

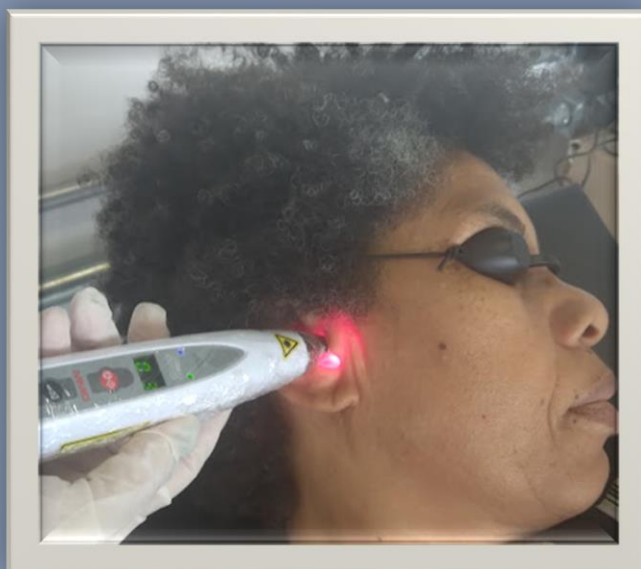
# Terapias reabilitadoras aplicando Biofotônica em sequelas pós-Covid-19 - Covid crônica

**Autores:**

**Vitor Hugo Panhóca**

**Antonio Eduardo de Aquino Jr**

**Vanderlei Salvador Bagnato**



**“ Uma parceria da Universidade São Paulo e programa Embrapii para melhoria da saúde “**



# **“Terapias reabilitadoras aplicando Biofotônica em sequelas pós-Covid-19: Covid crônica”**

**Instituto de Física de São Carlos**

**Universidade de São Paulo**

**São Carlos / SP**

**2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Even3 Publicações, PE, Brasil)

P191t      Panhóca, Vitor Hugo  
              Terapias reabilitadoras aplicando Biofotônica em sequela pós-  
Covid-19: Covid crônica [Recurso Digital] / Vitor Hugo Panhóca,  
Antonio Eduardo de Aquino Júnior e Vanderlei Salvador Bagnato. –  
Recife: Even3 Publicações, 2023.

DOI 10.29327/5273531  
ISBN 978-85-5722-800-9

1. COVID-19. 2. Fotobiomodulação. 3. Terapias reabilitadoras.  
I. Aquino Júnior, Antonio Eduardo de. II. Bagnato, Vanderlei  
Salvador. III. Título.

CDD 610

CRB-4/1241

## **CAPÍTULO 5 - INTERVENÇÕES COM LASER E TERAPIA COMBINADA EM CASOS DEDORES RELACIONADAS À COVID-19.**

Prof. Dra. Fernanda Rossi Paolillo

Doutora em Biotecnologia

Docente do Departamento Corpo e Movimento Humano (DCMH) da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). Realizou 3 Pós-Doutoramentos em Biofísica/Biofotônica no Grupo de Óptica do Instituto de Física de São Carlos (IFSC) da Universidade de São Paulo (USP). Possui Doutorado em Biotecnologia pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Mestrado em Bioengenharia pela USP e Graduação em Ed. Física e Motricidade Humana (2000) pela UFSCar. Atua nas áreas de Biomecânica, Cinesilogia, Eletrotermofototerapia e Inovação Tecnológica.

Profa. Dra. Alessandra Rossi Paolillo

Doutora em Bioengenharia

Docente do Departamento de Terapia Ocupacional da Universidade Federal de São Carlos (DTO – CCBS – UFSCar). Mestre e Doutora em Bioengenharia pela USP. Terapeuta Ocupacional formada em 1995, pela UFSCar. Atua nas áreas de Deficiência Física em Adultos e Gerontologia, com pesquisas em atividades humanas; curso da vida - adulto e idoso; envelhecimentos (comunidade e instituição de longa permanência); reabilitação; pessoas com deficiência física; capacitismo; idadeismo; recursos terapêuticos e inovação tecnológica.

## **INTERVENÇÕES COM LASER E TERAPIA COMBINADA EM CASOS DE DORES RELACIONADAS À COVID-19.**

Prof. Dra. Fernanda Rossi Paolillo

Profa. Dra. Alessandra Rossi Paolillo

### **INTRODUÇÃO**

As vacinas contribuem de modo significativo para a redução dos casos graves de *Coronavirus Disease* (COVID-19) embora, ainda não exista a cura para esta doença, alguns medicamentos são utilizados para minimizar os sintomas da COVID-19, que incluem febre, tosse, dor de garganta, dor de cabeça, dor no corpo, e em casos mais graves, a pneumonia (CASCELLA et al., 2022). Sintomas como perda de olfato e paladar, dor muscular e articular, fadiga, falta de ar, bem como a disfunção cognitiva, incluindo a confusão mental, esquecimento, falta de foco e clareza mental, podem ocorrer de forma variada para cada paciente e persistir por período prolongado, constituindo a síndrome pós-COVID, também conhecida como COVID-longa ou COVID-tardia (JIMENO-ALMAZÁN et al., 2021; MENGES et al., 2021). Mesmo em casos leves, a COVID-longa pode ocorrer e dentre os vários sintomas, destacam-se a dor muscular e articular que impactam nas ações cotidianas e diminuem a qualidade de vida das pessoas acometidas. Diante disso, é importante ressaltar a atuação de profissionais da área de reabilitação física (PAOLILLO et al., 2021).

Neste contexto, a terapia combinada com laser e estímulo mecânico, como a pressão negativa ou positiva e o ultrassom, pode ser uma estratégia a ser implementada para potencializar o tratamento das sequelas da COVID-19 e favorecer a realização da atividade motora, melhorando a qualidade de vida das pessoas.

### **PESQUISAS E AÇÕES PARA MANEJO DA DOR ENQUANTO SEQUELA DA COVID-19**

A dor é uma das queixas relatadas por pessoas que apresentam sequelas de COVID-19, embora a relação entre dor crônica e essa doença ainda não esteja bem estabelecida. No entanto, a infecção pelo *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2* (SARS-CoV-2) pode causar inflamação generalizada no corpo, o que pode conduzir ao desenvolvimento ou agravamento da dor crônica em algumas pessoas. Além disso, a COVID-19 pode causar complicações, como a neuropatia, que também pode conduzir a dor crônica.

A Associação Internacional para o Estudo da Dor define dor como uma experiência sensorial e emocional desagradável, associada a uma lesão tecidual real ou potencial ou descrita em termos de tal lesão (IASP, 2020). Ainda, a dor pode ser considerada como um fenômeno multifatorial abrangendo os aspectos ambientais e socioculturais, além dos emocionais e teciduais. A dor aguda tem a função de alerta e geralmente desaparece após a resolução do processo patológico. Já a dor crônica é reconhecida quando ultrapassa os seis meses e não cessa.

