the Y balance test with SMA; however, this comparison was intra-group only, without a control or placebo group. Sturion [20] compared SMA with the muscle energy technique and reported significant intra-group differences, but found no differences between groups. Given evidence that proprioception improves as pain levels decrease, this suggests that the severity of pain prior to treatment may influence proprioceptive effects of joint manipulation [31].

A potential bias in studies involving proprioception could be learning effects during reassessments, where participants may improve in tests through repeated exposure to activities [24]. Authors such as Angeli [21] and Sturion [20], who did not include a control group in their studies, did not account for the influence of learning effects on their results. Therefore, it is challenging to determine whether observed improvements were due to the intervention or simply learning from repeated testing. Based on these limitations, it is suggested that spinal manipulation may not have a significant effect on proprioception in patients with CLBP.

Table 1 Characterization of the studies included in these review

Author	Country	Study design	Sample characterization	Duration of symptoms	Procedure/ number of sessions	Comparator	Outcomes	Conclusion
Angeli, [21]	Brazil	Randomized clinical trial	N = 72 SMA: <i>n</i> = 36 SMA + MR: <i>n</i> = 36	CLBP	SMA; SMA + MR 6 sessions, twice a week	No control	Y balance test	Significant intragroup improvement for all outcomes except algometry Intergroup was not significant
Freitas, [22]	Brazil	Randomized clinical trial	N = 80 SMA: <i>n</i> = 40 PLG: <i>n</i> = 40	CLBP	SMA 1 session	Placebo	COP	No significant differences between SMA and placebo
Goertz et al., [23]	USA	Randomized clinical trial	N = 221 CG: <i>n</i> = 74 SMA: <i>n</i> = 74 LSHA: <i>n</i> = 73	90% CLBP	SMA 5 sessions	Control	COP AP; COP ML; Sway speed	None of the groups had statistically higher changes than the control group
Hussein et al., [29]	Egypt	Randomized clinical trial	N = 64 SNAG: <i>n</i> = 32 PLG: <i>n</i> = 32	CLBP flexion	SMO SNAG 1 session	Placebo	COP; OSI; APSI	Significant difference for OSI and APSI in favor of the SNAG group
Keller & Colloca, [25]	USA	Non-randomized clinical trial	N = 40 SMA: <i>n</i> = 20 PLG: <i>n</i> = 10 CG: <i>n</i> = 10	n/i	SMA activator method 1 session	Control	Paravertebral electromyography	A significant difference was found for the electromyographic signal in favor of the SMA group
Learman et al., [24]	USA	Randomized crossover clinical trial	N = 33 PLG: <i>n</i> = 16 SMA: <i>n</i> = 17	CLBP symptom remission	SMA 2 sessions	Placebo	Joint position sense; TTDPm; Direction on motion	No significant differences. Placebo showed improvement
Loss et al., [30]	Brazil	Randomized clinical trial	N = 24 CG: <i>n</i> = 12 SMA: <i>n</i> = 12	CLBP	SMA 1 session	Control	COP	No significant changes to COP
Mehyar et al., [26]	USA	Randomized clinical trial	N = 21 PLG: <i>n</i> = 11 SMO: <i>n</i> = 10	CLBP	SMO AP grade 3 1 session	Placebo	Multifidus contraction	Significant differences for contraction of the lumbar multifidus in favor of the SMO group
Sarker et al., [27]	India	Non-randomized clinical trial	N = 90 SMA + EA: <i>n</i> = 30 CSE + EA: <i>n</i> = 30 EX + EA: <i>n</i> = 30	CLBP	SMA CORE stabilization exercise	Exercise	COP	The SMA had a significant improvement in parameters when compared to the other groups

Table 1 (continued)

Author	Country	Study design	Sample characterization	Duration of symptoms	Procedure/ number of sessions	Comparator	Outcomes	Conclusion
Sharma et al., [28]	India	Randomized clinical trial	N = 35 ME + Ex: n = 12 SNAG + Ex: n = 12 Ex: n = 12	6 to 12 weeks pain	SNAG + ME 12 sessions in 4 weeks	Exercise	Trunk extensor strength	The ME group had the most significant improvement in strength, followed by the SNAG group, which was also significant
Sturion, [20]	Brazil	Crossover clinical trial	N = 10 SMA: n = 5 ME: n = 5	CLBP	SMA; ME 3 sessions	No control	COP; Multifidus electro-myography	Not significant

SMA spinal manipulation, *SMO* spinal mobilization, *AP* SMO antero-posterior spinal mobilization, *CSE* core stabilization exercises, *EA* ergonomic advice, *PLG* placebo, *CG* control group, *LSHA* low speed and high amplitude, *ME* muscle energy, *SNAG* sustained natural apophyseal glide, *Ex* Exercise, *COP* center of pressure, *COP AP* center of pressure antero-posterior, *COP ML*: center of pressure lateral median; *OSI*: overall stability index; *APSI*: anteroposterior stability index; *CLBP*: chronic low back pain; *MR*: myofascial release; *TTDPM* time to detect passive motion, *n/i* not informed

Spinal manipulation and its effects on trunk extensor muscle strength

Only two studies demonstrated a relationship trunk extensor muscle strength, both utilizing high-speed, low-amplitude techniques. Specifically, the variable observed was the maximum muscle contraction of the lumbar multifidus muscle [20, 25].

Keller and Colloca [25] found that SMA using the Activator Method led to a significant improvement in in lumbar multifidus muscle contraction. This study included both a control group and a placebo group, and the manipulation was shown to be superior to the other two groups. In contrast, Sturion [20] compared SMA with muscle-energy techniques and observed improvements in myoelectric signal, but the study did not include a control group for comparison.

Spinal mobilization and its effects on proprioception

The effect of SMO on proprioception was investigated in only one of the selected articles [29]. In this study, the authors employed mobilization using the SNAG (Sustained Natural Apophyseal Glide) technique, and significant improvements were observed favoring SNAG mobilization over placebo. The variables studied that showed a significant changes were the general stability index and the anteroposterior stability index. Therefore, based on these findings, it is suggested that proprioception in patients with CLBP may improve with SMO.

Spinal mobilization and its effects on trunk extensor muscle strength

Regarding trunk extensor strength data, two studies were identified [26, 28]. These studies measured variables such as maximum contraction of the lumbar multifidus and the extensor strength assessed using traction dynamometry.

Mehyar et al. [26] observed that grade 3 anteroposterior mobilization resulted in a positive response in terms of maximum voluntary contraction of the lumbar multifidus, which was superior to the placebo group. Sharma et al. [28] compared three groups: one receiving the SNAG technique plus physical exercise, another receiving muscle-energy technique plus exercise, and a third group receiving exercise alone. They found a significant difference favoring the mobilization group in terms of increased strength of the trunk extensors compared to the exercise-alone group. However, the muscle-energy group showed superior results compared to both the mobilization and exercise-only groups.

