

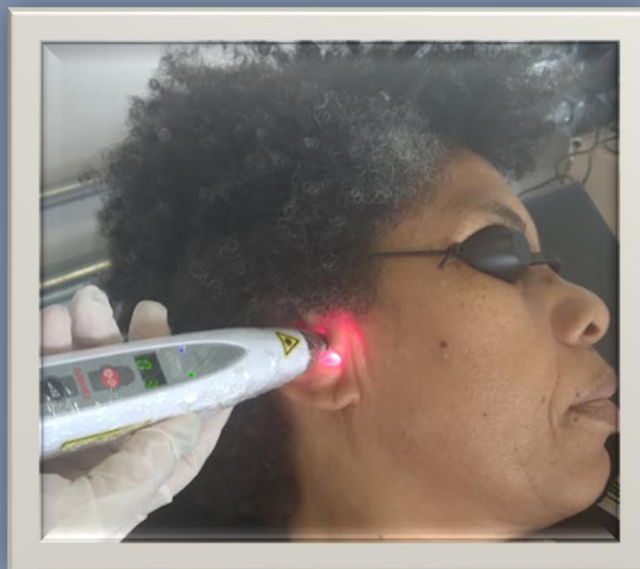
Terapias reabilitadoras aplicando Biofotônica em sequelas pós-Covid-19 - Covid crônica

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

Sumário

CAPÍTULO 1 - TECNOLOGIA E INOVAÇÃO.	1
CAPÍTULO 2 - DOSIMETRIA DE FOTOBIMODULACAO UTILIZANDO TECNOLOGIAS DE NOVA GERACAO PARA MONITORAMENTO E TRIAGEM DE PACIENTES COM COVID-19	9
CAPÍTULO 3 - DOSIMETRIA E ASPECTOS PRÁTICOS DA DESCONTAMINAÇÃO DE SUPERFÍCIES E AMBIENTES UTILIZANDO TECNOLOGIAS DE LUZ ULTRAVIOLETA	22
CAPÍTULO 4 - LESÃO POR PRESSÃO PÓS SEQUELA DA COVID 19.....	27
CAPÍTULO 5 - INTERVENÇÕES COM LASER E TERAPIA COMBINADA EM CASOS DE DORES RELACIONADAS À COVID 19.....	34
CAPÍTULO 6 - REABILITAÇÃO ARTICULAR: FASE AGUDA OU TARDIA DA COVID-19.	59
CAPÍTULO 7 - O EFEITO DAS TERAPIAS CONJUGADAS NO RATAMENTO DA COVID LONGA: UMA VISÃO CLÍNICA INTEGRADA E SISTÊMICA	69
CAPÍTULO 8 - FOTOBIMODULAÇÃO TRANSABDOMINAL COMO TERAPIA SINÉRGICA NO MANEJO DOS SINAIS E SINTOMAS E SUAS POSSÍVEIS APLICAÇÕES EM HARMONIZAÇÃO OROFACIAL.....	90
CAPÍTULO 9 - ODONTOLOGIA NO PÓS-COVID-19 (COVID CRÔNICA)	102
CAPÍTULO 10 - ANÁLISE DA RELAÇÃO DO SARS-CoV-2 COM A TOXINA BOTULÍNICA EM PROCEDIMENTOS ODONTOLÓGICOS.....	118
CAPÍTULO 11 - ATUAÇÃO FONOAUDIOLÓGICA NAS SEQUELAS PÓS-COVID-19	137
CAPÍTULO 12 - FOTOBIMODULAÇÃO NO ZUMBIDO PÓS-COVID-19.....	148
CAPÍTULO 13 - EFLÚVIO TELÓGENO CAUSADO PELA SÍNDROME DO PÓS-COVID E A FOTOBIMODULAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE TRATAMENTO	159

Considerações Gerais

A fotobiomodulação tem origem ancestral na humanidade. No Egito, a luz solar já era utilizada como terapia para diversas doenças como psoríase, vitiligo, entre outras. A área da saúde tem evoluído muito em seus procedimentos terapêuticos e com o desenvolvimento de aparelhos tendo como fonte de energia o laser e o LED nos deparamos com uma nova forma de obter tratamento de várias patologias aplicando luz.

A fotobiomodulação que se encontra sedimentada em fortes evidências científicas publicadas em várias revistas internacionais de impacto, comprova e torna robusta a aplicação da luz nas áreas de saúde de maneira contemporânea. O Brasil se tornou um grande nicho científico de desenvolvimento, pesquisa e inovação nestes procedimentos baseados em fotobiomodulação. A aplicação de fototerapia tem sido aplicada na saúde para modulação inflamatória, analgesia, cicatricial da derme ou neural, aumento da irrigação periférica, entre outras manifestações corporais encontradas em várias patologias. Novos aparelhos combinando fotobiomodulação com pressão negativa, pressão positiva e ultrassom tem surgido potencializando o efeito da terapia com luz. Este livro tem o objetivo de trazer terapia reabilitadora para pacientes que apresentam sequelas após terem Covid-19. Nós acreditamos que a contaminação com o vírus SARS-CoV-2 pode causar doença aguda, mais também uma manifestação patológica crônica, por alguns chamada de Covid Longa ou por nós, Covid Crônica.

Desejamos que os profissionais da área de saúde possam se atualizar e se aprofundar nos estudos da Covid-19 lendo este livro para que seus pacientes possam ser atendidos de maneira excelente. Nossa busca, em nossa mente deve se ter em primeiro lugar sempre a vida. Os que nessa vida terrena passam por aprendizado e satisfação em realização profissional, necessitam adquirir conhecimento relacionado com a preservação da vida. Bons estudos!

Vitor Hugo Panhóca

CAPÍTULO 1 - TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Profa. Esp. Elissandra Moreira Zanchin Graduada em enfermagem pela Universidade Paulista (UNIP);

Pós-graduação em Urgência, Emergência e Terapia Intensiva pela Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP);

Pós-graduação em Estomaterapia pela FAMERP (Faculdade de Medicina de Rio Preto);

Habilitada em Fototerapia e Terapia Fotodinâmica (CEPOF – IFSC/USP);

Participação em pesquisas de projetos científicos, fototerapia e terapia fotodinâmica aplicada a cicatrização de feridas (CEPOF – IFSC/USP).

Proprietária da Clínica Cicatrize.

Consultora Científica Enfermagem da MM Optics – São Carlos/SP.

Dra. Karen Cristina Laurenti

Bacharel em Fisioterapia pelo Centro Universitário de Araraquara – UNIARA;

Mestre em Bioengenharia - Universidade de São Paulo/USP - São Carlos (2007);

Doutora em Ciências - Universidade de São Paulo/USP – São Carlos (2011);

Pós-doutorado em Física pela Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG/Ponta Grossa/PR (2016);

Pesquisadora Colaboradora do Centro de Pesquisa em Óptica e Fotônica - CePOF do Instituto de Física de São Carlos – USP;

Especialista em Fisioterapia Hospitalar com Enfoque em UTI e,

Consultora Científica Fisioterapia da MMOptics – São Carlos/SP.

TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Profa. Esp. Elissandra Moreira Zanchin

Dra. Karen Cristina Laurenti

A aliança entre novas tecnologias e inovações têm papel muito importante para a prevenção e controle de doenças crônicas ocasionadas pelas sequelas da COVID-19. Alguns pacientes apresentam sintomas da doença prolongados, que foi denominado como “Síndrome pós-COVID-19” e podem sofrer com alterações no corpo e no sistema imunológico por dias, semanas ou meses após o diagnóstico. De forma branda ou moderada a doença pode apresentar sequelas ou disfunções, como dispneia, fraqueza, fadiga muscular, distúrbios neurológicos, gastrointestinais e musculares (SILVA, SOUSA, 2020). As alterações musculares após a COVID-19 ocorrem pelo desequilíbrio entre a produção e a quebra de proteína e são provenientes, principalmente, do imobilismo, da ventilação mecânica prolongada e da infecção. A fraqueza muscular abrange a polineuropatia associada a doenças críticas, miopatia e neuromiopatia. Além disso, a perda de massa muscular é precoce e ocorre durante a primeira semana (AVILA, PEREIRA, TORRES, 2020). Com mais de 20 milhões de pessoas recuperadas em todo Brasil, ainda existe a luta pela recuperação das sequelas a longo prazo, mesmo alguns meses após o fim da infecção.

A Fotobiomodulação (FBM) consiste na aplicação de luz com o objetivo de reparar o dano tecidual, tem se apresentado como uma abordagem benéfica, principalmente, quando a função celular se encontra prejudicada pela hipóxia. Além disso, pode gerar redução nos níveis de inflamação, através do controle das cascatas de fatores de inflamação, bem como produção de analgesia, por meio da absorção da luz (NEJATIFARD et al., 2020; HAMBLIN, 2016). Assim, o uso de LASER e LEDs pode ser utilizada como adjuvante no processo de recuperação, pois além dos resultados supracitados, ela não causa efeitos colaterais e não gera interação medicamentosa (FEKRAZAD, 2020) quando bem aplicado.