Assim a mensuração e avaliação da dor é um processo relevante para compreender a experiência da pessoa, além de fornecer uma estratégia de manejo adequada e personalizada. Existem várias maneiras de avaliar a dor (SOUSA; SILVA, 2004), entre elas:

1. Escalas numéricas: a pessoa atribui um valor numérico à sua dor, geralmente em uma escala de 0 a 10.
2. Escalas visuais analógicas: a pessoa indica a intensidade da sua dor em uma linha que varia de "sem dor" a "dor insuportável".
3. Escalas verbais: a pessoa descreve sua dor com palavras, como "sem dor", "dor leve", "dor moderada" e "dor intensa".
4. Escalas de faces: a pessoa seleciona uma imagem facial que melhor representa a intensidade da sua dor.
5. Algometria: avaliação realizada com a utilização de um algômetro, que consiste em um medidor do limiar de pressão com calibração de 0 a 10 kgf. A pressão é aplicada a uma velocidade constante de 1 kg/seg até o nível em que é percebida como dor ou desconforto. O algômetro pode ser aplicado em diversas regiões do corpo, como mãos, joelhos, pés e etc. Realizam-se três medidas em cada ponto, determina-se a média destes dados. Posteriormente, se obtém a média de todos os pontos, que indica o valor do limiar de dor por pressão, na região corpórea avaliada.

As formas subjetivas (FIGURA 1) e quantitativa (FIGURA 2) de avaliação/mensuração da dor podem ser visualizadas a seguir.

FIGURA 1: Composição de Escala Visual Analógica (EVA), Escala Numérica, Escala de Faces e Escala Verbal para avaliação da dor.



Fonte: Fonte: Alves; Lima; Guimarães (2014, p.2).

FIGURA 2 - Realização de algometria nos joelhos de mulher com queixa de dor para avaliação do limiar de dor por pressão.



Fonte: Própria autora.

Ainda, a avaliação/mensuração da dor deve incluir outros aspectos além da intensidade, como a duração, localização, qualidade, fatores desencadeantes e o que a alivia. Sendo importante considerar o impacto da dor na qualidade de vida da pessoa, bem como na realização das atividades cotidianas, na qualidade do sono, no humor, nos relacionamentos e sociabilização (ASHTON-JAMES et al., 2022; DYDYK; CONERMANN, 2022).

De forma geral, as principais abordagens de intervenção em condição de dor crônica (COHEN et al., 2021; KIM et al., 2015; ALLEN, 2006) incluem:

- i) Medicamentosa: prescrição de analgésicos, anti-inflamatórios não esteroides (AINEs), antidepressivos e anticonvulsivantes;
- ii) Não medicamentosa: exercícios e terapia física visando aumentar a força muscular, a flexibilidade, a mobilidade e a redução da dor; utilização de atividades significativas para as pessoas ou grupos cuidados; realização de orientações, adequação do meio ambiente e recursos de tecnologia assistiva (TA); abordagem de proteção articular e conservação de energia que visam desenvolver estratégias para lidar com a dor crônica e realizar as atividades diárias; acupuntura, técnicas de relaxamento; meditação, yoga, tai chi chuan, entre outras, que podem auxiliar a reduzir a dor crônica;
- iii) Uso de agentes físicos: laser, calor, gelo, estimulação elétrica transcutânea, pressão positiva, pressão negativa, ultrassom etc.;
- iv) Cirurgia: em alguns casos, a cirurgia pode ser necessária para tratar a dor crônica.

No entanto, cabe salientar a importância do trabalho personalizado e em equipe multiprofissional para o manejo da dor crônica tendo como meta e favorecer a melhora da qualidade de vida e bem-estar das pessoas com esta queixa.

Enfatiza-se a importância de abordar a dor como uma parte crítica da atenção à saúde, tanto durante quanto após a pandemia da COVID-19, que apresenta uma série de desafios mundiais, entre estes, o gerenciamento da dor crônica.

As recentes publicações científicas sobre este tema abordam diversas questões acerca do uso da tecnologia bem como das intervenções terapêuticas.

Embora grande parte do foco tenha sido sobre a prevenção e tratamento da COVID-19, os períodos iniciais e de pico da pandemia trouxeram muitos desafios para a saúde pública, sendo que muitas pessoas com dor crônica foram impactadas pela interrupção dos serviços de saúde e limitações em relação aos atendimentos presenciais. As tecnologias *eHealth* consistiram em uma estratégia para ajudar os pacientes a gerenciar sua dor, permitindo atendimentos virtuais, acesso a recursos de orientação e educação sobre dor (ECCLESTON et al., 2020).

Outro estudo discute os diferentes sintomas de dor apresentados por pacientes com COVID-19, revisando a literatura científica existente sobre o assunto (WENG; SU; WANG; XU, 2021). Constaram que o vírus pode invadir diferentes tecidos do corpo e causar diferentes manifestações de dor. O SARS-CoV-2 invade principalmente o sistema respiratório, com os pacientes desenvolvendo



dor de garganta e outros sintomas associados à pneumonia. Além disso, a infecção afeta o sistema nervoso (dor de cabeça, tontura e confusão), sistema digestivo (dor abdominal, diarreia) e sistema cardiovascular (dor no peito, palpitações, lesão miocárdica e complicações cardíacas). A taxa de incidência é de 1,5-61% para mialgia e articulação. Em comparação com a dor no peito e abdominal, os pacientes com COVID-19 têm maior probabilidade de desenvolver dor de cabeça, dor de garganta, mialgia e dor articular. Concluíram que as dores diversas refletem o dano de diferentes sistemas corporais, o que pode favorecer a utilização de métodos de tratamento mais direcionados a cada caso.

Os autores Attal, Martinez e Bouhassira (2021) enfatizam a preocupação entre os profissionais da saúde de que a pandemia de COVID-19 possa levar a um aumento na prevalência da dor neuropática. A dor neuropática é causada por danos ou disfunção do sistema nervoso e é uma complicação comum de infecções virais. Em particular, em relação ao vírus SARS-CoV-2, que causa COVID-19, foi identificado no sistema nervoso causando sintomas neurológicos. Ainda, afirmam que pesquisas sugerem que até 50% dos pacientes com COVID-19 apresentam os sintomas neurológicos, incluindo dor de cabeça, tontura, confusão, perda de olfato e paladar, além de dores musculares e articulares. Alguns pacientes relataram também sintomas de dor neuropática, como queimação, formigamento e choques elétricos. Além disso, a pandemia de COVID-19 tem causado um grande impacto na saúde mental das pessoas, com aumento de estresse, ansiedade e depressão. Esses fatores psicológicos podem aumentar a sensibilidade à dor e agravar a dor neuropática em pacientes que já sofrem dessa condição. Portanto, os autores consideram importante que os profissionais de saúde estejam cientes acerca da possibilidade da ocorrência de dor neuropática em pacientes que se recuperaram da COVID-19 ou que estão em tratamento e que assim, possam adotar estratégias adequadas de manejo da dor visando melhorar a qualidade de vida dos pacientes/usuários.

Outro estudo aborda a dor crônica após a COVID-19 e suas implicações para reabilitação (KEMP; CORNER; COLVIN, 2020) aborda a possibilidade de pacientes que se recuperam da COVID-19 apresentarem dor crônica, incluindo dor musculoesquelética, dor neuropática e dor relacionada à ansiedade e depressão. Os autores discutem as implicações disso para a reabilitação e sugerem a importância de uma abordagem multidisciplinar, que inclua reabilitação, psicologia e medicamentos, para gerenciar a dor crônica e melhorar a qualidade de vida desses pacientes. Eles também destacam a importância de pesquisas adicionais para entender melhor a dor crônica após a COVID-19 e a melhor forma de tratá-la. O artigo de Clauw et al. (2020) discute o potencial impacto da pandemia sobre a dor crônica. Os autores argumentam que a pandemia pode levar a um aumento

na prevalência de dor crônica devido a vários fatores, incluindo estresse psicológico, isolamento social, interrupções no acesso ao cuidado médico e mudanças no estilo de vida.