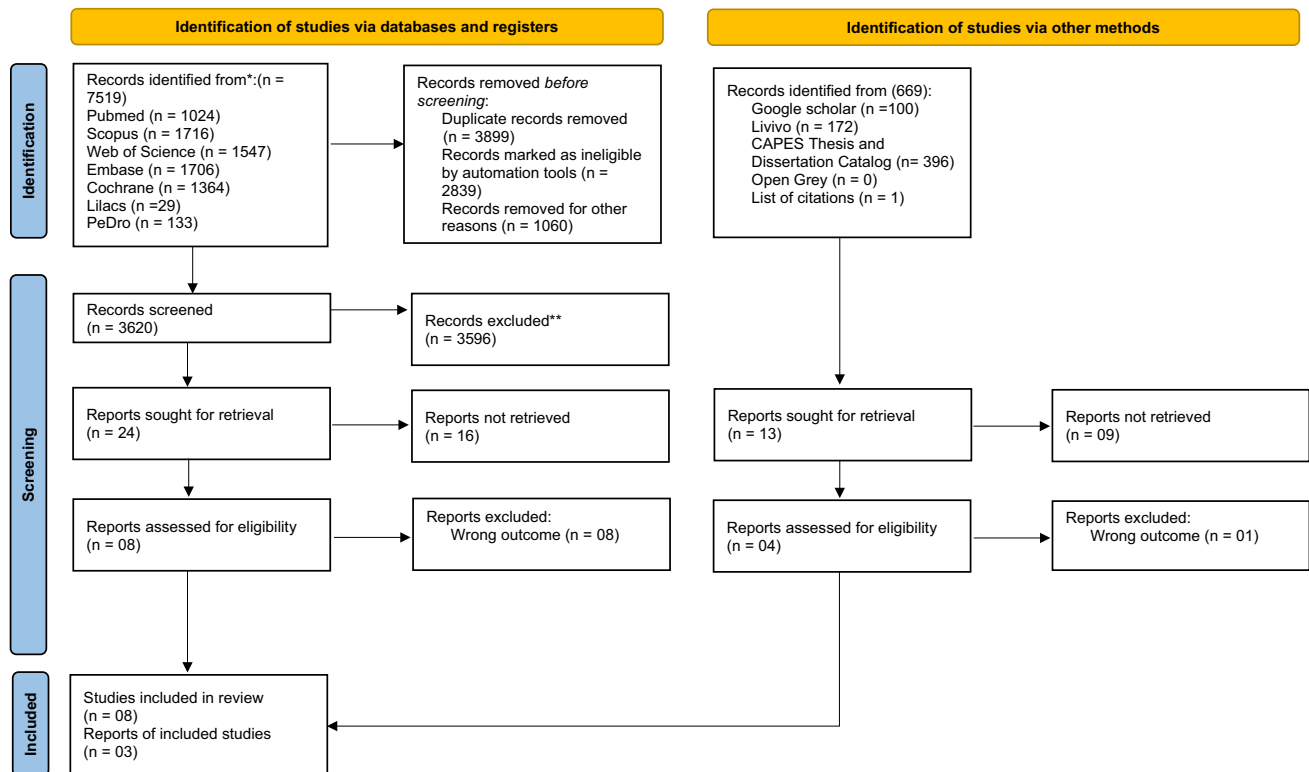


Fig. 1 PRISMA 2020 flow diagram for new systematic reviews which included searches of databases, registers, and other sources

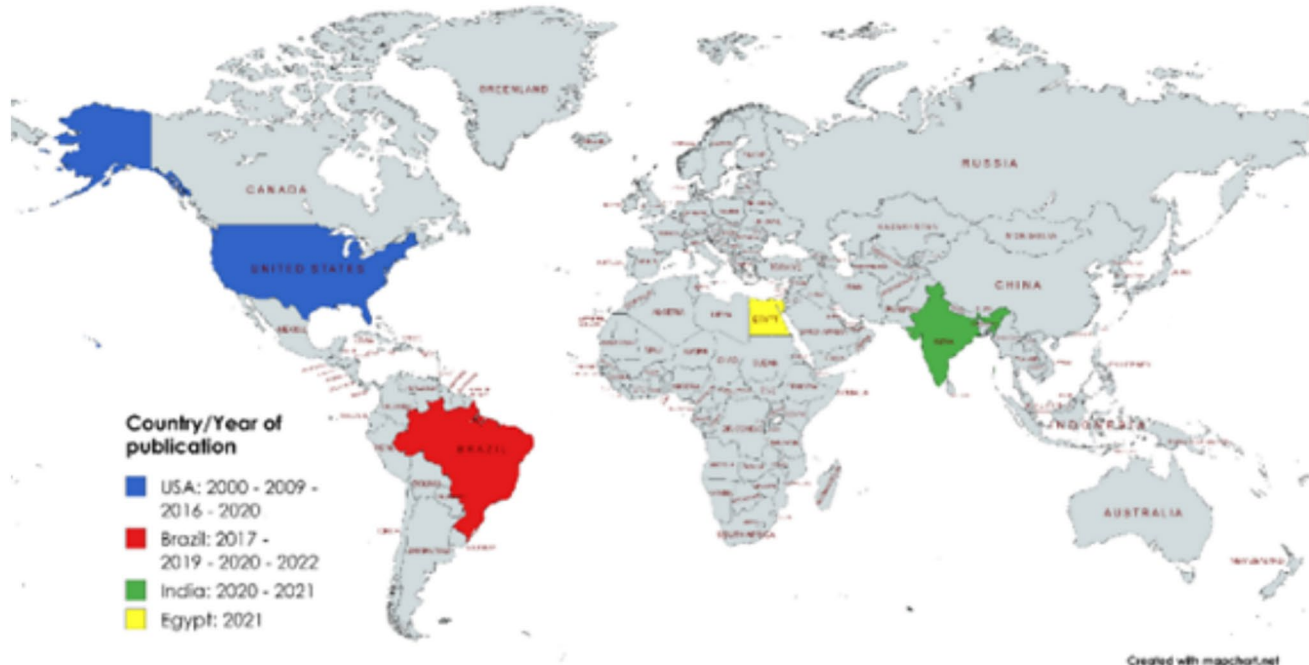


Fig. 2 Year of publication and number of studies per country

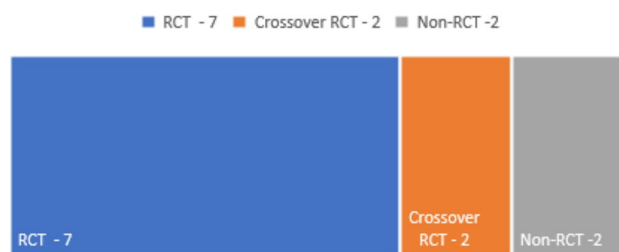


Fig. 3 Number of studies by study design

Discussion

This research is a secondary study that comprehensively analyzes the literature to establish the accumulated knowledge regarding two forms of manual therapy—joint manipulation and mobilization—on spinal extensor strength and proprioception in individuals with lumbago. A total of 11 studies, conducted in 4 different countries, were included, encompassing a total sample of 690 individuals.

It was noted that among the studies evaluating proprioception in lumbago sufferers undergoing SMA, those that included a control and placebo group did not demonstrate any improvement in this outcome. The significance of the placebo effect should be considered [32–34], highlighting the necessity of including such groups in clinical trials, despite the challenges posed by manual therapy practices.

Dysfunctional joints, particularly in cases of chronic low back pain and disc degeneration, often exhibit reduced proprioceptive responses including impaired postural adaptability [35, 36]. Therefore, interventions aimed at restoring joint function can potentially yield beneficial proprioceptive effects. For instance, Hussein et al. [29], demonstrated that joint mobilization effectively improved postural stability in individuals with CLBP. However, manipulation did not produce similar effects, particularly in studies with more robust designs, as mentioned above. Consideration should be given to the importance of trunk proprioception in daily activities, including the prevention of falls [9]. Reinforcing these findings, Ibraim et al. [37] reported that Maitland mobilization in individuals with CLBP led to improvements in lumbar proprioception, pain and disability. However, it was not included in this review because there was no mobilization-only group, but rather

an association with strengthening, stretching and stabilization exercises.

For muscle strength and activity, both manipulation and mobilization have demonstrated effectiveness. This can be attributed to several factors, including pain reduction leading to improved muscle activity, as well as enhanced neural drive facilitating the function of both spindle afferent and motor afferent fibers [26, 28–30, 38, 39]. While the explanations are not definitive, these findings suggest promising clinical implications, highlighting observable changes in muscle strength and activation. This can be an important factor in improving patients' quality of life [40]. The study by Ferreira et al. [41] although not included in the results of this review, because it analyzed muscles of the abdominal wall, also pointed to an improvement in the activity of the oblique muscles after SMA. Yang et al. [42] also point to an improvement in paravertebral strength after joint mobilization, but associated with joint stabilization exercises, therefore not included in the results of this study.