A MMO continua investigando e desenvolvendo novos equipamentos e protocolos para a reabilitação das possíveis sequelas decorrentes da COVID-19 e que são essenciais para agilizar na recuperação do paciente, auxiliando o tratamento e aumentando as chances de alívio de dor e ou cura.

BIOSSEGURANÇA

A evolução tecnológica e de novos equipamentos aumentou a segurança dos profissionais na intervenção e ampliou os cuidados com os pacientes, especialmente a Biossegurança em todas as áreas da saúde. Através de medidas e protocolos atuais de Biossegurança que são direcionados ao controle de infecção nos ambientes clínicos é muito importante para zelar pelo controle de infecção em ambiente de trabalho e contribuir para a segurança de nossos pacientes, familiares e toda equipe de saúde. Com Covid-19, ainda presente nos dias de hoje, nos mostra a importância da higienização dos cuidados para evitar a contaminação por vírus e bactérias, inimigos invisíveis e que, em muitos casos, podem ser fatais. Além disso desses cuidados, os profissionais devem estar atentos as medidas

de biossegurança no uso de equipamentos de LASER/ LED, ultrassom deve seguir algumas recomendações de Biossegurança:

Os óculos de proteção devem ser utilizados tanto pelo profissional (óculos azul), quanto pelo paciente (óculos verde ou óculos de bloqueio total) para proteger os olhos.



Óculos (azul) profissional



Óculos (verde) paciente



Óculos bloqueio total paciente

Quando as aplicações de Laser / Led forem realizadas em pacientes com COVID-19 ou pós sequelas de COVID-19, principalmente em feridas, cicatrizes, herpes, é necessário cobrir toda a peça de mão com filme PVC. A troca do filme deve ocorrer a cada paciente. A limpeza com álcool 70% deve ser utilizada nas ponteiros (também pode ser autoclavada), peça de mão e gabinete. Em relação às ventosas lavar com água e sabão.

Deve ser realizada a assepsia habitual, principalmente no gabinete, fios e peças de mão, ANTES e DEPOIS do tratamento de cada paciente, inclusive desde a primeira utilização do equipamento.

Os óculos devem ser higienizados SOMENTE com água e sabão.

CONTRAINDICAÇÕES

Devemos observar algumas situações em que o uso de equipamentos com Laser, Led e/ou terapia combinada são:

- Trombose e Tromboflebite;
- Câncer ou tumores;
- Sobre os olhos;
- Área cardíaca: PODE ocorrer modificação no potencial de ação e contractilidade (Recupero);
- Sobre órgãos reprodutores;
- Útero gravídico;
- Áreas epifisárias em crianças e adolescentes;
- Pacientes que faz uso de medicamento fotossensibilizador;
- Áreas com perda de sensibilidade, podendo causar risco de queimadura (Recupero);

- Processos infecciosos;
- Marcapasso: PODE ocasionar risco de interferência no funcionamento do marcapasso;
- Sobre tatuagem e;
- Áreas previamente tratadas com radioterapia.

É importante salientar que os equipamentos não devem ser operados por pessoas ou profissionais sem a devida habilitação.

O equipamento não deve sofrer quedas. Para minimizar tais riscos e contribuir com a Biossegurança os profissionais habilitados devem adotar as seguintes medidas:

- a) Realizar a assepsia das mãos antes e após atender qualquer paciente e fazer uso de paramentação adequada;
- b) O PROFISSIONAL E O PACIENTE DEVEM USAR ÓCULOS DE PROTEÇÃO DURANTE TODO O TRATAMENTO;
- c) Seguir e respeitar as normas de uso correto seguindo o manual;
- d) Podem ocorrer Riscos elétricos. Os equipamentos devem ser ligados sem extensões, em redes específicas utilizando estabilizadores de voltagem;
- e) Prestar assistência em cada paciente por vez, nunca se ausentando, em qualquer etapa, do local onde o procedimento é realizado;
- f) Aplicar a técnica em ambiente próprio que garanta o máximo de higiene e segurança estabelecidos em normas da ANVISA ou outras em vigor;
- g) Calibração periódica do equipamento a cada 6 meses (Recupero) e os demais equipamentos da MMO a cada 2 anos de acordo com o fabricante;
- h) O bom andamento do procedimento clínico depende de alguns fatores como o diagnóstico correto, acompanhamento da evolução da patologia do paciente, observação e atenção às contraindicações e,
- i) Escolha do protocolo com doses adequadas para cada paciente e patologia.

EQUIPAMENTOS

O RECOVER® possui 2 Laser, um vermelho (660 nm) e outro infravermelho (808nm). Deve ser utilizado de modo pontual, espaçando 1 cm entre os pontos de irradiação. Pode ser utilizado no tratamento da dor, na modulação do processo inflamatório, para drenagem linfática e para acelerar a reparação de lesões, por exemplo, as cutâneas. Com este equipamento também pode ser realizada a fotobiomodulação transcutânea vascular, também conhecida como a técnica ILIB, que consiste na irradiação do sangue de modo não invasiva e promove diversos efeitos sistêmicos, entre eles, a ação

antioxidante, anti-inflamatória e analgésica que resultam na prevenção e tratamento de diversas patologias.



Equipamento Recover® MMOptics.

O LASER DUO® é um laser de baixa intensidade para utilização em procedimentos fonoaudiológicos e odontológicos e possui 2 comprimentos de onda. Laser vermelho 660nm e laser infravermelho 808nm e a Fotobiomodulação Sistêmica Vascular (Terapia ILIB). Além disso, tem a terapia fotodinâmica que pode ser utilizada para redução antimicrobiana, quando associado a substâncias fotossensibilizantes como o Azul de Metileno.



Equipamento Laser Duo® MMOptics.

O VACUM LASER® contém 6 lasers, sendo 3 vermelhos e 3 infravermelhos ao redor do orifício da câmara de vácuo. Também, contém ventosas de diferentes tamanhos (pequenas, médias e grandes) para permitir melhor acoplamento e irradiação de diferentes áreas corpóreas. O modo de aplicação pode ser pontual ou em movimento deslizante. O efeito conjunto dos lasers e da sucção, potencializa a ação anti-inflamatória e analgésica, além de promover liberação miofascial, estimulação sensório-motora e drenagem linfática. Então, reduz a dor, relaxa a musculatura e aumenta a amplitude de movimento, favorecendo a funcionalidade. Além disso, possui 3 ventosas de acrílico especialmente para a área da fonoaudiologia.



Equipamento Vacuum Laser® MMOptics.

O RECUPERO® é único equipamento no mercado que combina a aplicação simultânea de ultrassom e laser no mesmo equipamento. Possui um transdutor de ultrassom com 2 lasers posicionados no centro, um vermelho (660nm) e outro infravermelho (808 nm). Ainda, contém um sensor star/stop, que desliga a emissão da energia quando não está em contato com a pele do paciente. Este equipamento permite a aplicação simultânea do ultrassom terapêutico e da fotobiomodulação potencializando os efeitos anti-inflamatórios, analgésicos trófico-regenerativos, além da produção de ATP favorecendo o aumento da regeneração tecidual por meio do estímulo à microcirculação que eleva o aporte de elementos nutricionais associado ao aumento da velocidade mitótica, facilitando a multiplicação das células e formação de novos vasos a partir dos pré-existentes de forma sistêmica.



Equipamento Recupero® MMOptics.

O VÊNUS® é um equipamento que inclui 2 peças de mão para tratamento. Uma peça de mão contém 2 Lasers vermelhos (660nm) alternados com 3 LEDs azuis (~450nm) e, na outra, contém 3 Lasers infravermelhos (808nm) alternados com 3 LEDs âmbar (~590nm).



Equipamento Vênus® MMOptics.

O EMILIGHT® é um equipamento que entrega energia por meio de emissores LED vermelho e azul, no comprimento de onda 630nm e 450nm. Atua com máxima eficiência no processo de cicatrização e descontaminação de lesões, ao interagir com o tecido biológico. Devido ao tamanho da ponteira traz uma maior uniformidade e melhor aproveitamento na entrega de energia, tornando os procedimentos mais efetivos e principalmente ágeis.



Equipamento Emilight® MMOptics.

Estes equipamentos foram desenvolvidos dentro da mais alta tecnologia disponível no mercado, projetado para proporcionar o máximo de rendimento, qualidade e segurança, além de testado por especialistas em laser. É importante que seja realizada uma avaliação clínica e funcional prévia para a escolha do protocolo mais adequado às condições do paciente e seguir as orientações relacionadas à Biossegurança e contraindicações. Além disso, desenvolvimento de novas tecnologias e inovação trazem resultados promissores e contribuem com os profissionais que buscam terapias coadjuvantes nesse processo de recuperação e, conseqüentemente favorecem uma excelente assistência prestada a todos os pacientes com sequelas pós-covid-19.