A pesquisa de Murat et al. (2021) descreve os tipos de dor que podem ocorrer em pacientes com COVID-19, incluindo dores de cabeça, musculares, torácicas e abdominais. Evidenciam a importância entre a dor e outras características clínicas, apresentando que enquanto a dor local é mais comum nos homens, a dor generalizada é mais comum nas mulheres. As mulheres apresentam dor com mais frequência e a perda de olfato e paladar são mais comuns em pacientes que apresentam dor. Dor crônica e fadiga foram relatadas após a COVID-19, mas ainda não se sabe se a dor após essa infecção se torna crônica ou não. Embora a incidência de dor no curso da doença foi alta neste estudo, a porcentagem de pacientes com dor persistente foi de 3,79%, por outro lado, a queixa de dor observada no decorrer da COVID-19 não se tornou crônica nesta amostra de pacientes. Concluem comentando sobre a necessidade de mais pesquisas que abordem o assunto. Já o estudo de Sahin e colaboradores (2021) constatou que a cabeça e os membros são as regiões do corpo mais comumente dolorosas e a dor na região do pescoço e das costas (coluna vertebral) aumenta durante a COVID-19. Ainda, foi verificado que a dor pode continuar no período pós-infecção.

O trabalho de Lacasse et al. (2021) mostrou que a pandemia da COVID-19 teve um impacto significativo na gestão da dor crônica, mas também destacou a importância da adaptação e inovação nos tratamentos para auxiliar os pacientes a gerenciar a dor durante a pandemia. Destaca-se o impacto negativo da pandemia no acesso ao alívio da dor, considerado um direito humano fundamental. Os resultados obtidos poderão ajudar a justificar a alocação de recursos e apresentar o desenvolvimento de tratamentos visando precaver-se diante de futuras crises de saúde. Para Abdulkodirov et al. (2022) a dor é um sintoma comum associado à infecção por coronavírus. Nos casos de SARS-CoV-2, há desconfortos inespecíficos bastante comuns, como a dor de garganta e no peito. Dores como a de cabeça, mialgia ou dor neuropática também podem ocorrer e esta última parece estar relacionada a uma resposta autoimune ou dano ao sistema neuromuscular, devido ao vírus. Ainda, a dor crônica pode ser uma complicação após apresentar a COVID-19.

Os autores Grech, Borg e Cuschieri (2021) questionam se a dor nas costas é uma consequência da pandemia de COVID-19. A dor nas costas é a queixa musculoesquelética mais comum em todo o mundo. A pandemia de COVID-19 levou a medidas de mitigação, incluindo o trabalho remoto que intensificou o estilo de vida sedentário. O objetivo deste estudo foi investigar se as queixas de dor nas costas aumentaram nos períodos anteriores à pandemia e durante o período de COVID-19. Concluíram que a pandemia mudou o comportamento da população, resultando em uma

maior ocorrência de dores nas costas. Prevê-se que isso afete os anos de vida ajustados por comprometimento da condição do indivíduo, como a necessidade de aposentadoria, bem como aumente a carga sobre a economia e os serviços de saúde. Um plano de ação multidisciplinar designado é recomendado para reduzir o impacto da dor nas costas. Outro estudo aborda um tema também relevante, a relação entre a pandemia de COVID-19 e a dor crônica (SERRANO-IBÁÑEZ et al., 2021). Os autores discutem como o estresse e a ansiedade gerados pela alteração das rotinas diárias, na pandemia, podem conduzir a um aumento da intensidade da dor. Além disso, comentam como a sensibilização central - um fenômeno em que o sistema nervoso amplifica a percepção da dor - pode contribuir para a dor crônica em pessoas que vivenciam situação de estresse e enfatizam a importância de intervenções interdisciplinares, envolvendo psicólogos, para proporcionar uma assistência de saúde adequada às necessidades da população.

A pesquisa realizada por Alonso-Matielo et al. (2021) aborda a relação entre a pandemia de COVID-19 e o aumento da dor em pacientes e pessoas com outras condições crônicas de saúde. Os autores discutem como o isolamento social, a ansiedade e o medo associados à pandemia podem levar a um aumento da dor crônica e aguda. Além disso, o artigo explora a possível relação entre a COVID-19 e a dor neuropática. Os autores enfatizam a importância do tratamento adequado da dor durante a pandemia e destacam a necessidade de pesquisas futuras para entender melhor a relação entre a COVID-19 e a dor. Também, destacam a importância de abordagens que visem a analgesia e concluem afirmando ser imprescindível reconhecer que a COVID-19 induz à dor crônica e exacerba aquela já pré-existente, favorecendo uma melhor compreensão da doença. Além disso, o tratamento imediato e direcionado, bem como as estratégias para reduzir o impacto da dor crônica, devem ser encorajadas.

Um estudo realizado por Kucuk; Cumhur e Cure (2020) apresenta uma hipótese sobre a possível relação entre a COVID-19 e a mialgia. Os autores argumentam que a dor muscular associada à COVID-19 pode ter uma causa diferente da dor muscular associada a outras infecções virais, como a gripe. Eles sugerem que a dor muscular na COVID-19 pode estar relacionada à inflamação sistêmica e à resposta imunológica hiperativa do corpo à infecção. Ainda, destacam a importância do reconhecimento precoce dessa condição para um diagnóstico e tratamento adequados. No entanto, mais pesquisas são necessárias sobre este tema.

Um outro aspecto evidenciado na literatura é sobre a avaliação e tratamento da dor em pacientes com demência, durante a pandemia de COVID-19. Os autores Scuteri et al. (2020) discutem os desafios enfrentados pelos profissionais de saúde na avaliação e tratamento da dor

desses pacientes. Ainda, destacam a importância de um manejo adequado da dor em pacientes com demência, que podem apresentar dificuldade em comunicar sua dor, além do risco aumentado de subtratamento, devido ao comprometimento cognitivo e colocam que a pandemia de COVID-19 criou desafios adicionais na realização de um manejo adequado da dor, como as restrições às visitas de familiares e limitações referentes às intervenções não farmacológicas, devido ao isolamento físico e social. São discutidas várias ferramentas de avaliação da dor que podem ser utilizadas nos casos de pacientes com demência, como a escala de Avaliação da Dor em Demência Avançada (PAINAD) e a escala Doloplus-2. Os autores também destacam a importância da individualização do manejo da dor com base nas condições médicas subjacentes do paciente, histórico medicamentoso e estado cognitivo. Concluem enfatizando a necessidade de os profissionais da área de saúde priorizarem o manejo da dor em pacientes com demência, especialmente durante a pandemia de COVID-19, além da utilização de ferramentas apropriadas para avaliação e abordagens de tratamento individualizadas para otimizar o alívio da dor e a qualidade de vida desses pacientes em situação de fragilidade.

Além da dor, a fadiga ocorre em 70% dos pacientes que tiveram COVID-19 (JANBAZI et al., 2022). Em muitos casos a dor e a fadiga ocorrem concomitantemente (ECCLES; DAVIES, 2021). Neste contexto, a prática de exercícios é fundamental. Os benefícios do exercício físico ou terapêutico são diversos e bem conhecidos, entre eles, o aumento da capacidade cardiovascular e respiratória, da massa e força muscular bem como da resistência à fadiga. O exercício também promove o aumento da mobilidade, flexibilidade e equilíbrio (GOMES et al., 2021; WANG et al., 2021).