The decision to present the evidence as a scoping review was based on the significant methodological diversity among the primary studies, including substantial heterogeneity in participant characteristics and evaluation methods. Therefore, a systematic review was deemed inappropriate, as it could introduce bias. Instead, the suggestion is for future primary studies with robust designs and low risk of bias, focusing on similar outcomes. This approach would facilitate pooling of data for future systematic reviews and meta-analyses. Additionally, there is a need for future studies comparing both manipulation and mobilization techniques, including crossover designs, to investigate important outcomes such as proprioception.

Conclusion

In conclusion, manipulation did not yield a significant effect on proprioception in patients with CLBP, unlike joint mobilization. Regarding the action of the lumbar multifidus, both therapies demonstrated similar results, improving muscle activation and strength. However, due to the limited number of studies and their heterogeneous characteristics, further primary research is warranted to enable future systematic reviews and meta-analyses on this topic

Appendix

Appendix 1 Database search strategy

Databases	April/25/2023
PubMed	("Low Back Pain"[MeSH Terms] OR "Low Back Pain"[All Fields] OR "Low Back Pain"[Title/Abstract] OR "Low Back Pains"[All Fields] OR "Lumbago"[All Fields] OR "Lower Back Pain"[All Fields] OR "Lower Back Pains"[All Fields] OR "Low Back Ache"[All Fields] OR "Low Back Aches"[All Fields] OR "Low Backache"[All Fields] OR "Postural Low Back Pain"[All Fields] OR "Recurrent Low Back Pain"[All Fields] OR "Mechanical Low Back Pain"[All Fields]) AND ("manipulation, spinal"[MeSH Terms] OR "manipulation spinal"[All Fields] OR "manipulation spinal"[Title/Abstract] OR "Spinal Manipulation"[All Fields] OR "Lumbar Manipulation"[All Fields] OR "Cervical Manipulation"[All Fields] OR "Mobilization"[All Fields] OR "Spinal Mobilization"[All Fields])
Web of Science	("Low Back Pain" OR "Low Back Pains" OR Lumbago OR "Lower Back Pain" OR "Lower Back Pains" OR "Low Back Ache" OR "Low Back Aches" OR "Low Backache" OR "Low Backaches" OR "Postural Low Back Pain" OR "Recurrent Low Back Pain" OR "Mechanical Low Back Pain") (Tópico) AND ("Manipulation, Spinal" OR "Spinal Manipulation" OR "Lumbar Manipulation" OR "Cervical Manipulation" OR Mobilization OR "Spinal Mobilization") (Tópico)
Scopus	TITLE-ABS-KEY ("Manipulation, Spinal" OR "Spinal Manipulation" OR "Lumbar Manipulation" OR "Cervical Manipulation" OR "Mobilization" OR "Spinal Mobilization") AND TITLE-ABS-KEY ("Low Back Pain" OR "Low Back Pains" OR lumbago OR "Lower Back Pain" OR "Lower Back Pains" OR "Low Back Ache" OR "Low Back Aches" OR "Low Backache" OR "Low Backaches" OR "Postural Low Back Pain" OR "Recurrent Low Back Pain" OR "Mechanical Low Back Pain")
Embase	('manipulation, spinal'/exp OR 'manipulation, spinal' OR 'spinal manipulation'/exp OR 'spinal manipulation' OR 'lumbar manipulation' OR 'cervical manipulation' OR 'mobilization'/exp OR 'mobilization' OR 'spinal mobilization'/exp OR 'spinal mobilization') AND ('low back pain' OR 'low back pains' OR lumbago OR 'lower back pain' OR 'lower back pains' OR 'low back ache' OR 'low back aches' OR 'low backache' OR 'low backaches' OR 'postural low back pain' OR 'recurrent low back pain' OR 'mechanical low back pain')
Lilacs	((("Low Back Pain" OR "Low Back Pains" OR "Lumbago" OR "Lower Back Pain" OR "Lower Back Pains" OR "Low Back Ache" OR "Low Back Aches" OR "Low Backache" OR "Low Backaches" OR "Postural Low Back Pain" OR "Recurrent Low Back Pain" OR "Mechanical Low Back Pain" OR "Dor lombar" OR "Dolor de la Región Lumbar" OR Lombalgia OR Lumbago)) AND ((("Manipulation, Spinal" OR "Spinal Manipulation" OR "Lumbar Manipulation" OR "Cervical Manipulation" OR "Mobilization" OR "Spinal Mobilization" OR "Manipulação da Coluna" OR "Manipulação da Coluna Lombar" OR "Manipulación Espinal" OR "Manipulación Lumbar" OR "Mobilização da Coluna" OR "Mobilización Espinal"))
Cochrane	("Low Back Pain" OR "Low Back Pains" OR Lumbago OR "Lower Back Pain" OR "Lower Back Pains" OR "Low Back Ache" OR "Low Back Aches" OR "Low Backache" OR "Low Backaches" OR "Postural Low Back Pain" OR "Recurrent Low Back Pain" OR "Mechanical Low Back Pain") in Title Abstract Keyword AND ("Manipulation, Spinal" OR "Spinal Manipulation" OR "Lumbar Manipulation" OR "Cervical Manipulation" OR "Mobilization" OR "Spinal Mobilization") in Title Abstract Keyword—(Word variations have been searched)
PeDro	("Low Back Pain") AND ("Spinal Manipulation")
Google scholar	("Low Back Pain") AND ("Spinal Manipulation")
Open Grey	("Low Back Pain") AND ("Spinal Manipulation")
LIVIVO	((("Low Back Pain" OR "Low Back Pains" OR "Lumbago" OR "Lower Back Pain" OR "Lower Back Pains" OR "Low Back Ache" OR "Low Back Aches" OR "Low Backache" OR "Low Backaches" OR "Postural Low Back Pain" OR "Recurrent Low Back Pain" OR "Mechanical Low Back Pain" OR "Dor lombar" OR "Dolor de la Región Lumbar" OR Lombalgia OR Lumbago)) AND ((("Manipulation, Spinal" OR "Spinal Manipulation" OR "Lumbar Manipulation" OR "Cervical Manipulation" OR "Mobilization" OR "Spinal Mobilization" OR "Manipulação da Coluna" OR "Manipulação da Coluna Lombar" OR "Manipulación Espinal" OR "Manipulación Lumbar" OR "Mobilização da Coluna" OR "Mobilización Espinal"))
CAPES Thesis and Dissertation Catalog	PORTAL CAPES Via Cafe "Dor Lombar Crônica"
TOTAL	

Author Contribution HPR, NPA, MRB, DB, GRFB and ARC conceived the idea for the study. MRB, GRFB and ARC contributed to the design and planning of the research. HPR, NPA and MRB were involved in data collection. HPR, NPA, MRB, DB, GRFB and ARC analysed the data. HPR and NPA wrote the first draft of the manuscript. MRB coordinated funding for the project. MRB, DB, GRFB and ARC carried out a critical review of the manuscript. All authors edited and approved the final version of the manuscript.

Funding None

Data Availability No datasets were generated or analysed during the current study.

Declarations

Conflict of interest The authors declare no competing interests.

Ethical approval and informed consent According to Article 1 of Resolution 510/2016 of the Brazilian National Health Council, research carried out exclusively with scientific texts to review the scientific literature does not require analysis by an ethics committee, as it does not include the collection of new primary data with the direct participation of individuals.