REFERÊNCIAS

AVILA, Paulo Eduardo Santos; PEREIRA, Raphael do Nascimento; TORRES, Daniel da Costa. Guia de orientações fisioterapêuticas na assistência ao paciente pós covid-19. Belém: UFPA, FFTO, Curso de Fisioterapia, 2020. Disponível em: [tps://livroaberto.ufpa.br/jspui/handle/prefix/833](https://livroaberto.ufpa.br/jspui/handle/prefix/833). Acesso em: 04 de jan de 2023.

FEKRAZAD, R. Photobiomodulation and Antiviral Photodynamic Therapy as a Possible Novel Approach in COVID-19 Management. *Mary Ann Liebert*, v.38, n.5, p.255-257, 2020. Disponível em: doi: 10.1089/photob.2020.4868. Acesso em: 08 jul 2022.

HAMBLIN, L. Proposed mechanisms of photobiomodulation o Low level light therapy. *IEEE*, v.22, 2016.

NEJATIFARD. M. et al. Probable positive effects of the photobiomodulation as an adjunctive treatment in COVID-19: A systematic review. *Cytokine*, v.137, 2021.

SILVA, R.M.V. da; SOUSA, A.V.C. Fase crônica da COVID-19: desafios do fisioterapeuta diante das disfunções musculoesqueléticas. *Fisioter.*

CAPÍTULO 2 - DOSIMETRIA DE FOTOBIMODULACAO UTILIZANDO TECNOLOGIAS DE NOVA GERACAO PARA MONITORAMENTO E TRIAGEM DE PACIENTES COM COVID-19

Marcelo Saito Nogueira

Pesquisador do Tyndall National Institute, University College Cork. PhD em Física pelo Tyndall National Institute e pelo Departamento de Física da University College Cork. Bacharel em Ciências Físicas e Biomoleculares – ênfase tecnológica (2014), e Mestre em Ciências e Física Aplicada com ênfase Biomolecular pelo Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo. Tem experiência em biofotônica e óptica biomédica, especialmente em projeto de instrumentos ópticos para aplicações biomédicas, classificação de amostras usando modelos de análise multivariada/aprendizado de máquina e modelagem da propagação da luz em meios complexos. Trabalhou com biofotônica em escalas de tempo curtas seguindo excitação de laser pulsado e espectroscopia de comprimentos de onda ultravioleta a infravermelho para investigação de processos associados a alterações bioquímicas e morfológicas em tecidos biológicos e biofluidos. Desenvolveu sistemas ópticos para detecção de doenças, delineamento de margem e orientação cirúrgica, principalmente interessado no desenvolvimento de novas técnicas fotônicas e métodos de análise de dados para extrair mais informação de meios complexos, bem como no aperfeiçoamento e integração de técnicas óticas existentes em dispositivos médicos para tradução clínica acelerada e impacto social. Interessado por iniciativas para aumentar a conscientização pública sobre fotônica, incluindo iniciativas para desenvolver medicina personalizada, diagnósticos e terapêutica, bem como educação e engajamento público.

DOSIMETRIA DE FOTOBIMODULACAO UTILIZANDO TECNOLOGIAS DE NOVA GERACAO PARA MONITORAMENTO E TRIAGEM DE PACIENTES COM COVID-19

Marcelo Saito Nogueira

Como dito anteriormente, o COVID-19 causa uma série de sintomas respiratórios e cardiovasculares. Para tratar esses sintomas, uma série de tratamentos foram propostos utilizando a fotobiomodulação [1] – [5] para não somente controlar sintomas de certos órgãos em específico como também sintomas de doenças endoteliais e doenças microvasculares associadas. Apesar do acompanhamento/monitoramento dos sintomas de COVID-19 durante tratamento poder ser realizado pela avaliação do quadro clínico e por meio de exames bioquímicos complementares [6], esse acompanhamento não se torna ideal para pacientes com COVID-19 severo e pacientes com sequelas graves. Além dos pacientes já poderem ser classificados como tendo alto risco de morte por sequelas ou severidade de sintomas do COVID-19, esse acompanhamento se torna ainda menos eficaz em pacientes apresentando inflamação vascular e/ou pulmonar, uma vez que a condição clínica do paciente pode degradar-se rápida e subitamente. Para evitar um número maior de mortes, o monitoramento de sintomas de pacientes de alto risco deve ser realizado em tempo real. Esse monitoramento pode ser realizado com tecnologias teranósticas utilizando a luz para ambos tratamento e diagnósticos dos sintomas de COVID-19 [7] – [11]. Essas tecnologias geralmente se baseiam na extração de informações bioquímicas do tecido biológico por meio das mudanças na intensidade, tempo e/ou frequência da luz que entrou no tecido. As técnicas para as medidas dessas mudanças se referem aos vários tipos de espectroscopia ótica [5], [9] – [58][5], [9] – [51], [53], [55] – [58], alguns dos quais serão abordados nas seções deste capítulo.



Figure 1: Desenho esquemático de equipamentos de nova geração para fotobiomodulação, dosimetria, monitoramento de pacientes e tratamento personalizado baseado nos resultados desse monitoramento.

Dosimetria de fotobiomodulação utilizando espectroscopia absorção de gás em meios espalhadores (GASMAS; Gas in scattering media absorption spectroscopy)

Algumas das técnicas teranósticas envolvem o monitoramento da oxigenação pulmonar não-invasivo e em tempo real via GASMAS (Gas Absorption Spectroscopy ou espectroscopia de absorção de luz por gases), sugerida pelo Dr. Marcelo Saito Nogueira logo após do início da pandemia [7], [59]. A técnica de espectroscopia GASMAS é capaz de medir a quantidade relativa de oxigênio nos pulmões de pacientes por meio da absorção de luz por moléculas de oxigênio e moléculas de água. O sinal da água é utilizado para corrigir os níveis de oxigênio medidos assumindo a umidade dentro dos pulmões dos pacientes serem igual a 100%. A técnica GASMAS não só possibilita o monitoramento da recuperação dos pacientes por meio da avaliação de funções pulmonares como também abre as portas para a estratificação de pacientes pelo grau de severidade do COVID-19 e outras doenças pulmonares (que podem ocorrer concomitantemente com o COVID-19).

A avaliação desse grau de severidade é extremamente importante para o planejamento do tratamento de cada paciente, pois não só tratamentos específicos para COVID-19 podem desencadear problemas para outros tipos de doenças pulmonares como a dosimetria de quaisquer tratamentos precisa ser associada ao grau de severidade do paciente. É importante mencionar que esse grau de severidade também pode mudar em tempo real e a dosimetria do tratamento pode então variar em escala de tempos menores (por exemplo, horas) do que um exame bioquímico disponibilizaria resultados. No caso da fotobiomodulação, a dosimetria de luz pode ser alterada em tempo real com o aumento ou diminuição do grau de severidade de um paciente. Há também grandes chances do equipamento de GASMAS poder ser acoplado diretamente com o de fotobiomodulação no infravermelho [7], já que GASMAS já utiliza luz nos comprimentos de onda do infravermelho para fazer as medidas. Outra vantagem da técnica GASMAS em relação a exames bioquímicos é que nenhum resíduo químico precisa ser descartado na natureza, uma vez que GASMAS faz parte das tecnologias verdes [60]. Se o equipamento GASMAS for automatizado para avisar funcionários de hospitais e clínicas no momento em que o paciente precisa de uma nova dosagem e/ou precisa de pronto-atendimento, o monitoramento da função pulmonar em tempo real permitiria médicos(as) e enfermeiros(as) a dedicarem somente o tempo específico necessário a cada paciente.

Dosimetria de fotobiomodulação utilizando tecnologias de nova geração para triagem para COVID-19

Outra tecnologia para economizar o tempo de profissionais da saúde seria o uso de câmeras infravermelho (geralmente vendidas na forma de câmeras térmicas e câmeras de visão noturna) para o monitoramento do risco de contração de COVID-19 em casos de febre [61]. Esse monitoramento pode utilizar câmeras de segurança para monitoramento em larga-escala ou mesmo em salas aclimatizadas em clínicas e hospitais. Caso indivíduos em risco sejam identificados, medidas mais precisas podem ser realizadas durante o exame físico pré-consulta. Essas medidas podem incluir temperatura em diversas localizações do corpo e oxigenação do sangue com oxímetros de pulso com precisão médica tipicamente envolvendo medidas nos dedos (diferentemente da oximetria de pulso

com sensores de relógios de pulso) [61]. Indivíduos em risco podem fazer o teste do COVID-19. Para indivíduos contaminados e que precisem de tratamento com dosimetria a ser definida, pesquisas podem ser realizadas com dados coletados pre-desenvolvimento de sintomas severos de COVID-19. Se houver correlação entre os sinais vitais e/ou temperatura de pacientes com COVID-19 severo e a eficácia de quaisquer tratamentos sistêmicos ou localizados (incluindo fotobiomodulação), um “screening” da população com técnicas de maior custo-benefício podem ser utilizadas diretamente para o planejamento do tratamento (como, por exemplo, técnicas de análise de biofluidos [48], [62] –[71]). Vale a pena lembrar que medidas da evolução temporal da oxigenação do sangue por oximetria de pulso pode também ser uma informação relevante, uma vez que a diminuição dessa oxigenação está ligada a problemas cardiopulmonares e protocolos de oclusão vascular (ou oclusão de fluxo sanguíneo) podem ser utilizados para avaliar a função vascular endotelial de cada paciente.