Entretanto, em muitos casos, a dor aumenta com o uso e é aliviada pelo repouso. Sendo que, pacientes com dor tendem a evitar movimentos. Geralmente, a fraqueza muscular é atribuída à atrofia dolorosa e desuso, causando redução da funcionalidade. Por sua vez, isso resulta em um comprometimento gradual de sua condição física, reduzindo, por exemplo, a força, a flexibilidade e a realização das atividades diárias, ocupacionais e de lazer (ZHANG; JORDAN, 2010; MCALINDON et al., 2014).

Neste contexto, o uso dos recursos tecnológicos, como o laser, pressão negativa, pressão positiva e ultrassom, podem ser importantes adjuvantes para o cuidado das pessoas que apresentam sequelas decorrentes da COVID-19, principalmente a dor e a fadiga, para que possam ressignificar seu cotidiano e o desempenho de seus papéis, em nossa sociedade.

## LASER, PRESSÃO NEGATIVA, PRESSÃO POSITIVA E ULTRASSOM

O laser, a pressão negativa e positiva bem como o ultrassom são importantes agentes físicos utilizados para o processo de reabilitação, principalmente para promover ação anti-inflamatória e analgésica.

### LASER

Técnicas ópticas e fotônicas têm propiciado importante revolução tecnológica na saúde. Laser é um acrônimo originado do inglês Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, que significa luz amplificada por emissão estimulada de radiação. A fototerapia ou laserterapia é o tratamento através da luz, que, recentemente, foi denominada de terapia por fotobiomodulação (BAGNATO, 2008; BAGNATO; PAOLILLO, 2014; PAOLILLO et al., 2021).

Desde a Grécia Antiga, Egito e China, a exposição ao sol era benéfica à saúde. Apolo, o “deus da luz” ficou com as funções de Hélios “deus do sol”. Assim, a luz do sol promovia as colheitas agrícolas e a saúde do homem que garantia a vida. Em torno de 1670, Isaac Newton investigou a decomposição da luz solar ao passar por um prisma e concluiu que a luz branca é uma mistura de diferentes tipos de “raios luminosos”, refratados em ângulos ligeiramente diferentes, cada um produzindo uma cor espectral diferente, ou seja, diferentes comprimentos de onda ou frequência (ASSIS, 2002; BAGNATO, 2008; BAGNATO; PAOLILLO, 2014). Em 1800, Willian Herschell repetiu o experimento de Isaac Newton, mas, adicionou um termômetro de mercúrio para medir o calor referente a cada cor e descobriu que o calor era mais forte ao lado do vermelho, observando que ali não havia luz e, assim, a região infravermelha do espectro foi descoberta. Aproximadamente em 1870, Thomas Edison desenvolveu a lâmpada elétrica incandescente. Ao redor de 1900 com o avanço da tuberculose óssea e articular, o médico Auguste Rollier, na Suíça utilizou a helioterapia (exposição solar) em hospitais e obteve êxito no tratamento da doença. Posteriormente, Nielsen Ryberg Finsen recebeu o prêmio Nobel da medicina por realizar a fototerapia com lâmpadas, em Londres, para tratar lesões dolorosas na pele devido ao lúpus vulgaris (*mycobacterium tuberculosis*). Nesta mesma época, Albert Einsten recebeu o prêmio Nobel da Física por propor a teoria do efeito fotoelétrico, no qual o conceito de “emissão estimulada” tornou possível a descoberta do laser (DEMIDOVA, 2006; BAROLET, 2008; BAGNATO; PAOLILLO, 2014).

O laser é monocromático, colimado e coerente, e por isso se destaca das outras fontes de luz, permitindo concentrar o feixe de luz em um ponto focal, além de manter a potência óptica ao longo de distâncias consideráveis e uma maior concentração de energia (BAGNATO, 2008). Ainda,

quando o feixe de luz laser é transmitido ou espalhado por uma superfície com rugosidades ocorre a formação de uma estrutura granular denominada speckle. No local do speckle, a intensidade é maior, enquanto, ao redor do speckle, a intensidade é menor. Estas diferenças nas intensidades são importantes para diversos efeitos fototerápicos, principalmente em tecidos profundos, devido à absorção pelos cromóforos (porfirina, cictocromo c oxidase, etc), o que está relacionado com o comprimento de onda, temperatura do cromóforo, estado redox e de mudanças no metabolismo mitocondrial (HODE et al., 2009). Neste contexto, o laser é mais vantajoso para promover efeitos terapêuticos comparado a outras fontes de luz, como as lâmpadas e os diodos emissores de luz (LEDs). Ainda, o espectro entre 600 nm a 1150 nm, referente à luz vermelha e infravermelha, apresenta menor absorção pela hemoglobina, melanina e água, permitindo maior penetração tecidual, o que também é mais vantajoso para a reabilitação física. Ainda, o infravermelho apresenta maior penetração comparado a luz vermelha (HAMBLIN; DEMIDOVA, 2006).

O efeito fotoelétrico ou fotofísico na fotobiomodulação está relacionado com o aumento do transporte de elétrons na cadeia respiratória da mitocôndria, que aumenta a síntese de ATP (energia). Ainda, as alterações na permeabilidade da membrana facilitam as trocas iônicas [bomba de sódio, potássio e cálcio ( $\text{Na}^+/\text{K}^+$  e  $\text{Ca}^{++}$ )] o que também proporciona um incremento da síntese de ATP. Já o efeito fotoquímico e fotobiológico está relacionado com a interação da luz com a mitocôndria que permite a modulação da expressão de genes, o aumento da angiogênese com ação antioxidante e anti-inflamatória que acelera a reparação tecidual e o metabolismo, além de gerar efeito analgésico (VLADIMIROV; OSIPOV; KLEBANOV, 2004; BAGNATO; PAOLILLO, 2014; HAMBLIN; DEMIDOVA, 2006). O tratamento da dor com laser é visualizado na FIGURA 3.

FIGURA 3: Aplicação de laser para tratamento da dor.



Fonte: Própria autora.

## PRESSÃO NEGATIVA POR VACUOTERAPIA

A ventosa terapia é uma técnica milenar, utilizada para gerar pressão negativa no corpo para melhorar a saúde. Em muitos países, a medicina complementar é incluída nos cuidados de saúde (CAO; LI; LIU, 2012).

A origem exata da ventosa terapia é uma questão controversa. Cientistas chineses relatam que a ventosa terapia faz parte da medicina tradicional chinesa a pelo menos 2000 anos. No Oriente Médio, árabes relatam que a ventosa terapia ocorreu a 3500 a.C. (5500 anos atrás), onde ferramentas primitivas como chifres de animais e madeira de bambu foram utilizadas para terapia de ventosas, denominada de terapia Al-hijamah (que significa em árabe: sugar e restaurar o estado original), onde foi usado para o tratamento de hipertensão, policitemia, cefaleia, enxaqueca, má digestão, e intoxicação medicamentosa. A terapia Al-hijamah é um método de ventosas úmidas, praticada com sangria. Também há relatos que a ventosa terapia era uma das mais antigas terapias médicas conhecidas no antigo Egito, com registro em papiro de 1550 a.C (mais de 3500 anos atrás). Os médicos egípcios recomendavam tanto a ventosa úmida quanto a seca. Ainda, desde 400 a.C, há registros na Grécia antiga e desde 3300 a.C, na Macedônia Antiga. Nos Estados Unidos, há um aumento progressivo no uso da ventosa terapia e acupuntura em pacientes com dor crônica. Atualmente, a ventosa terapia é um recurso utilizado nos hospitais em vários países (EL SAYED; MAHMOUD; NABO, 2013).