References

1. Ferreira ML, De Luca K, Haile LM, Steinmetz JD, Culbreth GT, Cross M et al (2023) Global, regional, and national burden of low back pain, 1990–2020, its attributable risk factors, and projections to 2050: a systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet Rheumatol* 5:e316–e329
2. Delitto A, George SZ, Van Dillen LR, Whitman JM, Sowa G, Shekelle P et al (2012) Low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 42:A1–57
3. Fatoye F, Gebrye T, Odeyemi I (2019) Real-world incidence and prevalence of low back pain using routinely collected data. *Rheumatol Int* 39:619–626
4. Hoy D, Brooks P, Blyth F, Buchbinder R (2010) The epidemiology of low back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 24:769–781
5. Hartvigsen J, Hancock MJ, Kongsted A, Louw Q, Ferreira ML, Genevay S et al (2018) What low back pain is and why we need to pay attention. *Lancet* 391:2356–2367
6. Tong MH, Mousavi SJ, Kiers H, Ferreira P, Refshauge K, van Dieën J (2017) Is there a relationship between lumbar proprioception and low back pain? A systematic review with meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 98:120–136
7. Goubert D, De Pauw R, Meeus M, Willems T, Cagnie B, Schouppe S et al (2017) Lumbar muscle structure and function in chronic versus recurrent low back pain: a cross-sectional study. *Spine Journal* 17:1285–1296
8. Goubert D, Van OJ, Meeus M, Danneels L (2016) Structural changes of lumbar muscles in non-specific low back pain: A systematic review. *Pain Physician* 19:E985–1000
9. Ferlinc A, Fabiani E, Velnar T, Gradisnik L (2019) The importance and role of proprioception in the elderly: a short review. *Mater Sociomed* 31:219–221
10. Knezevic NN, Candido KD, Vlaeyen JWS, Van Zundert J, Cohen SP (2021) Low back pain. *The Lancet* 398:78–92
11. Leemans L, Elma Ö, Nijs J, Wideman TH, Siffain C, den Bandt H et al (2021) Transcutaneous electrical nerve stimulation and heat to reduce pain in a chronic low back pain population: a randomized controlled clinical trial. *Braz J Phys Ther* 25:86–96
12. Ozkaraoglu DK, Tarakci D, Algun ZC (2020) Comparison of two different electrotherapy methods in low back pain treatment. *J Back Musculoskelet Rehabil* 33:193–199
13. Ebadi S, Henschke N, Forogh B, Nakhostin Ansari N, van Tulder MW, Babaei-Ghazani A et al (2020) Therapeutic ultrasound for chronic low back pain. *Cochrane Database Syst Rev*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009169.pub3>
14. Comachio J, Oliveira CC, Silva IFR, Magalhães MO, Marques AP (2020) Effectiveness of manual and electrical acupuncture for chronic non-specific low back pain: a randomized controlled trial. *J Acupunct Meridian Stud* 13:87–93
15. Puentedura EJ, Landers MR, Hurt K, Meissner M, Mills J, Young D (2011) Immediate effects of lumbar spine manipulation on the resting and contraction thickness of transversus abdominis in asymptomatic individuals. *J Orthop Sports Phys Ther* 41:13–21
16. Wirth B, Gassner A, De Bruin ED, Axén I, Swanenburg J, Humphreys BK et al (2019) Neurophysiological effects of high velocity and low amplitude spinal manipulation in symptomatic and asymptomatic humans: a systematic literature review. *Spine*. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000003013>
17. Thomas JS, Clark BC, Russ DW, France CR, Ploutz-Snyder R, Corcos DM (2020) Effect of spinal manipulative and mobilization therapies in young adults with mild to moderate chronic low back pain. *JAMA Netw Open* 3:e2012589
18. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD et al (2021) The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *The BMJ* 372:71
19. Fagundes Loss J, De Souza Da Silva L, Ferreira Miranda I, Groisman S, Santiago Wagner Neto E, Souza C, et al. Immediate effects of a lumbar spine manipulation on pain sensitivity and postural control in individuals with nonspecific low back pain: A randomized controlled trial. *Chiropr Man Therap*. 2020;28.
20. Sturion LA. Comparação entre duas técnicas de tratamento manipulativo osteopático nos sintomas clínicos e na ativação neuromuscular do tronco em pacientes com dor lombar crônica: Ensaio clínico randomizado cruzado [Dissertação]. [Londrina]: Universidade Estadual de Londrina / Universidade Norte do Paraná; 2017.
21. Angeli TB. Comparação dos efeitos de dois programas de terapia manual na dor e funcionalidade de indivíduos com dor [Internet] [Dissertação]. [Brasília]: Universidade de Brasília; 2019 [cited 2023 Oct 4]. Available from: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/35670>
22. Freitas JP. Efeitos imediatos da manipulação vertebral na sensibilidade dolorosa e estabilidade postural de indivíduos com dor lombar crônica inespecífica: Ensaio clínico randomizado placebo controlado [Thesis]. [Rio de Janeiro]: Centro Universitário Augusto Motta; 2022.
23. Goertz CM, Xia T, Long CR, Vining RD, Pohlman KA, DeVocht JW et al (2016) Effects of spinal manipulation on sensorimotor function in low back pain patients—a randomised controlled trial. *Man Ther* 21:183–190
24. Learman KE, Myers JB, Lephart SM, Sell TC, Kerns GJ, Cook CE (2009) Effects of spinal manipulation on trunk proprioception in subjects with chronic low back pain during symptom remission. *J Manipulative Physiol Ther* 32:118–126
25. Keller TS, Colloca CJ (2000) Mechanical force spinal manipulation increases trunk muscle strength assessed by electromyography: a comparative clinical trial. *J Manipulative Physiol Ther* 23:585–595
26. Mehryar F, Santos M, Wilson SE, Staggs VS, Sharma NK. Effect of grade III lumbar mobilization on back muscles in chronic

- low back pain. A randomized controlled trial. *J Allied Health*. 2020;49:20–8.
27. Sarker K, Sethi J, Mohanty U (2020) Comparative clinical effects of spinal manipulation, core stability exercise, and supervised exercise on pain intensity, segmental instability, and health-related quality of life among patients with chronic nonspecific low back pain: a randomized control trial. *J Nat Sci Biol Med* 11:27–34
 28. Sharma S, Akmal S, Sharma S (2021) Comparison of two manual therapy approaches combined with exercise on pain, strength and electromyographic muscle activity in athletes with subacute mechanical low back pain. *Sport Sci Health* 17:919–929
 29. Hussein HM, Morsi AA, Abdelraoof NA (2021) The immediate effect of sustained natural apophyseal glide on postural stability and pain in individuals presenting with flexion-dominant chronic low back pain: a randomized single-blinded placebo-controlled trial. *J Back Musculoskelet Rehabil* 34:1079–1086
 30. Loss JF, Da SLDS, Miranda IF, Groisman S, Wagner Neto ES, Souza C et al (2020) Immediate effects of a lumbar spine manipulation on pain sensitivity and postural control in individuals with nonspecific low back pain: A randomized controlled trial. *Chiropr Man Therap* 28:25
 31. Ruhe A, Fejer R, Walker B (2012) Pain relief is associated with decreasing postural sway in patients with non-specific low back pain. *BMC Musculoskelet Disord* 13:39
 32. Harris I (2021) When the placebo effect is not an effect. *Acta Orthop* 92:501–502
 33. Požgain I, Požgain Z, Degmečić D (2014) Placebo and nocebo effect: a mini-review. *Psychiatr Danub* 26:100
 34. Girach A, Aamir A, Zis P (2019) The neurobiology under the placebo effect. *Drugs Today* 55:469–476
 35. Sipko T, Kuczyński M (2013) Intensity of chronic pain modifies postural control in low back patients. *Eur Pain (United Kingdom)* 17:612–620
 36. Deane JA, Lim AKP, McGregor AH, Strutton PH (2021) Understanding the impact of lumbar disc degeneration and chronic low back pain: a cross-sectional electromyographic analysis of postural strategy during predicted and unpredicted postural perturbations. *PLoS ONE* 16:e0249308
 37. Ibrahim AM, Elkeblawy MM, Howeidy MS, Elkeblawy MM, Grase MO, Aneis YM (2023) Effect of Maitland mobilization on lumbar proprioception, pain, and disability in patients with chronic nonspecific low back pain. *Physiother Quart* 31:87–92
 38. Hlaing SS, Puntumetakul R, Khine EE, Boucaut R (2021) Effects of core stabilization exercise and strengthening exercise on proprioception, balance, muscle thickness and pain related outcomes in patients with subacute nonspecific low back pain: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* 22:998
 39. Hassan BS, Doherty SA, Mockett S, Doherty M (2002) Effect of pain reduction on postural sway, proprioception, and quadriceps strength in subjects with knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 61:422–428
 40. Abdelhalim NM, Radwan NL, Ibrahim MM, Samhan AF (2022) The efficacy of isokinetic strength training versus core stability training on the trunk muscle strength and quality of life after surgical repair of incisional hernia in adolescents. *Turk J Phys Med Rehabil* 68:501–508
 41. Ferreira ML, Ferreira PH, Hodges PW (2007) Changes in postural activity of the trunk muscles following spinal manipulative therapy. *Man Ther* 12:240–248
 42. Yang S-R, Kim K, Park S-J (2015) The effect of thoracic spine mobilization and stabilization exercise on the muscular strength and flexibility of the trunk of chronic low back pain patients. *J Phys Ther Sci* 27:3851–3854