Dosimetria de fotobiomodulação utilizando a espectroscopia infravermelho

A espectroscopia infravermelho tem sido utilizada para identificar e monitorar disfunções endoteliais e microvasculares em muitos tipos de doenças e comorbidades, incluindo o COVID-19. Tanto a identificação como o monitoramento dessas disfunções são extremamente importantes em doenças como COVID-19, que envolve não só sintomas respiratórios e cardiovasculares como também disfunções vasculares sistêmicas que afetam principalmente a microcirculação periférica e órgãos associados. Desse modo, a espectroscopia infravermelho poderia ser utilizada para a dosimetria e planejamento de tratamentos associados a fotobiomodulação sistêmica vascular, assim como monitoramento da restauração das funções endoteliais e microvasculares periféricas de pacientes.

A espectroscopia infravermelho tem diversas modalidades, sendo que as principais utilizadas para o monitoramento de pacientes com COVID-19 são:

- a espectroscopia infravermelho de onda contínua (EIOC, ou seja, com a luz ligada durante todo o tempo do monitoramento): semelhante a tecnologia empregada em oxímetros de pulso, esse tipo de espectroscopia é utilizado para o monitoramento da concentração de hemoglobina e saturação de oxigênio no sangue em tempo real, permitindo deduzir o número de batimentos por minuto. Disfunções endoteliais e microvasculares são avaliadas por meio de testes de oclusão vascular nos quais a taxa de desoxigenação (DeO₂) e reoxigenação (ReO₂) assim como a área abaixo do pico de hiperemia (HAUC) de um dos braços do paciente é monitorada conforme o esfigmomanômetro posicionado no antebraço do paciente infla e desinfla [72]. Estudos passados [72] demonstraram que as alterações micro circulatórias foram correlacionadas a severidade de síndrome respiratória aguda grave em pacientes com COVID-19. A maioria dos equipamentos de EIOC é afetada pela cor da pele do paciente porque todos os parâmetros sanguíneos são monitorados baseados na razão absorção da luz em dois comprimentos de onda (para monitoramento de somente oxiemoglobina e deoxiemoglobina). Para não aumentar o custo dos equipamentos, a maioria deles não inclui uma terceira “cor” de luz (ou seja, um comprimento de onda adicional) para correção da absorção da melanina. Dessa forma, as medidas de EIOC assumem que a concentração de melanina no tecido é baixa o suficiente para não alterar os sinais vindo do sangue. Da mesma forma, assume-

se que a absorção de luz pela água e gordura (lipídeos) não afetem os mesmos sinais. Enquanto estudos anteriores mostraram que a concentração de água e gordura tendem a não afetar as medidas de EIOC, uma alta concentração de melanina tende a estimar valores de oxigenação acima dos valores reais. Isso afeta medidas de pessoas negras e, por isso, novos protocolos estão atualmente sendo desenvolvidos para medidas em pacientes negros. Por fim, medidas de EIOC podem variar de equipamento para equipamento, pois a estimativa de DeO_2 , ReO_2 e HAUC é dependente das intensidades de luz enviada ao tecido e detectada. Portanto, flutuações de intensidade de luz que afetam as medidas podem ocorrer não só devido a instabilidades na fonte de luz e detector, como também pelo posicionamento deles e como fatores externos (como a luz ambiente, contato com a pele etc.) alteram a intensidade da luz nos comprimentos de onda de iluminação e detecção.

- a espectroscopia infravermelho temporal (EIT, ou seja, com a luz ligada somente durante o tempo de pulsos de luz geralmente com menos de 1 nanosegundo de duração por pulso e detector monitorando como a luz se distribui no tecido após esse pulso): utilizada para medir parâmetros similares a EIOC, porém com o adicional de comparação entre leituras de absorção de luz pelo sangue entre pacientes. Essa comparação é útil para o estabelecimento de parâmetros de tratamento (por exemplo, taxa de desoxigenação do sangue) independentemente de variáveis entre pacientes, como a cor da pele (ou seja, a concentração de melanina). A absorção da melanina pode ser ignorada pela EIT ao se eliminar a luz coletada em tempos curtos após o pulso de luz, que seria o equivalente a eliminar a luz que ficou pouco tempo dentro do tecido antes de voltar até a superfície da pele e ser detectada. Como uma luz que fica pouco tempo dentro do tecido não caminha muito longe da posição entre a fonte de luz (por exemplo, um laser) e o detector (por exemplo, uma câmera) que ficam localizados na superfície da pele ou mais longe, essa luz não penetrou muito a fundo no tecido. Como a melanina fica principalmente localizada na epiderme, que é a camada mais superficial da pele, eliminar a luz coletada em tempos curtos é suficiente para eliminar a influência da melanina nas medidas de EIT. Vale lembrar que essa eliminação também funciona porque as partes mais vascularizadas da pele ocorrem a partir da derme e o sinal do sangue é quase inexistente na epiderme. Desse modo, eliminar sinais de luz da epiderme não acarreta menos absorção significativa pelo sangue na pele. Além disso, interferência nas medidas devido a luz ambiente não ocorre porque a luz ambiente não tem flutuações de intensidade em tempos de picossegundos e nanossegundos, que seriam a duração de cada medida. Essa interferência pode ser removida após a subtração da linha de base do espectro de EIT. Como a medida de EIT não se baseia na intensidade da luz e, sim, na evolução temporal da distribuição de luz coletada após o pulso de luz enviado ao tecido, o sinal de EIT não sofre interferência de medidas derivadas dessa intensidade e pode ser comparado de equipamento para equipamento. Essa comparação permite a padronização de medidas e calibração de equipamentos muito mais precisa que em equipamentos de EIOC.

- a espectroscopia de correlação difusa (ECD, ou seja, medidas da flutuação do sinal de luz coletado do tecido em períodos de microssegundos): utilizada para determinar o fluxo de sangue em tempo real, principalmente em situações em que a EIT não consegue ser rápida o suficiente para determinar o número de batimentos cardíacos por minuto (BPM). O uso conjunto de EIT e ECD é sugerido para que equipamentos possam ser eventualmente miniaturizados e ainda cumprir uma função melhor do que equipamentos de EIOC portáteis, que permitiria uma melhor padronização entre medidas e equipamentos.

A espectroscopia infravermelho teve um avanço extremo durante a pandemia devido a flexibilidade nas regulamentações dos Estados Unidos (EUA) e investimento do governo americano para o um programa especializado no desenvolvimento de tecnologias para detecção do COVID-19. Da mesma forma, a comissão europeia também flexibilizou as leis e incentivou a pesquisa com o HEMOCOVVID-19 [72]–[74] e VASCOVVID [75]–[77] para monitoramento de parâmetros vasculares (principalmente disfunção endotelial e microvascular). O consorcio do HEMOCOVVID-19 explorou principalmente a modalidade de EIOC e contou com 13 parceiros em 6 países, incluindo o Hospital Das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade of Sao Paulo (USP), Instituto de Física da Universidade de Campinas (Unicamp) e Hospital Das Clínicas da Unicamp. Ao mesmo tempo, o programa do VASCOVVID explorou a modalidade EIT combinada com ECD e teve 8 parceiros em 4 países europeus, incluindo o ICFO (Instituto de Ciências Fotônicas de Barcelona na Espanha), o Politecnico di Milano na Italia, a Splendo na Holanda e a BioPixS na Irlanda. O projeto VASCOVVID contou com a criação de uma spin-off pelo ICFO, a HemoPhotonics em 2013, que agora se especializa na criação de equipamentos de ECD (ou DCS em inglês, reference a diffuse correlation spectroscopy).

Ainda com o extremo avanço tecnologia durante a pandemia, ainda faltou explorar muitas das tecnologias que poderiam revolucionar a telemedicina e monitoramento a distância de COVID-19 e muitas outras doenças causando sintomas parecidos. A mesma flexibilização proporcionada nos tempos de COVID-19 foi muito bem-sucedida. Investimentos para o desenvolvimento de tecnologias para o monitoramento de COVID-19 e outras doenças ainda se fazem extremamente necessários para evitar outras pandemias e que pacientes ja acometidos por COVID-19 consigam monitorar as próprias sequelas em tempo real. Para isso, a flexibilização das leis e regulamentações para pesquisas clínicas precisa estar aliada ao incentivo financeiro a pesquisas clínicas visando a validação e comercialização das tecnologias de nova geração.