A vacuoterapia é caracterizada pela aplicação de ventosa que gera pressão negativa por mecanismo a vácuo. Trouxe diversos avanços tecnológicos que permite seu uso no modo contínuo e pulsado, além de aplicações pontuais e em varredura, resultando em vários efeitos terapêuticos (LOPES et al., 2019).

A vacuoterapia promove a mobilização profunda da pele, do tecido adiposo e das estruturas vasculares e linfáticas bem como da fáscia muscular, facilitando a liberação miofascial. O vácuo eleva a pressão dos capilares da pele no local sugado, para filtrar os fluidos e resíduos celulares, diminuindo os mediadores inflamatórios. Posteriormente, a pressão dos capilares diminui e com isso há movimento de fluidos filtrados em direção a elevações da pele, promovendo drenagem linfática com eliminação das toxinas. Ainda, promove o aumento do fluxo sanguíneo que favorece o aumento do aporte de oxigênio celular, além de aumentar a atividade metabólica. Ainda, a pressão negativa produz estímulo dos mecanorreceptores, gerando analgesia pelo mecanismo de comporta da dor. Assim, a vacuoterapia resulta em efeito anti-inflamatório, redução de edema, alívio da dor, relaxamento muscular e maior amplitude de movimento bem como acelera a reparação de lesões teciduais e

auxiliam na recuperação pós-exercício. Estes fatores também conduzem ao aumento da função muscular (CAO et al., 2012; TAGIL et al., 2014; FARAHMAND et al., 2014; CHI et al., 2016; LOPES et. al., 2019).

## PRESSÃO POSITIVA POR ROLETES MASSAGEADORES

Para se obter pressão positiva, pode se utilizar as mãos, a imersão em água, sistemas de injeção de ar e meios rígidos, como os roletes massageadores.

Quanto há um desconforto ou lesão em uma parte do corpo é comum friccionar o local, por isso a massagem também é um dos métodos naturais de tratamento bem antigo com registro em paredes de cavernas, teares em tapetes orientais, vasos gregos, desenhos em pergaminhos, entre outros. Além das mãos, também eram utilizados os recursos naturais, como pedra, bambu, frutas e hortaliças. A massagem é uma forma de movimentar o corpo e impacta, por exemplo, no aumento do fluxo sanguíneo, drenagem linfática, em relaxamento muscular, redução da fadiga e recuperação pós-exercício (NESSI, 2019).

O francês Louis Paul Guitay, em 1970, para tratar suas lesões e dores decorrentes do acidente de carro que sofreu, teve a ideia de desenvolver um equipamento com sistema mecânico que imitasse com eficácia as técnicas manuais de massagem, assim surgiu a endermoterapia, que combina a pressão negativa por vácuo e a pressão positiva por roletes massageadores (FODOR, 1997).

Diante disso, os roletes massageadores são importantes para diversos tratamentos, pois permitem a liberação miofascial, relaxamento muscular, redução da dor, aumenta a amplitude de movimento, favorecer o gradiente de pressão, redução do edema, auxiliando na circulação sanguínea, no retorno venoso, no aumento da oxigenação tecidual e na eliminação do ácido lático, além de também favorecer a recuperação pós-exercício e o aumento da força e potência muscular (SULLIVAN et al., 2013; BRADBURY-SQUIRES et al., 2015; BEHM; WILKE, 2019). Estudos também apontam que a pressão positiva por roletes estimula os mecanorreceptores para gerar respostas neurofisiológicas, gerando efeitos na excitabilidade aferente dos moto neurônios espinhais com inibição do H-reflexo que pode resultar no tratamento da dor e em maior amplitude de movimento (BRADBURY-SQUIRES et al., 2015; YOUNG et al., 2018).

## ULTRASSOM

O ultrassom (US) é uma forma de onda mecânica (acústica) que apresenta uma longa história e diversas aplicações, inclusive na área de medicina física e reabilitação.



O som faz parte da vida de todos os seres vivos, muitos animais se comunicam por meio dos sons, além de adquirirem informações do ambiente ao seu redor, como no caso dos golfinhos e morcegos (RUNDUS & HART, 2002). Em 1826, Jean-Daniel Colladon, um físico suíço, usou com sucesso um sino debaixo d'água para determinar a velocidade do som nas águas do Lago de Genebra. Na década de 1800, os físicos estudaram os princípios das vibrações sonoras, como a propagação, transmissão e refração das ondas. Entre eles estava Lord Rayleigh, da Inglaterra, que elaborou o famoso tratado "Teoria do Som", publicado em 1877 que descreveu a onda sonora como uma equação matemática, formando a base dos futuros trabalhos práticos em acústica (NEWMAN & ROZYCKI, 1998).

A história do US remete-se ao estudo de Lazzaro Spallanzini em 1794, que demonstrou a capacidade dos morcegos em orientarem-se mais pela audição comparado a visão para localizar obstáculos e presas (WOO, 2012). O sistema de orientação por som é denominado de eco localização ou biossonar, caracterizado pela emissão de onda mecânica e reflexão em forma de eco com menor frequência. Em 1880, Jacques e Pierre Curie descreveram as características físicas de alguns cristais (piezeletricidade), contribuindo para o desenvolvimento do US, que foi impulsionado pelos objetivos militares e industriais. Neste contexto, sistemas de sonar submarino foram desenvolvidos com o propósito de navegação subaquática por submarinos na I Guerra Mundial, enquanto, as aplicações médicas ocorreram após a II Guerra Mundial, em torno de 1946, com o desenvolvimento de um dispositivo de US para diagnóstico por imagens médicas, por exemplo, no diagnóstico de tumor cerebral (NEWMAN & ROZYCKI, 1998; WOO, 2012).

Em relação ao US terapêutico, em 1917, o francês Langevin observou a morte de peixes durante o desenvolvimento de um sonar. Alguns anos depois, nos Estados Unidos (EUA) em 1926 e 1927, Woods e Loomis investigaram o efeito letal do US sobre as células, tecidos, peixes e rãs. Na Alemanha, em 1938, Zeiss investigou os efeitos do US no olho. Em especial, Lynn e colaboradores foram nomeados os inventores do US terapêutico. Eles desenvolveram e testaram um US de alta potência focado e identificaram uma lesão tecidual sem gerar danos na respectiva região. Na década de 1940, Wall e colaboradores nos EUA; em 1950, Fry e Frite nos EUA; e no Japão, em 1960, Oka e colaboradores desenvolveram um ultrassom focado para aplicação no sistema nervoso central em estudos *in vivo*. Fry e colaboradores iniciaram os estudos clínicos em 1956 e, simultaneamente, na Rússia, Burov e Andreevskaya no laboratório de estruturas anisotrópica, da Academia de Ciências da União Soviética testaram o US desfocado, com intensidade um pouco menor, em tumores e obtiveram maior efeito imunológico. A partir destes trabalhos pioneiros, o US foi aplicado em diversos tratamentos, inclusive nos casos de dor (BAILEY et al., 2003).