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Springer Nature or its licensor (e.g. a society or other partner) holds exclusive rights to this article under a publishing agreement with the author(s) or other rightsholder(s); author self-archiving of the accepted manuscript version of this article is solely governed by the terms of such publishing agreement and applicable law.

DIFFERENCES IN NEUROPHYSIOLOGICAL AND NEUROMUSCULAR OUTCOMES BETWEEN STRATA OF POOR PROGNOSIS FOR CHRONIC LOW BACK PAIN: A CROSS-SECTIONAL OBSERVATIONAL STUDY

Henrique Prado Rodrigues^a, Murilo Rafael Gonçalves Moreira^a, Iully Tiyoko Rebelatto Suguiura^a, Alberito Rodrigo de Carvalho^a

^aBiosciences and Health Postgraduate Program - State University of Western Paraná (UNIOESTE) – Cascavel - Paraná – Brazil

Corresponding author

Alberito Rodrigo de Carvalho.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5520-441X>

Western Paraná State University (Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE). Rua Universitária, 1619, CEP: 85819-110, Cascavel-PR, Brazil

E-mail: alberitorodrigo@gmail.com

CRedit authorship contribution statement

Henrique Prado Rodrigues: Conceptualization, Methodology, Formal analysis, Investigation, Writing – original draft.

Murilo Rafael Gonçalves Moreira: Methodology, Formal analysis, Investigation.

Iully Tiyoko Rebelatto Suguiura: Methodology, Formal analysis, Investigation.

Alberito Rodrigo de Carvalho: Conceptualization, Methodology, Resources, Writing – review & editing, Supervision.

ABSTRACT

Introduction: The aetiology of chronic low back pain (CLBP) is biopsychosocial. However, little is known about the impact of psychosocial factors on objectively measured biological outcomes. **Objective:** To compare neurophysiological and neuromuscular outcomes between different risk strata for poor pain prognosis in patients with CLBP. **Methods:** Volunteers with CLBP were classified according to risk strata of poor prognosis for pain into low, intermediate and high risk groups. Outcomes assessed were neurophysiological measures of heart rate variability (HRV) using a qualified heart rate monitor. Neuromuscular parameters, including force development rate (100 ms and 200 ms), maximum isometric force, and proprioception accuracy, were measured using a portable traction dynamometer. Inferential statistical analyses were performed in relation to their respective effect sizes (metric expressing clinical effect). **Results:** Forty-two volunteers (29 females, 13 males) participated in this study. Despite the lack of statistical differences, the effect sizes were predominantly moderate, especially in the comparisons between the low and high risk strata, indicating that the high risk volunteers had dysautonomia, worse muscle performance in maximum isometric strength and proprioceptive accuracy. **Conclusion:** Our results suggest that clinically, based on effect-size metrics, the greater the risk of poor prognosis for pain, the more evident the dysautonomia and damage to muscle strength and proprioceptive accuracy.

Keywords: Low back pain, Heart rate variability, stratification, Start Back Screening Tool.

INTRODUCTION

Chronic low back pain (CLBP) is a highly prevalent pain syndrome affecting mainly those of working age, causing functional, social and financial losses. The persistence of pain for a period of more than 12 weeks points to changes in pain processing in the central nervous system (CNS), also affecting the descending pain modulation system [1–3].

It is known that CLBP is not only influenced by nociception, but is an integration of both physiological and psychosocial information. Psychosocial factors appear to play an important role in central sensitization and pain chronification, including those that occur in CLBP [4,5].

The influence of psychosocial factors on CLBP can be explained by the anatomical relationship between areas responsible for processing emotions, such as the insula, anterior cingulate cortex and amygdala, with the pain matrix, integrated by various areas of the bulb, pons and midbrain. The areas involved in the pain matrix, such as the hypothalamus, the nucleus of the solitary tract, the parabrachial nucleus, the periaqueductal gray matter, the ventrolateral medulla and the raphe nucleus, are also responsible for generating responses from the autonomic nervous system (ANS) to afferent stimuli received by the CNS [6,7].

The ANS responses elicited by the pain matrix can be assessed using heart rate variability (HRV) and aim to evaluate cardiac autonomic control. There are reports that patients with CLBP have decreased HRV when compared to people without pain, indicating that the sympathetic ANS (SNAS) of patients with CLBP is more active. Corroborating the influence of psychosocial factors on pain, people with depression or anxiety show the same decrease in HRV parameters as patients with CLBP [8–12].

Hill and colleagues [13], who conducted a treatment for CLBP with subjects stratified according to the degree of influence of psychosocial factors on pain, obtained significantly better results in the stratified subjects compared with the unstratified subjects.

The question to be answered is whether the stratification of patients with CLBP, based on the risk of poor prognosis for pain, shows differences in neuromuscular and neurophysiological outcomes between the strata that may suggest the need for individualized and differentiated approaches between the

strata. Therefore, the aim of this study was to compare neurophysiological and neuromuscular outcomes between different risk strata of poor prognosis for pain in those with CLBP.

The study hypothesis predicted that the influence of psychosocial factors, implicit in the risk of poor prognosis for pain, would negatively impact neurophysiological and neuromuscular outcomes in volunteers with CLBP.

METHODS

Study design and ethics

This was an observational, cross-sectional study aimed at assessing the differences between the risk strata of poor prognosis for CLBP. The samples were collected on the premises of a physical rehabilitation center belonging to a public higher education institution. The project was approved by an institutional human research ethics committee under opinion number 6.513.986. Collections took place between May 2024 and February 2025.

Allocation of volunteers in the risk strata of poor prognosis for pain

The volunteers were recruited through the waiting list of the physical rehabilitation center and also through advertisements on social networks.

Each volunteer was initially screened for eligibility. During this screening, the volunteers were stratified according to the risk of poor prognosis for pain using the Start Back Screening Tool (SBST) and allocated into strata according to the risk of poor prognosis obtained (low risk, medium risk and high risk). The SBST questionnaire consists of 9 questions, the first 3 of which are physical. Questions 5 to 9 are psychosocial. For each question, the volunteer could answer with agree or disagree, except for question 9 where the answer could be not at all, a little, moderately, a lot and extremely. For questions 1 to 8, 1 point was awarded for each agree answer and no points for each disagree answer. For question 9, no points were awarded for the answers nothing, little and moderate and one point for the answers very and extremely [14].

When the number of points was less than or equal to 3, the volunteers were classified as having a low risk of developing a poor prognosis for pain. For scores greater than 3, questions 4 to 9 were analyzed separately. If the score on these questions was less than or equal to 3, the volunteers were classified as

having a medium risk of developing a poor prognosis. If the score was between 4 and 6 points, the volunteers were allocated to the high-risk stratum for developing a poor prognosis.

Inclusion/exclusion criteria

The study included volunteers who had complained of low back pain for at least 3 months, had pain with mechanical characteristics and were aged between 18 and 59. Pain with mechanical characteristics was characterized by pain that was causally related to movement. Volunteers who had already undergone back surgery and women who were pregnant were excluded.