Isso necessariamente envolve a colaboração entre profissionais do meio acadêmico, indústria, clínico e de design de equipamento médicos (mais conhecido como modelo “ABCD” – Academic, Business, Clinic & Design), levando em conta tanto a opinião dos médicos (usuários) como a dos beneficiários finais (pacientes) de preferência num cenário de pesquisa engajada (ou do inglês, “Engaged Research”) [78] – [84], colaborativa e multidisciplinar aliada ao “open-access” aos recursos gerados [60], [85]. Isso porque a translação de tecnologias para o ambiente médico por meio de pesquisas clínicas costuma ser um processo lento devido a regulamentações recentes forcarem a validação de equipamentos médicos/clínicos a passar pelos mesmos passos da validação de fármacos, mesmo que esses equipamentos sejam nao-invasivos ou minimamente-invasivos e tenham por fim o diagnostico aplicando luzes menos potentes que a luz do sol para avaliação de pacientes. Para acelerar a implementação de novas tecnologias em hospitais e clínicas, é indispensável que a comunidade como um todo se esforce para a modernização do sistema de saude de modo que a população será beneficiada ao máximo [85].

REFERÊNCIAS:

- [1] V. H. Panhóca et al., “Effects of red and infrared laser therapy in patients with tinnitus: a double-blind, clinical, randomized controlled study combining light with ultrasound, drugs and vacuum therapy,” *J. Pers. Med.*, 2023.
- [2] L. T. Ferreira et al., “Application of low-level laser therapy in trigeminal neuralgia: a clinical case,” in *Imaging, Therapeutics, and Advanced Technology in Head and Neck Surgery and Otolaryngology 2023*, 2023, vol. 12354, pp. 12–17.
- [3] L. S. Bomfin, D. Kitakawa, M. S. Nogueira, L. F. das C. e Silva, and others, “Low Level Laser Therapy as adjuvant treatment for lower lip lesion,” in *Latin America Optics and Photonics Conference, 2022*, pp. M2B--6.
- [4] V. H. Panhóca, M. S. Nogueira, and V. S. Bagnato, “Laser and vacuum therapy for treatment of facial nerve palsies,” in *Imaging, Therapeutics, and Advanced Technology in Head and Neck Surgery and Otolaryngology 2022*, 2022, vol. 11935, pp. 39–48.
- [5] V. H. Panhóca, M. S. Nogueira, and V. S. Bagnato, “Treatment of facial nerve palsies with laser and endermotherapy: a report of two cases,” *Laser Phys. Lett.*, vol. 18, no. 1, p. 15601, 2020.
- [6] L. F. das C. e S. Carvalho and M. Saito Nogueira, “Optical techniques for fast screening--towards prevention of the coronavirus COVID-19 outbreak,” *Photodiagnosis Photodyn. Ther.*, 2020.
- [7] M. S. Nogueira, “Optical theranostics and treatment dosimetry for COVID-19 lung complications: towards increasing the survival rate of vulnerable populations,” *Photodiagnosis Photodyn. Ther.*, 2020.
- [8] M. Mousavi et al., “Photodynamic therapy dosimetry using multiexcitation multiemission wavelength: toward real-time prediction of treatment outcome,” *J. Biomed. Opt.*, vol. 25, no. 6, p. 63812, 2020.
- [9] M. S. Nogueira, F. F. P. Junior, R. A. Cface, K. T. de Oliveira, V. S. Bagnato, and F. E. G. Guimarães, “Characterization of photophysical properties of curcumin for theranostics of neurodegenerative diseases,” *Proc. SPIE 10876, Photonics West*, 10876-37, 2019.
- [10] C. T. de Andrade et al., “Optical spectroscopy of radiotherapy and photodynamic therapy responses in normal rat skin shows vascular breakdown products,” in *Proceedings of SPIE 9694 Optical Methods for Tumor Treatment and Detection: Mechanisms and Techniques in Photodynamic Therapy XXV*, 2016, vol. 9694, p. 969410.
- [11] M. S. Nogueira and F. E. G. Guimarães, “Photophysical processes on biological tissues and photodynamic therapy using steady-state and time-resolved fluorescence techniques: diagnosis applications, dosimetry and photodegradation kinetics,” *Livro de Resumos*, 2016.

- [12] L. Pires, M. S. Nogueira, L. T. Moriyama, and C. Kurachi, "Fluorescence lifetime for melanoma murine detection," *Tech. Summ.*, 2014.
- [13] F. D. J. Silami et al., "Quantitative image of fluorescence of ceramic and resin-cement veneers," *Braz. Oral Res.*, vol. 33, 2019.
- [14] M. S. Nogueira, V. H. Panhóca, and V. S. Bagnato, "Fluorescence spectroscopy analysis of light-induced tooth whitening," *Proc. SPIE 10876, Photonics West*, 10876-45, 2019.
- [15] M. Nogueira, C. P. D'Almeida, A. Cosci, S. Pratavieira, C. Kurachi, and P. A. Schimdt, "Montagem e caracterização de sistema de espectroscopia e tempo de vida de fluorescência utilizando fibra óptica," in *XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica--CBEB*. Uberlandia, 2014, pp. 2468–2471.
- [16] M. S. Nogueira, "Fluorescence lifetime spectroscopy for diagnosis of clinically similar skin lesions," *Universidade de São Paulo*, 2016.
- [17] G. Nicolodelli et al., "Fluorescence lifetime evaluation of whole soils from the Amazon rainforest," *Appl. Opt.*, vol. 56, no. 24, pp. 6936–6941, 2017.
- [18] M. S. Nogueira, C. P. D'Almeida, S. Pratavieira, and C. Kurachi, "Sistema de espectroscopia e tempo de vida de fluorescência para diagnóstico clínico," *Anais/Resumos*, 2015.
- [19] C. Kurachi, L. Pires, M. S. Nogueira, and S. Pratavieira, "Lifetime fluorescence for the detection of skin lesions," *Biomed. Opt.* 2014, no. April, p. BS4B.3, 2014, doi: 10.1364/BIOMED.2014.BS4B.3.
- [20] M. S. Nogueira, S. Pratavieira, C. Kurachi, and others, "Portable fluorescence microendoscope system for smartphones and imaging processing software," *Tech. Summ.*, 2015.
- [21] M. S. Nogueira et al., "Diffuse reflectance spectroscopy for determination of optical properties and chromophore concentrations of mice internal organs in the range of 350 nm to 1860 nm," in *Proceedings of SPIE 10685 Biophotonics: Photonic Solutions for Better Health Care VI*, 2018, vol. 10685, p. 106853G.
- [22] B. A. Ono, M. Nogueira, L. Pires, S. Pratavieira, and C. Kurachi, "Subcellular localization and photodynamic activity of Photodithazine (glucosamine salt of chlorin e6) in murine melanoma B16-F10: an in vitro and in vivo study," *Proc. SPIE 10476 Opt. Methods Tumor Treat. Detect. Mech. Tech. Photodyn. Ther. XXVII*, vol. 10476, no. February, p. 44, 2018, doi: 10.1117/12.2283241.
- [23] L. F. C. S. Carvalho et al., "In vivo Raman spectroscopic characteristics of different sites of the oral mucosa in healthy volunteers," *Clin. Oral Investig.*, vol. 23, no. 7, pp. 3021–3031, 2019.
- [24] L. F. C. S. Carvalho, M. S. Nogueira, L. P. M. Neto, T. T. Bhattacharjee, and A. A. Martin, "Raman spectral post-processing for oral tissue discrimination – a step for an automatized diagnostic system," *Biomed. Opt. Express*, vol. 8, no. 11, p. 5218, 2017, doi: 10.1364/BOE.8.005218.