Quanto maior a frequência do US maior a absorção. Ainda, tecidos com maior conteúdo proteico absorvem mais energia comparado, por exemplo, com a gordura e a água. Então, frequências mais baixas, em torno de 1,0 MHz, penetram profundamente nos tecidos, como, os musculares, tendíneos, articulares e ósseo. Já o US de 3,0 MHz, tem menor penetração e maior absorção em tecidos superficiais, como a pele e gordura (HAAR, 1999). O US no modo contínuo produz efeito térmico predominante devido à absorção de energia e sua transformação em calor, enquanto no modo pulsado, o efeito predominante é não térmico e inclui o princípio da cavitação.

A cavitação é um termo utilizado para descrever as atividades de microbolhas em um meio líquido, como o sangue ou fluidos dos tecidos, quando estimulado acusticamente. A cavitação transiente é caracterizada pelo colapso de bolhas que induz a desintegração tecidual gerada pela alta intensidade, variação da pressão acústica por presença de ondas estacionárias e aumento de temperatura. Já a cavitação estável é caracterizada por micro vibrações de partículas, circulação de fluidos, aumento na permeabilidade da membrana e reparação tecidual (SCHLICHER et al., 2006).

Com o uso do US, a energia é transmitida por vibrações das moléculas através do meio sólido, líquido e gasoso, com absorção da energia mecânica. Assim, a energia vibracional se transforma em energia molecular e alguns dos efeitos terapêuticos são: redução do processo inflamatório, da dor, espasmo muscular, maior amplitude articular e acelerada reparação tecidual (HAAR, 1999; PAOLILLO et al., 2015).

## TERAPIA COMBINADA COM LASER

Com o avanço tecnológico, equipamentos nacionais inovadores, únicos no mercado, foram desenvolvidos e combinam o laser com estímulo mecânico para uso no processo de reabilitação.

O estímulo luminoso é o gatilho para a regulação do metabolismo celular e este estímulo depende do estado fisiológico das células que respondem com eficácia quando o tecido biológico está alterado. Neste contexto, os estímulos mecânicos alteram a homeostase tecidual através de mudanças energéticas, metabólicas, de circulação sanguínea e temperatura, enquanto o laser favorece o retorno da homeostasia tecidual e melhora o metabolismo celular, potencializando os efeitos terapêuticos (PAOLILLO et al., 2021; PAOLILLO et al., 2023).

Pesquisas em animais e humanos para desenvolvimentos de protocolos com terapias que combinam laser e estímulo mecânico (pressão negativa, pressão positiva e US) podem ser visualizadas na FIGURA 4.

FIGURA 4: Laser e terapia combinada com pressão negativa por vacuoterapia (A), pressão positiva por roletes (B) e ultrassom (C).



Fonte: Própria autora.

#### PROTOCOLOS DE TRATAMENTO DA DOR NOS CASOS DE COVID-19

Para o tratamento da dor pode-se utilizar o laser, bem como a terapia combinada, isto é, o laser e estímulo mecânico (pressão negativa ou pressão positiva ou US). Para tal, tanto o profissional da saúde quanto o paciente deverão utilizar óculos de proteção (FIGURA 5).

FIGURA 5: Óculos de proteção para 660 nm e 808 nm.



Fonte: Arquivo MMO.

O laser tipo caneta (Recover®, MMOptics, São Carlos, SP, Brasil) é um sistema portátil que consiste em 2 Lasers de Diodo [vermelho (660 nm) e infravermelho (808nm)] com potência de 100 mW cada. A área da ponteira é de 0,03 cm<sup>2</sup> (FIGURA 6).

Protocolo com Recover®:

- Realizar a aplicação no local de dor.
- Utilizar o laser infravermelho (808 nm) com 100 mW.

- Realizar o modo pontual e modo contato com a pele.
- Aplicar 6 J por ponto e espaçar 1 cm entre os pontos.
- O tempo de aplicação por ponto é de 1 minuto.
- De acordo com o quadro clínico, realizar de 7 a 10 sessões.
- Quando o paciente apresentar melhora no quadro álgico pode diminuir gradativamente o número de pontos e/ou a energia (até 4 J).
- Se optar pelo uso do laser vermelho, utilizar os mesmos parâmetros, mas em regiões que necessite de menor penetração da luz, por exemplo, nas mãos ou em vasos sanguíneos para efeito sistêmico.

FIGURA 6: Recover®



Fonte: Arquivo MMO.

A terapia combinada com laser e pressão negativa por vacuoterapia (Vacum Laser®, MMOptics, São Carlos, SP, Brasil) é um sistema portátil composto por 1 manopla com 6 lasers de diodo [3 lasers vermelho (660 nm) e 3 lasers infravermelhos (808nm)] dispostos ao redor do orifício da câmara de vácuo para gerar pressão negativa (FIGURA 7). Cada laser tem potência de 100 mW e são aplicados no modo contínuo. A pressão do vácuo varia de 0 a -500 mbar, que pode ser ajustada de acordo com a sensibilidade e região corpórea de cada um, ainda, pode ser utilizada no modo contínuo ou pulsado. O equipamento contém ventosas de tamanhos distintos (pequenas, médias e grandes) que permitem melhor acoplamento para tratamento adequado das estruturas corporais. Cada minuto de tratamento corresponde a 6 J de energia por laser.

Protocolo com Vacum Laser®:

- Realizar a aplicação no local de dor.
- Utilizar óleo de preferência vegetal e sem cor.
- Utilizar os lasers vermelhos e infravermelhos com 100 mW cada.

- Ajustar a pressão negativa do vácuo entre -150 e -350 mbar, de acordo com a sensibilidade do paciente. Utilizar o modo MP9 que é programado para gerar 50 pulsações por minuto.
- Realizar a aplicação no modo pontual e varredura.
- Em maior região corpórea, utilizar as ventosas maiores (60 e 40 mm), realizar a técnica no modo pontual por 2 minutos e em varredura por 5 minutos, espaçando de 3 a 2 cm entre os pontos.
- Em regiões corpóreas de tamanho médio e pequeno, utilizar as ventosas menores (40, 30 e 16 mm), manter 2 minutos por ponto e dependendo da região, diminuir o tempo em varredura para 3 ou 2 minutos e reduzir o espaçamento entre os pontos para 2 ou 1 cm.
- De acordo com o quadro clínico, realizar de 7 a 10 sessões.

FIGURA 7: Vacum Laser®



Fonte: Arquivo MMO.

A terapia combinada com laser e pressão positiva por roletes massageadores (Laser Roller®, MMOptics, São Carlos, SP, Brasil) é um sistema portátil composto por 1 manopla com 2 Lasers de Diodo [vermelho (660 nm) e infravermelho (808nm)] dispostos entre 2 roletes massageadores que promovem a pressão positiva (FIGURA 8). Cada laser tem potência de 100 mW e são aplicados no modo contínuo. Cada minuto de tratamento corresponde a 6 J de energia por laser.

Protocolo com o Laser Roller®:

- Realizar a aplicação no local de dor.
- Utilizar os lasers vermelho e infravermelho com 100 mW cada.

- Realizar a aplicação no modo varredura.
- Em maior região corpórea, realizar a técnica em varredura por 5 minutos.
- Em regiões corpóreas de tamanho médio e pequeno, diminuir o tempo em varredura para 3 ou 2 minutos, dependendo da região.
- De acordo com o quadro clínico, realizar de 7 a 10 sessões.