Study variables

Sample characterization variables

The variables used to characterize the sample were age, body mass, height, length of time since the onset of pain (pain time), average pain intensity over the last 4 weeks (average pain intensity), pain intensity at the time of screening (momentary pain intensity) and scores relating to fear of movement (kinesiophobia).

Anthropometric data and data relating to the course of pain were recorded on a standardized evaluation form. Kinesiophobia was assessed using the Kinesiophobia Lid Scale questionnaire [15], which aims to analyze the level of movement avoidance. In this questionnaire, a minimum of 17 points and a maximum of 68 points can be obtained and the higher the score, the higher the level of kinesiophobia. The average pain perceived by the patient in the last week was also collected using the visual analog scale.

Outcomes

Neurophysiological outcomes were quantified by HRV parameters, while neuromuscular outcomes were quantified by aspects of muscle function.

Neurophysiological outcomes

The HRV parameters assessed were in the time and frequency domains. In the time domain, the standard deviation of normalized RR intervals (SDNN), the square root of the standard deviation of the differences of consecutive RR

intervals (RMSSD) and the percentage of consecutive beats with a variation greater than 50 milliseconds (PNN50) were analyzed. For the frequency domain, we analyzed the low frequency component (LF), which is more influenced by the sympathetic ANS, the high frequency component (HF), which expresses the participation of the parasympathetic ANS, and the ratio between these two measures (LF/HF), which expresses the balance between the two.

HRV parameters were collected using a Polar model H10 cardiofrequency meter connected to the Elite HRV mobile application. The data was collected with the volunteer at rest, in the supine position, and lasted 10 minutes. The collection took place in an environment with controlled temperature and lighting, and a low noise level. The positioning for HRV collection is shown in figure 1.

INSERT HERE FIGURE 1

Figure1. Illustration of the method for the measurement of heart rate variability.

Neuromuscular outcomes

The neuromuscular variables were rate of development of the force at 100 and 200 milliseconds (RDF100 and RDF200), maximum isometric force (MIF) and proprioceptive acuity.

The tests were carried out using a Dinabang portable traction dynamometer (Movi, Montevideo-Uruguay). Attached to the dynamometer was an inertial sensor and a digital interface in the form of a Dinabang smartphone app, compatible with Android and iOS operating systems, which captured the force sensor recordings and transmitted the information to the app via Bluetooth technology (200 Hz sampling frequency). All the information sent to the app was stored in the volunteer's record with identification of the day and time of the recording. The force data in the app appears in the unit of Newton (N).

To assess muscle strength (RDF100, RDF200 and MIF), the volunteers were placed in the prone position on a Physio Lab stretcher. The volunteers were positioned on a polymeric support made of ethylene vinyl acetate so that they avoided hyperextension of the trunk when performing the extension, leaving the trunk in a neutral position when performing the tests. In addition, 3 non-elastic straps were used around the hips, knees and ankles to prevent compensatory movements of the lower limbs.

The dynamometer was coupled to an inextensible and adjustable chest strap to measure the strength of the trunk extensors. The positioning for the test is shown in figure 2.

INSERT HERE FIGURE 2

Figure 2. Illustration of the method for the measurement of neuromuscular performance, rate of force development at 100 and 200 milliseconds and maximum isometric force.

For the RDF100 and RDF200 measurements, the volunteers were instructed to perform a slow extension up to the 1 kgf mark and hold it for about 2 seconds. When this mark was reached, the assessor gave a “go” command to perform the trunk extension quickly. The volunteers were instructed beforehand to perform the extension as quickly as possible, regardless of the final force, only the speed of the force. Three attempts were made with a 20-second interval between each attempt, and the values adopted were those of the best attempt.

For the MIF, the volunteers were instructed to perform as much force as possible, regardless of the speed of execution, sustaining the force for 5 seconds. Three attempts were made with a 90-second interval between attempts and the best value obtained from the three repetitions was taken.

Proprioceptive accuracy was assessed using the active angle reproduction test. In this test, the participant reproduced a target position of 20 degrees of trunk flexion while blindfolded. The Dinabang inertial sensor was used for angular measurements. The sensor was positioned in the anterior region of the chest, at the level of the axillary line, and secured with an elastic band.

The volunteer was seated with their feet flat on the floor and the assessor instructed them to flex their trunk to the target position. The target position was initially guided by the assessor both by verbal command and by tactile stimuli, and a few repetitions were allowed for familiarization in order to learn the target position. On valid trials, from a hip angle of 90°, the volunteer was instructed to actively reproduce the target position (Figure 3). Each volunteer had 3 attempts to reproduce the proposed target angle [16].

INSERT HERE FIGURE 3

Figure 3. Illustration of the method for the measurement of proprioceptive accuracy.

Data processing

Neurophysiological outcomes

The data with the recorded RR intervals was then transferred to the scientific version of the Kubios HRV software. In the Kubios software, only the last 5 minutes of each collection were analyzed [17].

Neuromuscular outcomes

After the tests were completed, the data was processed separately. The RDF100, RDF200 and MIF were expressed in newtons (N). Proprioceptive acuity was expressed in degrees (°).

To analyze the TDF100 and TDF200, the force curve was visually inspected. Only curves with a well-defined baseline and peak force were considered, and those that did not allow for an adequate assessment were excluded. The data was transferred to Microsoft Excel, where the graph of the force curve was analyzed to visually determine the starting point of the measurement. Figure 4 shows examples of appropriate and inappropriate curves, as well as the definition of the starting point for the analysis.

INSERT HERE FIGURE 4.

Figure 4: Examples of appropriate and inappropriate curves of the rate of development of the force.

For the MIF, the data was taken directly from the volunteer's record in the Dinabang application.

Proprioceptive acuity was calculated by the difference, in absolute values, between the angle executed by the participant and the angle proposed by the target position.

Statistical analysis

Statistical analyses were carried out using the free software Jamovi version 2.4.11. An alpha of 0.05 was adopted. For comparisons relating to the

sample's characterization data, the statistical test used was the generalized linear model (GzLM), due to its cross-sectional nature, which is based on maximum likelihood and uses the Wald chi-square test (Wald χ^2) to identify the effect of the variable in the generalized linear model. The factor considered in relation to the sample's characterization data was the stratum of risk of poor prognosis for pain (BR; MR; AR).

For the statistical test, the best fit of the data was tested using two distribution models: Linear and Gamma. The model with the lowest Akaike Information Criterion (AIC) value was chosen as the model with the best fit. The link function adopted was the identity link. The Least Significant Difference (LSD) test was used as a post-hoc test.

We also added the effect size (ES) to the inferential analysis. The ES chosen was Hedges'g. The ES was interpreted using the following criteria: null (<0.10); very small (0.10 to 0.19); moderate (0.20 to 0.79); large (0.80 to 1.19); very large (1.20 to 1.99); huge (> 2.0). The higher the ES, the greater the clinical relevance of the difference between the means of the comparison pair [18,19]

RESULTS

The course of the volunteers in the study, from recruitment to stratification, can be seen in the flowchart shown in figure 5.

INSERT HERE FIGURE 5

Figure 5: Flowchart of the route taken by the volunteers from recruitment to stratification in terms of risk of poor prognosis for pain.

The AIC values indicating the best model fits are shown in the supplementary data.

The descriptive and inferential statistics for the variables characterizing the sample can be seen in table 1. There were statistically significant differences for age, body mass, duration of pain and kinesiophobia. With regard to age, body mass and pain time, the LR stratum was different from the HR stratum, while the MR stratum was not statistically different when compared to both LR and HR. As for kinesiophobia, all the risk strata were statistically different.

INSERT HERE TABLE 1

No statistical differences were found for the neurophysiological or neuromuscular outcomes. The descriptive and inferential statistics can be seen in Table 2, while the effect sizes for the comparison pairs can be seen in Table 3.