- [25] M. S. Nogueira, S. Pratavieira, A. T. Júnior, R. S. Azevedo, and C. Kurachi, “Diagnóstico de queilite actínia por espectroscopia de tempo de vida de fluorescência,” *Anais/Resumos*, 2015.
- [26] M. S. Nogueira, R. G. T. Rosa, S. Pratavieira, D. de Paula, and C. Kurachi, “Assembly and characterization of a fluorescence lifetime spectroscopy system for skin lesions diagnostic,” in *Proceedings of SPIE 9531 Biophotonics South America*, 2015, vol. 9531, p. 95313D.
- [27] M. S. Nogueira, V. S. Bagnato, and V. H. Panhoca, “Characterization of teeth fluorescence properties due to coffee pigmentation: towards optimization of quantitative light-induced fluorescence for tooth color assessment,” *Proc. SPIE 11238, Photonics West*, 11238-51, 2020.
- [28] M. S. Nogueira, F. F. Pinto Junior, R. A. Caface, K. T. de Oliveira, and F. E. G. Guimarães, “Optimization of curcumin formulations for fluorescence-based applications,” *Proc. SPIE 11238, Photonics West*, 11238-50, 2020.
- [29] M. S. Nogueira, V. S. Bagnato, and V. H. Panhóca, “Calculation of whiteness and yellowness indexes using colorimetric and photographic methods for tooth shade evaluation,” *Proc. SPIE 11238, Photonics West*, 11238-52, 2020.
- [30] M. S. Nogueira, A. Brugnera Junior, V. S. Bagnato, V. H. Panhóca, and V. H. Panhóca, “Evaluation of the whitening effectiveness of violet illumination alone or combined with hydrogen peroxide gel,” *Photobiomodulation, Photomedicine, Laser Surg.*, 2021.
- [31] M. S. Nogueira, A. Cosci, S. Pratavieira, A. Takahama Jr, R. S. Azevedo, and C. Kurachi, “Evaluation of actinic cheilitis using fluorescence lifetime spectroscopy,” in *Proceedings of SPIE 9703 Optical Biopsy XIV: Toward Real-Time Spectroscopic Imaging and Diagnosis*, 2016, vol. 9703, p. 97031U.
- [32] M. S. Nogueira, A. Cosci, and C. Kurachi, “Assessment of oxidative stress and metabolic rates in liver grafts using time-resolved fluorescence spectroscopy,” in *Proceedings of SPIE 10685 Biophotonics: Photonic Solutions for Better Health Care VI*, 2018, vol. 10685, p. 106853Z.
- [33] M. S. Nogueira and C. Kurachi, “Assessing the photoaging process at sun exposed and non-exposed skin using fluorescence lifetime spectroscopy,” in *Proceedings of SPIE 9703 Optical Biopsy XIV: Toward Real-Time Spectroscopic Imaging and Diagnosis*, 2016, vol. 9703, p. 97031W.
- [34] L. Pires, M. S. Nogueira, S. Pratavieira, L. T. Moriyama, and C. Kurachi, “Time-resolved fluorescence lifetime for cutaneous melanoma detection,” *Biomed. Opt. Express*, vol. 5, no. 9, p. 3080, 2014, doi: 10.1364/BOE.5.003080.
- [35] M. S. Nogueira, M. Raju, K. Komolibus, K. Grygoryev, and S. Andersson-Engels, “Assessment of tissue biochemical and optical scattering changes due to hypothermic organ preservation: a preliminary study in mouse organs,” *J. Phys. D. Appl. Phys.*, 2021.
- [36] M. S. Nogueira et al., “Tissue biomolecular and microstructure profiles in optical colorectal cancer delineation,” *J. Phys. D. Appl. Phys.*, 2021.

- [37] M. S. Nogueira et al., “Optimization of tissue classification for colorectal cancer detection using support vector machines and diffuse reflectance spectroscopy,” in European Conference on Biomedical Optics, 2021, pp. EW4A--17.
- [38] M. S. Nogueira et al., “Optical determination of superficial and deeper tissue biochemistry and microstructure for delineation and early detection of colorectal cancer,” in European Conference on Biomedical Optics, 2021, pp. ETu3A--1.
- [39] M. S. Nogueira et al., “Benefit of extending near-infrared wavelength range of diffuse reflectance spectroscopy for colorectal cancer detection using machine learning,” in European Conference on Biomedical Optics, 2021, pp. EW4A--16.
- [40] M. Saito Nogueira, V. Ribeiro, M. Pires, F. Peralta, and others, “Biochemical Profiles of In Vivo Oral Mucosa by Using a Portable Raman Spectroscopy System,” *Optics*, vol. 2, no. 3, pp. 134–147, 2021.
- [41] M. S. Nogueira et al., “Broadband diffuse reflectance spectroscopy for colorectal surgical guidance (Conference Presentation),” in *Optical Interactions with Tissue and Cells XXXI*, 2020, vol. 11238, p. 1123802.
- [42] L. F. C. S. Carvalho et al., “In vivo Raman spectroscopic characteristics of different sites of the oral mucosa in healthy volunteers,” *Clin. Oral Investig.*, pp. 1–11, 2018.
- [43] M. S. Nogueira, “Espectroscopia de tempo de vida de fluorescência para o diagnóstico de lesões de pele clinicamente semelhantes,” Universidade de São Paulo (USP). Instituto de Física de São Carlos, 2016.
- [44] M. S. Nogueira et al., “Accurate colorectal cancer detection and delineation by probing superficial and deeper tissue biochemistry and microstructure using diffuse reflectance spectroscopy,” *Proc. SPIE 11943, Photonics West*, 11943-4, 2022.
- [45] M. S. Nogueira, V. S. Bagnato, and V. H. Panhóca, “Effectiveness of whitening treatments employing violet illumination alone or combined with bleaching agents,” *Proc. SPIE 11942, Photonics West*, 11942-6, 2022.
- [46] M. S. Nogueira et al., “Improving colorectal cancer detection by extending the near-infrared wavelength range and tissue probed depth of diffuse reflectance spectroscopy: a support vector machine approach,” *Proc. SPIE 11954, Photonics West*, 11954-15, 2022.
- [47] L. F. C. S. Carvalho, M. S. Nogueira, L. P. M. Neto, T. T. Bhattacharjee, and A. A. Martin, “Raman spectral post-processing for oral tissue discrimination--a step for an automatized diagnostic system: erratum,” *Biomed. Opt. Express*, vol. 9, no. 2, p. 649, 2018.
- [48] L. F. das C. S. Carvalho, M. S. Nogueira, and others, “New insights of Raman spectroscopy for oral clinical applications,” *Analyst*, vol. 143, no. 24, pp. 6037–6048, 2018.
- [49] L. F. das C. e Silva and M. S. N. de Carvalho, “Optical techniques for fast screening--towards prevention of the coronavirus COVID-19 outbreak,” *Photodiagnosis Photodyn. Ther.*, 2020.

- [50] M. S. Nogueira et al., “Evaluation of wavelength ranges and tissue depth probed by diffuse reflectance spectroscopy for colorectal cancer detection,” *Sci. Rep.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–17, 2021.
- [51] A. Cosci, M. S. Nogueira, S. Prativiera, A. Takahama, R. de Souza Azevedo, and C. Kurachi, “Time-resolved fluorescence spectroscopy for clinical diagnosis of actinic cheilitis: erratum,” *Biomed. Opt. Express*, vol. 9, no. 2, p. 648, 2018.
- [52] M. S. Nogueira et al., “Broadband extraction of tissue optical properties using a portable hybrid time-resolved continuous wave instrumentation: characterization of ex vivo organs,” in *Clinical and Translational Biophotonics*, 2020, pp. TM2B--3.
- [53] A. Cosci, M. S. Nogueira, S. Prativiera, A. Takahama, R. de S. Azevedo, and C. Kurachi, “Time-resolved fluorescence spectroscopy for clinical diagnosis of actinic cheilitis,” *Biomed. Opt. Express*, vol. 7, no. 10, pp. 4210–4219, 2016, doi: 10.1364/BOE.7.004210.
- [54] M. Lacerenza et al., “Functional monitoring of lung tissue using a hybrid hyperspectral Time-Resolved GASMAS system: a systematic study on ex vivo sample.,” in *Optical Tomography and Spectroscopy*, 2020, pp. SW1D--2.
- [55] D. de Paula, C. Campos, M. S. Nogueira, S. Prativiera, and C. Kurachi, “Time-resolved and steady-state fluorescence spectroscopy for the assessment of skin photoaging process,” in *Proceedings of SPIE 9531 Biophotonics South America*, 2015, vol. 9531, p. 953146.
- [56] M. S. Nogueira, K. Komolibus, K. Grygoryev, J. E. Gunther, and S. Andersson-Engels, “Fluorescence spectroscopy of mouse organs using ultraviolet excitation: towards assessment of organ viability for transplantation,” in *Proceedings of SPIE 10876 Optical Interactions with Tissue and Cells XXX*, 2019, vol. 10876, p. 1087606.
- [57] C. de Paula Campos, C. de Paula D’Almeida, M. S. Nogueira, L. T. Moriyama, S. Prativiera, and C. Kurachi, “Fluorescence spectroscopy in the visible range for the assessment of UVB radiation effects in hairless mice skin,” *Photodiagnosis Photodyn. Ther.*, vol. 20, no. May, pp. 21–27, 2017, doi: 10.1016/j.pdpdt.2017.08.016.
- [58] M. S. Nogueira, C. P. D’Almeida, S. Prativiera, and C. Kurachi, “Characterization of a fluorescence lifetime spectroscopy system for diagnostic purposes using an optic fiber probe,” *Livro de Resumos*, 2014.
- [59] M. S. Nogueira, “Biophotonic telemedicine for disease diagnosis and monitoring during pandemics: overcoming COVID-19 and shaping the future of healthcare,” *Photodiagnosis Photodyn. Ther.*, 2020.
- [60] M. Saito Nogueira, “The impact of light-based technologies in the future of healthcare,” *Boolean Snapshots Dr. Res. Univ. Coll. Cork*, vol. 6, no. 1, pp. 33–39, 2022.
- [61] M. S. Nogueira, “Biophotonics for pandemic control: large-area infection monitoring and microbial inactivation of COVID-19,” *Photodiagnosis Photodyn. Ther.*, vol. 31, p. 101823, 2020.