FIGURA 8: Laser Roller®



Fonte: Arquivo MMO.

A terapia combinada com laser e US (Recupero®, MMOptics, São Carlos, SP, Brasil). são um sistema composto por 1 manopla com 2 Lasers de Diodo [vermelho (660 nm) e infravermelho (808nm)] dispostos no centro do transdutor de US com área efetiva de emissão de 1.6 cm<sup>2</sup> (FIGURA 9). Cada laser tem potência de 100 mW e são aplicados no modo contínuo. O Ultrassom de 1 MHz pode ser operado no modo contínuo ou pulsado. Cada minuto de tratamento corresponde a 6 J de energia por laser.

Protocolo com o Recupero®:

- Utilizar os lasers vermelho e infravermelho com 100 mW cada.
- Utilizar gel transparente.
- Dividir a área a ser tratada em porções menores, sem ultrapassar 2 a 3 vezes o tamanho do transdutor.

- Utilizar o US de 1 MHz com intensidade de 1 W/cm<sup>2</sup>, no modo pulsado e ciclo de trabalho de 50%.
- Realizar a aplicação no modo contato, pontual e com pequenos movimentos circulares e lentos.
- Realizar 3 minutos por quadrante.
- De acordo com o quadro clínico, realizar de 7 a 10 sessões.

FIGURA 9: Recupero®



Fonte: Arquivo MMO.

Todos os protocolos podem ser utilizados em associação com exercícios. Aplicar as tecnologias antes da realização do exercício para se obter efeito agudo (imediato) e até 6 horas após o exercício para se obter efeitos crônicos (FERRARESI; HAMBLIN; PARIZOTTO, 2012).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, a partir do levantamento da literatura sobre o tema e das ações práticas como estratégias realizadas ou indicadas pelas evidências científicas, foram apresentadas proposições para intervenções com laser e terapia combinada, em casos de dores relacionadas à COVID-19. Foram abordadas possibilidades de atuação em diversos níveis de atenção, no campo da saúde. Embora várias práticas e tecnologias descritas compoam o repertório dos profissionais, a pandemia intensificou as demandas de algumas abordagens ou a necessidade de adaptação para ampliação de outras ações. Imprescindível destacar o empenho na realização de novas pesquisas, expressando contribuições à nossa sociedade, neste período repleto de desafios.

## REFERÊNCIAS

- ABDUKODIROV, E.I. et al. Pain syndromes during COVID-19 and its consequences. *Oriental Journal of Medicine and Pharmacology*, v. 2, n. 05, p. 36-44, 2022.
- ALLEN, RJ. Physical agents used in the management of chronic pain by physical therapists. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, v.17, n.2, p. 315-345, 2006.
- ALONSO-MATIELO, H. et al. Pain in COVID era. *Frontiers in physiology*, v. 12, p. 624154, 2021.
- ALVES, C.P.; LIMA, E.A.; GUIMARÃES, R.B. Tratamento fisioterapêutico da lombalgia postural – estudo de caso. *Revista Interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia*, v.2, n.6, ano 2, 2014.
- ASHTON-JAMES, C.E.; ANDERSON, S.R.; MACKEY, S.C.; DARNALL, B.D. Beyond pain, distress, and disability: the importance of social outcomes in pain management research and practice. *Pain*, v.163, n.3,p e426-e431, 2022.
- ASSIS, A.K.T. Óptica - Issac Newton. Ed. Edusp (Ed. da Universidade de São Paulo), 2002.
- ATTAL, N.; MARTINEZ, V.; BOUHASSIRA, D. Potential for increased prevalence of neuropathic pain after the COVID-19 pandemic. *Pain reports*, v. 6, n. 1, 2021.
- BAGNATO, V. S.; PAOLILLO, F. R. Novos enfoques da fototerapia para condicionamento físico e reabilitação. 1. ed. São Carlos: Compacta Gráfica e Editora, 2014.
- BAGNATO, V.S. Laser e suas aplicações em Ciência e Tecnologia. Ed. Livraria da Física. 2008. pp. 1-87.
- BAROLET, D. Light-Emitting Diodes (LEDs) in Dermatology. *Semin Cutan Med Surg*, v. 27, p. 227-238, 2008.
- BEHM, D.G.; WILKE, J. Do Self-Myofascial Release Devices Release Myofascia? Rolling Mechanisms: A Narrative Review. *Sports Med*, v. 49, n. 8, p. 1173-1181, 2019.
- BRADBURY-SQUIRES, D.J. et al. Roller-massager application to the quadriceps and knee-joint range of motion and neuromuscular efficiency during a lunge. *J Athl Train*, v. 50, n.2, 133-140, 2015.



CAO, H.; LI, X.; LIU, J. An updated review of the efficacy of cupping therapy. PLoS One, v. 7, n. 2, e31793, 2012.

CASCELLA, M.; RAJNIK, M.; ALEEM, A. et al. Features, Evaluation, and Treatment of Coronavirus (COVID-19). In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554776/>. Acesso em: 18 de Fevereiro de 2023.

CHI, L. M.; LIN, L. M.; CHEN, C. L. et al. The effectiveness of cupping therapy on relieving chronic neck and shoulder pain: a randomized controlled trial. Evid Based Complement Alternat Med, v. 2016, p. 7358918, 2016.

CLAUW, D.J. et al. Considering the potential for an increase in chronic pain after the COVID-19 pandemic. Pain, v. 161, n. 8, p. 1694, 2020.

COHEN SP, VASE L, HOOTEN WM. Chronic pain: an update on burden, best practices, and new advances. Lancet, v.397, n. 10289, p.2082-2097, 2021.

DYDYK, A.M.; CONERMANN, T. Chronic pain. In: StatPearls. StatPearls Publishing, 2022. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK553030/>. Acesso em: 18 de Fevereiro de 2023.

ECCLESTON, C. et al. Managing patients with chronic pain during the COVID-19 outbreak: considerations for the rapid introduction of remotely supported (eHealth) pain management services. Pain, v. 161, n. 5, p. 889, 2020.

EL SAYED, S.M.; MAHMOUD, H.S.; NABO, M.M.H. Methods of Wet Cupping Therapy (Al-Hijamah): In Light of Modern Medicine and Prophetic Medicine. Alternative and Integrative Medicine. v. 2, n. 3, 1-16, 2013.

ERSEK, R.A. et al. Noninvasive Mechanical Body Contouring: A Preliminary Clinical Outcome Study. Aesth. Plast. Surg, v. 21, p. 61–67, 1997.

FARAHMAND, S.K. et al. The effects of wet cupping on serum high-sensitivity C-reactive protein and heat shock protein 27 antibody titers in patients with metabolic syndrome. Complement Ther Med, v. 22, n.4, p. 640-644, 2014.

FERRARESI, C.; HAMBLIN, M. R.; PARIZOTTO, N. A. Low-level laser (light) therapy (LLLT) on muscle tissue: performance, fatigue and repair benefited by the power of light. *Photonics and Lasers in Medicine*, v 1, p. 267-286, 2012.

FODOR, P.B. Endermologie (LPG): Does It Work? *Aesth Plast Surg*, v. 21, p. 68, 1997.