INSERT HERE TABLE 2

INSERT HERE TABLE 3

DISCUSSION

The study's hypothesis that strata could negatively impact neurophysiological and neuromuscular outcomes in volunteers with DLC was not confirmed by inferential statistics related to outcomes of interest. Despite the absence of statistical differences, the ESs indicated that, especially between the HR and the LR, the impact on all outcomes, except the RDF200, were moderate. The ESs also indicated that the main clinical differences between LR and MR seem to be concentrated in neurophysiological outcomes; while there are few differences between MR and HR, indicating that the behavior of these strata is more similar to each other.

The statistical differences for some variables characterizing the sample are noteworthy. Age is a risk factor for low back pain, and the incidence of CLBP increases with age until around 60 years and then begins to decline gradually. It is also known that with increasing age, HRV is expected to show a decrease in its parameters such as SDNN, RMSSD, and an increase in the LF/HF ratio [1,5,12].

A subsequent analysis of the data pertaining to age revealed that volunteers categorized as HR exhibited a higher mean age when compared to the LR group; conversely, volunteers classified as MR did not demonstrate statistical differences in age when contrasted with the LR or HR groups. This finding lends further credence to the notion that age serves as a risk factor, not only for the development of CLBP but also for its progression.

There were also statistical differences in the body mass of the volunteers allocated to the HR stratum compared to those in the LR stratum. There is evidence that an increased body mass index, together with an increased waist-

to-hip ratio and body fat percentage are predictors of increased ANS activity [5,20].

Considering that the HR volunteers had increased body mass, it could be speculated that overweight and a high risk of poor prognosis for pain may act in association in maintaining the dysfunctional condition in those with CLBP.

It is recognized that the hypothalamus is responsible for physiological responses to stress and inflammation, through the hypothalamic-pituitary-adrenal axis. Thus, the impairment of this axis by psychosocial factors may be, in part, the cause of the experience of pain [21]. The aforementioned arguments are in accordance with the findings of this study, which demonstrated that volunteers with a lower contribution from psychosocial factors exhibited a lower degree of dysautonomous symptoms compared to those with a higher contribution from psychosocial factors.

As for neurophysiological outcomes, based on the ESs found, it is speculated that volunteers classified as HR, and therefore with a greater psychosocial influence, are more exposed to risk factors that impact HRV.

Hautala and colleagues distinguished volunteers with acute low back pain from asymptomatic volunteers using HRV; however, they were unable to correlate pain levels with differences in HRV. From the findings of the present study, it can be speculated that changes in HRV parameters may occur due to the painful experience and, although psychosocial factors affect pain processing, they are not solely responsible for the changes found in HRV in volunteers with CLBP [9].

In a manner analogous to the neurophysiological outcomes, the neuromuscular outcomes exhibited no statistical disparities; however, ESs indicated a clinical effect. With the exception of RDF200, where the ESs ranged from null to very small in all comparison pairs, the ESs were not important. The most prevalent affected outcome was proprioceptive accuracy, followed by MIF and RDF100.

There are findings that indicate that people with CLBP have a series of neuromuscular impairments such as lower proprioceptive accuracy, incoordination of the abdominal muscles and fatty infiltration in the trunk extensor muscles, which could cause differences between risk strata, but this hypothesis has not been confirmed and these changes may be related to the presence of pain [16,22,23].

Despite the clinical evidence indicating HR's inferiority to LR, subjects with HR exhibited a higher RDF100 compared to LR, according to the risk of ESs. This observation suggests the potential involvement of hypervigilance, a prevalent phenomenon observed in individuals experiencing CLBP. This heightened state of awareness has been shown to result in increased activation of the phasic muscles of the trunk (Van Dieën et al., 2019; Van Dieën; Flor; Hodges, 2017), which could in turn enhance the individual's capacity to generate power.

The main limitation of this study was that it did not include a healthy group so that it would be possible to contrast the phenomena between healthy and lumbago sufferers. A study that looked at the effect of the risk of poor prognosis for pain in those with CLBP on locomotor outcomes found significant differences and large ESs between healthy and lumbago patients; but no differences were found between the risk strata, which also had lower ESs [24]. It is possible that, observing the differences between the strata, due to lower ES, requires a larger sample size.

Our results suggest that clinically, based on effect-size metrics, the greater the risk of poor prognosis for pain, the more evident the dysautonomia and damage to muscle strength and proprioceptive accuracy.

REFERENCES

- [1] Knezevic NN, Candido KD, Vlaeyen JWS, Van Zundert J, Cohen SP. Low back pain. *The Lancet* 2021;398:78–92. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00733-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00733-9).
- [2] Ploner M, Sorg C, Gross J. Brain Rhythms of Pain. *Trends Cogn Sci* 2017;21:100–10. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2016.12.001>.
- [3] Södervall J, Karppinen J, Puolitaival J, Kyllönen E, Kiviniemi AM, Tulppo MP, et al. Heart rate variability in sciatica patients referred to spine surgery: a case control study. *BMC Musculoskelet Disord* 2013;14:149. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-14-149>.
- [4] Garland EL. Pain Processing in the Human Nervous System. A Selective Review of Nociceptive and Biobehavioral Pathways. *Primary Care - Clinics in Office Practice* 2012;39:561–71. <https://doi.org/10.1016/j.pop.2012.06.013>.
- [5] Hoy D, Brooks P, Blyth F, Buchbinder R. The Epidemiology of low back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2010;24:769–81. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2010.10.002>.
- [6] Benarroch EE. Pain-autonomic interactions. *Neurological Sciences* 2006;27:130–6. <https://doi.org/10.1007/s10072-006-0587-x>.

- [7] Cortelli P, Giannini G, Favoni V, Cevoli S, Pierangeli G. Nociception and autonomic nervous system. *Neurological Sciences* 2013;34:41–6. <https://doi.org/10.1007/s10072-013-1391-z>.
- [8] El-Badawy MA, El Mikkawy DME. Sympathetic dysfunction in patients with chronic low back pain and failed back surgery syndrome. *Clinical Journal of Pain* 2016;32:226–31. <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000250>.
- [9] Hautala AJ, Karppinen J, Seppanen T. Short-term assessment of autonomic nervous system as a potential tool to quantify pain experience. 2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), IEEE; 2016, p. 2684–7. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2016.7591283>.
- [10] Hu MX, Milaneschi Y, Lamers F, Nolte IM, Snieder H, Dolan C V., et al. The association of depression and anxiety with cardiac autonomic activity: The role of confounding effects of antidepressants. *Depress Anxiety* 2019;36:1163–72. <https://doi.org/10.1002/da.22966>.
- [11] Rubinstein SM, De Zoete A, Van Middelkoop M, Assendelft WJJ, De Boer MR, Van Tulder MW. Benefits and harms of spinal manipulative therapy for the treatment of chronic low back pain: Systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ (Online)* 2019;364. <https://doi.org/10.1136/bmj.l689>.
- [12] Vanderlei LCM, Pastre CM, Hoshi RA, Dias De Carvalho T, Fernandes De Godoy M. Basic notions of heart rate variability and its clinical applicability. vol. 24. 2009.
- [13] Hill JC, Whitehurst DGT, Lewis M, Bryan S, Dunn KM, Foster NE, et al. Comparison of stratified primary care management for low back pain with current best practice (STarT Back): a randomised controlled trial. *Lancet* 2011;378:1560–71. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60937-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60937-9).
- [14] 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;18:453–61. <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0028>.
- [15] Siqueira FB, Teixeira-Salmela LF, Magalhães L de C. Análise das propriedades psicométricas da versão brasileira da escala tampa de cinesiofobia. . *Acta Ortop Bras* 2007;15:19–24.
- [16] Tong MH, Mousavi SJ, Kiers H, Ferreira P, Refshauge K, van Dieën J. Is There a Relationship Between Lumbar Proprioception and Low Back Pain? A Systematic Review With Meta-Analysis. *Arch Phys Med Rehabil*, vol. 98, W.B. Saunders; 2017, p. 120-136.e2. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2016.05.016>.
- [17] Damoun N, Amekran Y, Taiek N, El Hangouche AJ. Heart rate variability measurement and influencing factors: Towards the standardization of methodology. *Glob Cardiol Sci Pract* 2024;2024. <https://doi.org/10.21542/gcsp.2024.35>.
- [18] Lakens D. Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. *Front Psychol* 2013;4. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00863>.