- [62] L. B. Leal, M. S. Nogueira, R. A. Canevari, and L. Carvalho, “Vibration spectroscopy and body biofluids: Literature review for clinical applications,” *Photodiagnosis Photodyn. Ther.*, 2018.
- [63] M. S. Nogueira et al., “FTIR spectroscopy as a point of care diagnostic tool for diabetes and periodontitis: A saliva analysis approach,” *Photodiagnosis Photodyn. Ther.*, vol. 40, p. 103036, 2022.
- [64] A. C. Carnevalli et al., “Identification of diabetic patients via urine analysis by FTIR: preliminary study (Conference Presentation),” in *Photonic Diagnosis and Treatment of Infections and Inflammatory Diseases II*, 2019, vol. 10863, p. 108630E.
- [65] L. B. Leal et al., “Diagnosis of Systemic Diseases Using Infrared Spectroscopy: Detection of Iron Overload in Plasma—Preliminary Study,” *Biol. Trace Elem. Res.*, pp. 1–15.
- [66] M. S. Nogueira et al., “Rapid diagnosis of COVID-19 using FT-IR ATR spectroscopy and machine learning,” *Sci. Rep.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–13, 2021.
- [67] M. C. M. S. Coelho et al., “Biochemical characterization of saliva of smoking and non-smoking patients by using Fourier-transform infrared spectroscopy,” in *Biomedical Vibrational Spectroscopy 2022: Advances in Research and Industry*, 2022, vol. 11957, pp. 86–97.
- [68] M. C. C. Ferreira et al., “Assessment of bound water of saliva samples by using FT-IR spectroscopy,” in *Latin America Optics and Photonics Conference*, 2022, pp. M4B--1.
- [69] S. Maryam et al., “Label-Free Optical Spectroscopy for Early Detection of Oral Cancer,” *Diagnostics*, vol. 12, no. 12, p. 2896, 2022.
- [70] S. Maryam et al., “Mobile multi-configuration clinical translational Raman system for oral cancer application,” *Analyst*, vol. 148, no. 7, pp. 1514–1523, 2023.
- [71] F. Tian, L. F. das C. e S. de Carvalho, A. Casey, M. S. Nogueira, and H. J. Byrne, “Surface-Enhanced Raman Analysis of Uric Acid and Hypoxanthine Analysis in Fractionated Bodily Fluids,” *Nanomaterials*, vol. 13, no. 7, p. 1216, 2023.
- [72] J. Mesquida et al., “Peripheral microcirculatory alterations are associated with the severity of acute respiratory distress syndrome in COVID-19 patients admitted to intermediate respiratory and intensive care units,” *Crit. Care*, vol. 25, pp. 1–10, 2021.
- [73] L. Cortese et al., “Performance Assessment of a Commercial Continuous-Wave Near-Infrared Spectroscopy Tissue Oximeter for Suitability for Use in an International, Multi-Center Clinical Trial,” *Sensors*, vol. 21, no. 21, p. 6957, 2021.
- [74] S. Caravita et al., “Haemodynamic characteristics of COVID-19 patients with acute respiratory distress syndrome requiring mechanical ventilation. An invasive assessment using right heart catheterization,” *Eur. J. Heart Fail.*, vol. 22, no. 12, pp. 2228–2237, 2020.
- [75] C. Amendola et al., “A hybrid DCS and TD-NIRS device for monitoring tissue oxygenation and perfusion, towards ICU applications,” in *European Conference on Biomedical Optics*, 2021, pp. ES1B--6.

- [76] S. K. V. Sekar et al., “Phantoms for performance verification and quality control in developing a photonics-based medical device (VASCOVID): a regulatory driven approach,” in *European Conference on Biomedical Optics*, 2021, pp. EM1A--9.
- [77] D. Vailati et al., “Choice and management of vascular access in the context of COVID-19 outbreak in Italy: recommendations from clinical practice,” *The Journal of Vascular Access*, vol. 23, no. 1. SAGE Publications Sage UK: London, England, pp. 18–23, 2022.
- [78] M. S. Nogueira, J. Gunther, K. Komolibus, and S. Andersson-Engels, “Teaching light-tissue interactions: using technology for education,” in *Optical Interactions with Tissue and Cells XXX*, 2019, vol. 10876, p. 108761H.
- [79] M. S. Nogueira et al., “Online learning combining virtual lectures, at-home experiments and computer simulations: a multidisciplinary teaching and learning approach,” in *Education and Training in Optics and Photonics*, 2021, pp. F2B--6.
- [80] M. S. Nogueira, B. Jayet, J. S. Matias, J. E. Gunther, C. Tyndall, and S. Andersson-Engels, “Biophotonics web application for computer simulations in diffuse optics: fostering multidisciplinary education and research,” *Proc. SPIE 11958, Photonics West*, 11958-18, 2022.
- [81] M. S. Nogueira et al., “Biophotonics box: educational kit for multidisciplinary outreach activities in optics and photonics,” in *Education and Training in Optics and Photonics*, 2021, pp. W4B-5.
- [82] M. S. Nogueira et al., “Method of continuous improvement of multidisciplinary programs and outreach activities,” in *Education and Training in Optics and Photonics*, 2019, p. 11143_41.
- [83] M. Saito Nogueira, J. E. Gunther, B. Jayet, J. Souza Matias, C. Tyndall, and S. Andersson-Engels, “Biophotonics computer app: fostering multidisciplinary distance self-paced learning with a user-friendly interface,” in *OSA Technical Digest*, 2021, pp. 1–2.
- [84] M. S. Nogueira, J. E. Gunther, K. Komolibus, and S. Andersson-Engels, “User-friendly graphical user interface for simulating tissue optical properties and fluence rates: improving students learning in tissue optics,” in *Optical Interactions with Tissue and Cells XXXI*, 2020, vol. 11238, p. 112380B.
- [85] M. Saito Nogueira, “Optical spectroscopy for biological and biomedical applications: potentially impacting future of healthcare with research, clinical translation and education,” *University College Cork*, 2021.

CAPÍTULO 3 - DOSIMETRIA E ASPECTOS PRÁTICOS DA DESCONTAMINAÇÃO DE SUPERFÍCIES E AMBIENTES UTILIZANDO TECNOLOGIAS DE LUZ ULTRAVIOLETA

Marcelo Saito Nogueira

Pesquisador do Tyndall National Institute, University College Cork. PhD em Física pelo Tyndall National Institute e pelo Departamento de Física da University College Cork. Bacharel em Ciências Físicas e Biomoleculares – ênfase tecnológica (2014), e Mestre em Ciências e Física Aplicada com ênfase Biomolecular pelo Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo. Tem experiência em biofotônica e óptica biomédica, especialmente em projeto de instrumentos ópticos para aplicações biomédicas, classificação de amostras usando modelos de análise multivariada/aprendizado de máquina e modelagem da propagação da luz em meios complexos. Trabalhou com biofotônica em escalas de tempo curtas seguindo excitação de laser pulsado e espectroscopia de comprimentos de onda ultravioleta a infravermelho para investigação de processos associados a alterações bioquímicas e morfológicas em tecidos biológicos e biofluidos. Desenvolveu sistemas ópticos para detecção de doenças, delineamento de margem e orientação cirúrgica, principalmente interessado no desenvolvimento de novas técnicas fotônicas e métodos de análise de dados para extrair mais informação de meios complexos, bem como no aperfeiçoamento e integração de técnicas óticas existentes em dispositivos médicos para tradução clínica acelerada e impacto social. Interessado por iniciativas para aumentar a conscientização pública sobre fotônica, incluindo iniciativas para desenvolver medicina personalizada, diagnósticos e terapêutica, bem como educação e engajamento público.

DOSIMETRIA E ASPECTOS PRÁTICOS DA DESCONTAMINAÇÃO DE SUPERFÍCIES E AMBIENTES UTILIZANDO TECNOLOGIAS DE LUZ ULTRAVIOLETA

Marcelo Saito Nogueira

Uma das novas alternativas de tratamento principalmente para doenças infecciosas poderia combinar a fotobiomodulação dos tecidos do paciente e descontaminação simultânea utilizando a mesma aplicação de luz. Nesse caso, a descontaminação envolveria luz em comprimentos de onda seguros para aplicação em pacientes. Para que efeitos mais locais e específicos, a terapia fotodinâmica [1] – [4] pode ser uma alternativa para seletividade microbiana e menor dano a tecidos saudáveis, principalmente em casos em que a fotobiomodulação requereria altas potências e, portanto, não seria recomendada (por exemplo, quando a infecção ocorre a uma distância grande em relação a superfície do tecido). No caso do COVID-19, luz foi utilizada em comprimentos de onda ultravioleta (UV), que não são seguros para aplicação em tecidos humanos e não penetram profundamente na pele para a maioria dos tratamentos de fotobiomodulação.



Figure 1: Desenho esquemático de equipamentos de nova geração para fotobiomodulação e descontaminação simultâneas, levando a melhora dos sintomas de pacientes e ao mesmo tempo permitindo profissionais da saúde a ficarem no mesmo ambiente que pacientes com doenças infecciosas.