GOMES, B.B.C.; DE PAULA, W.F.; DE LIMA, F.D. Efeitos do exercício físico na prevenção e atenuação dos sintomas e na reabilitação de indivíduos infectados por SARS-COV-2: uma revisão integrativa. *Saúde em Foco: doenças emergentes e reemergentes*, v. 2. p. 261- 279, 2021.

GRECH, S.; BORG, J.N.; CUSCHIERI, S. Back pain: An aftermath of Covid-19 pandemic? A Malta perspective. *Musculoskeletal Care*, v. 20, n. 1, p. 145-150, 2022.

HAAR, D. Therapeutic ultrasound. *European Journal of Ultrasound*, v. 9, p. 3-9, 1999.

HAMBLIN, M.R.; DEMIDOVA, T.N. Mechanisms of low level light therapy – an introduction. *Proc SPIE*. v. 6140, p. 61001–61012, 2006.

HODE, L. The importance of the Coherency. *Photomedicine and Laser Surgery*, Larchmont, v. 23, n. 4, p. 431-434, 2009.

IASP - INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR THE STUDY OF PAIN. IASP Announces Revised Definition of Pain (2020). Disponível em: <https://www.iasp-pain.org/publications/iasp-news/iasp-announces-revised-definition-of-pain/>. Acesso em: 28 de Fevereiro, 2023.

JAMES D. YOUNG, J.D; SPENCE, A.J.; BEHM, D.G. ROLLER. Roller massage decreases spinal excitability to the soleus. *Journal of Applied Physiology*, v.124, n.4, p. 950-959, 2018.

JANBAZI, L. et al. The incidence and characteristics of chronic pain and fatigue after 12 months later admitting with COVID-19; The Post- COVID-19 syndrome. *Am J Phys Med Rehabil*. 2022. Online ahead of print. Disponível em: [https://journals.lww.com/ajpmr/Abstract/9900/The\\_incidence\\_and\\_characteristics\\_of\\_chronic\\_pain.24.aspx](https://journals.lww.com/ajpmr/Abstract/9900/The_incidence_and_characteristics_of_chronic_pain.24.aspx). Acesso em: 18 de Fevereiro de 2023.

JIMENO-ALMAZÁN, A.; PALLARÉS, J.G.; BUENDÍA-ROMERO, Á.; MARTÍNEZ-CAVA A., et al. Post-COVID-19 Syndrome and the Potential Benefits of Exercise. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 10, 5329, 2021.

- KEMP, H.I.; CORNER, E.; COLVIN, L.A. Chronic pain after COVID-19: implications for rehabilitation. *British journal of anaesthesia*, v. 125, n. 4, p. 436-440, 2020.
- KIM, S.M., KIM, S.R., LEE, Y.K., KIM, B.R., HAN, E.Y. The effect of mechanical massage on early outcome after total knee arthroplasty: a pilot study. *J Phys Ther Sci*, v.27, n.11, p. 3413-3416, 2015.
- KUCUK, A.; CURE, M.C.; CURE, E. Can COVID-19 cause myalgia with a completely different mechanism? A hypothesis. *Clinical rheumatology*, v. 39, n. 7, p. 2103-2104, 2020.
- LACASSE, A. et al. Impact of the COVID-19 pandemic on the pharmacological, physical, and psychological treatments of pain: Findings from the Chronic Pain & COVID-19 Pan-Canadian Study. *Pain reports*, v. 6, n. 1, p. e891, 2021.
- LOPES, L.A.B. et al. Synergistic effects of vacuum therapy and laser therapy on physical rehabilitation. *Journal of Physical Therapy Science*, v. 31, p. 598-602, 2019.
- MCALINDON, T. E. et al. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*, v. 22, p. 363-388, 2014.
- MENGES, D.; BALLOUZ, T.; ANAGNOSTOPOULOS, A.; ASCHMANN, H. E.; DOMENGHINO, A.; FEHR, J.S., PUHAN, M.A. Burden of post-COVID-19 syndrome and implications for healthcare service planning: A population-based cohort study. *PLoS One*, v. 16, n. 7, e0254523, 2021.
- MURAT, S. et al. Clinical presentations of pain in patients with COVID-19 infection. *Irish Journal of Medical Science*, v. 190, p. 913-917, 2021.
- NESSI, A. Breve História da Massagem. In: *Recursos Técnicos em Estética I*, Pereira, M.F.L (org), 2<sup>a</sup> Ed. Difusão Editora, 457 p., 2019.
- PAOLILLO, A.R.; PAOLILLO, F.R.; JOAO, J.P.; JOAO, H.A.; BAGNATO, V.S. Synergic effects of ultrasound and laser on the pain relief in women with hand osteoarthritis. *Lasers in Medical Science*, v. 30, p. 279-286, 2015.
- PAOLILLO, F.R.; PAOLILLO, A.R. Osteoartrite, atividade motora e os efeitos sinérgicos do ultrassom e laser. In: Karen Cristina Laurenti; Elissandra Moreira Zanchin; Vítor Hugo Panhoca; Vanderlei Salvador Bagnato. (Org.). *Reabilitação com Terapias Combinadas: Uma Nova Visão de Otimização Terapêutica*. 1ed.Recife: Even3, 2023, v. 1, p. 1-423.

PAOLILLO, F. R.; GONÇALVES, G. H.; CAMILO, B. de F.; MACHADO, C. da S.; PAOLILLO, A.R. Tecnologias a laser aplicadas à saúde e reabilitação. Atividade física, esporte e saúde: temas emergentes. 1ed.Belém/PA: RFB Editora, v. 1, p. 313-325, 2021.

SAHIN, T. et al. Pain symptoms in COVID-19. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, v. 100, n. 4, p. 307-312, 2021.

SCUTERI, D. et al. Pain assessment and treatment in dementia at the time of coronavirus disease COVID-19. Frontiers in neurology, v. 11, p. 890, 2020.

SERRANO-IBÁÑEZ, E.R. et al. Chronic pain in the time of COVID-19: Stress aftermath and central sensitization. British Journal of Health Psychology, v. 26, n. 2, p. 544-552, 2021.

SOUSA, F.A.; SILVA, J.A. Avaliação e mensuração da dor em contextos clínicos e de pesquisa. Rev Dor, v. 5, n. 4, p. 408-29, 2004.

SULLIVAN, K.M.; SILVEY, D.B.; BUTTON, D.C.; BEHM, D.G. Roller-massager application to the hamstrings increases sit-and-reach range of motion within five to ten seconds without performance impairments. Int J Sports Phys Ther, v. 8, n. 3, p. 228-236, 2013.

VLADIMIROV, Y.A.; OSIPOV, A.N.; KLEBANOV, G.I. Photobiological Principles of Therapeutic Applications of Laser Radiation. Biochemistry (Moscow). 69:81-90, 2004.

WANG, M.; BAKER, J. S.; QUAN, W.; SHEN, S.; FEKETE, G.; GU, Y. A Preventive Role of Exercise Across the Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) Pandemic. Frontiers in physiology, v. 11, p. 572718, 2020.

WENG, L.M.; SU, X.; WANG, X.Q. Pain symptoms in patients with coronavirus disease (COVID-19): A literature review. Journal of Pain Research, v.14, p. 147-159, 2021.

ZHANG, Y.; JORDAN, J. Epidemiology of Osteoarthritis. Rheum Dis Clin North Am, v. 3, n. 34, p. 515–529, 2010.