- [19] Sawilowsky SS. New Effect Size Rules of Thumb. *Journal of Modern Applied Statistical Methods* 2009;8:597–9. <https://doi.org/10.22237/jmasm/1257035100>.
- [20] Surana Gandhi N, Sorte SR, Chatur DK, Rathod SB. Anthropometric Predictors of Heart Rate Variability in Overweight Individuals: A Comparative Study. *Cureus* 2024. <https://doi.org/10.7759/cureus.69434>.
- [21] Bonaz B, Sinniger V, Pellissier S. Anti-inflammatory properties of the vagus nerve: potential therapeutic implications of vagus nerve stimulation. *J Physiol* 2016;594:5781–90. <https://doi.org/10.1113/JP271539>.
- [22] Goubert D, Oosterwijck J Van, Meeus M, Danneels L. Systematic Review Structural Changes of Lumbar Muscles in Non-Specific Low Back Pain. *Pain Physician* 2016;19:985–1000.
- [23] Van Dieën JH, Peter Reeves N, Kawchuk G, Van Dillen LR, Hodges PW. Motor control changes in low back pain: Divergence in presentations and mechanisms. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 2019;49:370–9. <https://doi.org/10.2519/jospt.2019.7917>.
- [24] Hubner FP, Ludwig AF, Barros MIG, Aragão FA, Carvalho AR de. Risk of unfavorable pain prognosis impacts walking biomechanical parameters and psychophysiological workload in sufferers of chronic low back pain. *J Bodyw Mov Ther* 2024;39:162–9. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2024.02.039>.

Table 1. Descriptive and inferential statistics for sample characterization data.

VARIABLE	EFFECT OF POOR PROGNOSIS RISK STRATUM FOR PAIN					
	LR (n=16)		MR (n=14)		HR (n=12)	
	MEAN	SD (±)	MEAN	SD (±)	MEAN	SD (±)
Age (years)	32.4 ^A	13.5	39.8 ^{AB}	12.9	43.4 ^B	11.9
Body mass (kg)	69.6 ^A	17.3	79.1 ^{AB}	15.1	91.1 ^B	15.4
Height (cm)	167.0 ^A	10.4	156.0 ^A	47.3	165.0 ^A	9.8
Pain duration (months)	38.4 ^A	23.6	65.8 ^{AB}	53.0	107.0 ^B	98.0
Average pain (VAS)	5.00 ^A	2.03	4.71 ^A	2.40	6.42 ^A	2.23
Momentary pain (VAS)	1.75 ^A	1.95	3.43 ^B	2.28	5.58 ^C	2.54
Kinesiophobia (pts)	32.0 ^A	6.8	40.9 ^B	5.0	47.1 ^C	7.4

Legend: low risk of poor prognosis for pain (LR); medium risk of poor prognosis for pain (MR); high risk of poor prognosis for pain (HR); visual analog scale (eva); points (pts). Average pain intensity is represented here as “average pain”. Momentary pain intensity is represented here as “momentary pain”. Inferential statistics are represented by the exponent letters next to the mean values, with different letters representing statistical differences.

Table 2. Descriptive and inferential statistics for neurophysiological and neuromuscular outcomes.

OUTCOMES EFFECT OF THE POOR PROGNOSIS RISK STRATUM FOR PAIN						
	LR (n=16)		MR (n=14)		HR (n=12)	
	Mean	SD (±)	Mean	SD (±)	Mean	SD (±)
SDNN	48.5 ^A	43.6	33.3 ^A	10.9	33.3 ^A	30.8
RMSSD	59.8 ^A	67.1	32.7 ^A	14.82	32.3 ^A	32.3
PNN50	18.1 ^A	22.9	12.6 ^A	14.5	7.7 ^A	16.1
LF	2142 ^A	6053	573 ^A	476	1028 ^A	2234
HF	2421 ^A	7550	431 ^A	383	594 ^A	1465
LF/HF	2.18 ^A	2.01	2.31 ^A	2.00	2.59 ^A	1.36
RDF100	42.3 ^A	41.2	42.1 ^A	28.7	59.5 ^A	70.6
RDF200	192.7 ^A	178.7	214.4 ^A	164.2	211.1 ^A	213.7
MIF	297.1 ^A	130.3	300.4 ^A	137.6	263.5 ^A	169.0
AP	2.9 ^A	3.8	4.3 ^A	2.9	5.3 ^A	5.2

Legend: low risk of poor prognosis for pain (LR); medium risk of poor prognosis for pain (MR); high risk of poor prognosis for pain (HR). Standard deviation of normalized RR intervals (SDNN); square root of adjacent normalized RR intervals (RMSSD); percentage of adjacent RR intervals with a duration difference greater than 50 milliseconds (pNN50); low frequency component (LF power); high frequency component (HF power); ratio between low frequency and high frequency (LF/HF ratio); rate of force development at 100 milliseconds (RDF100); rate of force development at 200 milliseconds (RDF 200); maximum isometric force (MIF); proprioceptive accuracy (AP). The inferential statistics are represented by the exponent letters next to the mean values, with different letters representing statistical differences.

Table 3. Effect sizes and their respective 95% confidence intervals and the strength of the comparison for the pairs of comparisons studied.

OUTCOME	COMPARISON PAIR LR X MR			COMPARISON PAIR LR X HR			COMPARISON PAIR MR X HR		
	EFFECT SIZE	CI-95%		EFFECT SIZE	CI-95%		EFFECT SIZE	CI-95%	
		LOW	UPPER		LOW	UPPER		LOW	UPPER
SDNN	0.45	-0.26	1.16	0.38	-0.35	1.11	0.00	-0.75	0.75
	moderate			moderate			null		
RMSSD	0.53	-0.18	1.24	0.48	-0.25	1.22	0.02	-0.73	0.76
	moderate			moderate			null		
PNN50	0.28	-0.43	0.98	0.50	-0.24	1.24	0.31	-0.44	1.06
	moderate			moderate			moderate		
LF	0.34	-0.36	1.05	0.22	-0.50	0.95	0.28	-1.03	0.47
	moderate			moderate			moderate		
HF	0.35	-0.35	1.05	0.31	-0.43	1.04	0.15	-0.90	0.59
	moderate			moderate			very small		
LF/HF	0.06	-0.64	0.76	0.23	-0.50	0.95	0.16	-0.59	0.90
	Null			moderate			very small		
RDF100	0.01	-0.69	0.70	0.30	-1.03	-0.43	0.32	-0.43	1.07
	Null			moderate			moderate		
RDF200	0.12	-0.58	0.82	0.09	-0.64	0.82	0.02	-0.73	0.76
	very small			null			null		
MIF	0.02	-0.67	0.72	0.22	-0.51	0.95	0.23	-0.52	0.98
	Null			moderate			moderate		
AP	0.40	-0.31	1.10	0.52	-0.22	1.26	0.24	-0.51	0.98
	Moderate			moderate			moderate		

Legend: low risk of poor prognosis for pain (LR); medium risk of poor prognosis for pain (MR); high risk of poor prognosis for pain (HR). Standard deviation of normalized RR intervals (SDNN); square root of adjacent normalized RR intervals (RMSSD); percentage of adjacent RR intervals with a duration difference greater than 50 milliseconds (pNN50); low frequency component (LF power); high

frequency component (HF power); ratio between low frequency and high frequency (LF/HF ratio); rate of force development at 100 milliseconds (RDF100); rate of force development at 200 milliseconds (RDF200); maximum isometric force (MIF); proprioceptive accuracy(AP).