A pandemia do COVID-19 e pandemias/epidemias semelhantes levaram à escassez de equipamentos de proteção individual (EPI), leitos hospitalares, salas de isolamento e outros recursos para conter sua progressão. Para essa contenção, não só o isolamento hospitalar/domiciliar de doentes e pacientes em risco se faz necessário até que campanhas de prevenção (por exemplo, campanhas de vacinação) se demonstrem efetivas, como também bens de consumo e serviços devem continuar sendo oferecidos a população. Desse modo, serviços como correio, transporte de mercadorias, saneamento básico, e outros são extremamente importantes para manter a população em domicílios e seguindo as diretrizes recomendadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Atendimento médico ainda se faz necessário para pacientes precisando de procedimentos urgentes.

que não podem ser feitos em domicílio como cirurgias e tratamentos especializados. As indústrias farmacêutica, de alimentos e outras também precisam fornecer remédios e alimentos suficientes para a sobrevivência da população. Porém, esses serviços, atendimentos médicos e produção industrial necessita da descontaminação de superfícies, do ar e líquidos em diversos ambientes (como numa sala de cirurgia, por exemplo). Com isso, a tecnologia de irradiação germicida ultravioleta (IGUV) aplicada anteriormente para a descontaminação de ambientes hospitalares e da superfície de alimentos através de fontes de luz ultravioleta C (UV-C) mostrou avanços na aplicação mais personalizada para diversas aplicações, incluindo a desinfecção de superfícies contaminadas por SARS-CoV-2 como vírus causador do COVID-19. Uma dessas aplicações foi a descontaminação de máscaras e respiradores quando o suprimento de equipamentos de proteção individual (EPI) esteve escasso durante a pandemia. Aspectos práticos da utilização de novas tecnologias de luz ultravioleta (UV) durante a pandemia foram primeiramente discutidos pelo Dr. Marcelo Saito Nogueira [5].

Entre esses aspectos práticos está a desinfecção de superfície UV por robôs de limpeza existentes em quartos de hospitais, salas de isolamento e cômodos domiciliares (por exemplo, quarto) onde indivíduos estejam temporariamente isolados até a diminuição considerável do risco de transmissão do COVID-19. A implementação de IGUV em robôs de limpeza pode reduzir o risco de transmissão entre funcionários de instituições médicas, produtores de alimentos e indústria farmacêutica, que desempenham um papel crítico na contenção de pandemias. Além disso, lâmpadas UV para a inativação microbiana em ar e líquidos podem proporcionar a descontaminação de ambientes e superfícies de alimentos desde que ambientes nos quais estejam colocadas possam permanecer isolados (sem indivíduos/pessoas) pela duração da descontaminação.

entretanto, isolar salas em domicílios e hospitais superlotados se provou uma limitação em tempos de pandemia, uma vez que isolar salas seria o mesmo que permitir o contato entre indivíduos saudáveis e contaminados. Essa limitação dificultou a implementação das diretrizes da Organização Mundial da Saúde (OMS) para estratégias de prevenção e controle de infecções por meio de precauções contra gotículas, contato e transmissão aérea, procedimentos de geração de aerossóis e tratamentos de suporte do COVID-19 [6], [7]. Com isso, a demanda por equipamentos UV portáteis se diversificou e a indústria de LEDs UV se fortaleceu, pois equipamentos baseados em lâmpadas UV somente permitiam o desenvolvimento de aparelhos de maior porte. Vale a pena lembrar que, ainda assim, aparelhos com lâmpadas UV também tiveram crescente demanda em casos em que maior potência de luz era necessária. Vários dos equipamentos de luz UV acompanham especificações e diretrizes de uso no capítulo 2 sobre biossegurança, onde são apresentados oSurface, o Oxy Clean e o Oxy Lite.

Estratégias envolvendo o uso de inovações baseadas em luz UV para descontaminar máscaras e respiradores tiveram que levar em conta a dosimetria de luz UV, já que o uso de UV-C (normalmente no comprimento de onda de 254 nm) pode afetar as cargas eletrostáticas das máscaras de polipropileno e comprometer a integridade de máscaras N95. Com a diversificação dos produtos com lâmpadas e LEDs como fontes de luz UV, há uma diversidade de formas e tamanhos que influenciam diretamente a dosimetria, número de máscaras (e/ou a área) que podem ser descontaminadas por vez. Durante a pandemia, instituições com poucos fundos para compra de fontes de luz UV tentaram a reutilização de equipamentos UV-C, como cabines de biossegurança e lâmpadas de desinfecção. Porém, essa reutilização não seria recomendada para garantir a segurança

do usuário [5]. Sugestões incluíram o uso de instrumentos de fototerapia UV-B de banda estreita para tratamento de psoríase em departamentos acadêmicos [5], [8] e consultórios de dermatologia como uma alternativa às aplicações UV-C que comprometessem a integridade de máscaras e respiradores [9]. Nesse caso, a investigação de protocolos de descontaminação UV-B de EPI deve ser feita caso a caso dependendo das especificações de cada equipamento de descontaminação. A dose de luz recomendada, comprimento de onda e os tempos de aplicação devem levar à inativação microbiana total.

Como muitos hospitais não possuem o equipamento UVGI, a iniciativa de produção escalável de diodos emissores de luz UV (LEDs) deve ser incentivada para atender a demanda mundial e diminuir o preço por unidade do dispositivo. As inovações devem visar equipamentos compactos e estratégias para suprir a falta de espaço nos hospitais, colocando aparelhos de desinfecção em vários locais e garantindo o transporte adequado de respiradores reutilizáveis. A confiabilidade e segurança de tais inovações devem ser validadas em estudos que visam padronizar os parâmetros e protocolos de desinfecção. As implicações das considerações práticas devem incluir a viabilidade do controle de todos os parâmetros indicados. A comparação entre os estudos ditará as melhores abordagens para o reprocessamento de máscaras e respiradores não só para a pandemia do COVID-19, mas também para outras epidemias/pandemias.

O desenvolvimento de novos métodos de descontaminação de máscaras e respiradores tem sido tanto de interesse público para reutilização de EPI em instituições sem suprimento suficiente para todos os pacientes e funcionários, como também para diminuição de custos e menor descarte de resíduos materiais e químicos no meio ambiente. De acordo com as diretrizes da OMS, novos métodos de descontaminação de máscaras e respiradores devem evitar a lavagem, esterilização a vapor a 134 °C, desinfecção com alvejante/hipoclorito de sódio ou álcool ou irradiação em forno de micro-ondas [10]. Além disso, IGUV tem sido uma alternativa para potencial substituição da descontaminação por vapor de peróxido de hidrogênio e óxido de etileno, que se mostraram mais eficazes em um número limitado de modelos de máscaras e respiradores. [5]

REFERÊNCIAS:

- [1] A. G. Salvio, D. P. Ramirez, N. M. Inada, M. D. Stringasci, M. S. Nogueira, and V. S. Bagnato, "Fractionated illumination in a single visit photodynamic therapy for basal cell carcinoma," in *Book of Abstracts*, 2017.
- [2] A. P. da Silva, M. Saito Nogueira, J. A. Jo, V. Salvador Bagnato, and N. Mayumi Inada, "Optical Based Diagnosis and Treatment of Onychomycosis," *Biomed. Opt.* 2016, no. January, p. JTU3A.37, 2016, doi: 10.1364/CANCER.2016.JTU3A.37.
- [3] A. G. Salvio et al., "Evaluation of pain and treatment effect during large area photodynamic therapy in 140 patients with widespread actinic keratosis of upper limbs," in *Book of Abstracts*, 2017.
- [4] C. T. de Andrade et al., "Optical spectroscopy of radiotherapy and photodynamic therapy responses in normal rat skin shows vascular breakdown products," in *Proceedings of SPIE 9694 Optical Methods for Tumor Treatment and Detection: Mechanisms and Techniques in Photodynamic Therapy XXV*, 2016, vol. 9694, p. 969410.
- [5] M. S. Nogueira, "Ultraviolet-based biophotonic technologies for control and prevention of COVID-19, SARS and related disorders," *Photodiagnosis Photodyn. Ther.*, 2020.
- [6] L. J. Saif, "Vaccines for COVID-19: perspectives, prospects, and challenges based on candidate SARS, MERS, and animal coronavirus vaccines," *Euro Med J*, vol. 200324, no. 10.33590, 2020.
- [7] J. Lenzer, "Covid-19: US gives emergency approval to hydroxychloroquine despite lack of evidence," *BMJ Br. Med. J.*, vol. 369, 2020.
- [8] C. de Paula Campos, C. de Paula D'Almeida, M. S. Nogueira, L. T. Moriyama, S. Pratavieira, and C. Kurachi, "Fluorescence spectroscopy in the visible range for the assessment of UVB radiation effects in hairless mice skin," *Photodiagnosis Photodyn. Ther.*, vol. 20, no. May, pp. 21–27, 2017, doi: 10.1016/j.pdpdt.2017.08.016.
- [9] M. S. Nogueira, "Biophotonics for pandemic control: large-area infection monitoring and microbial inactivation of COVID-19," *Photodiagnosis Photodyn. Ther.*, vol. 31, p. 101823, 2020.
- [10] W. H. Organization and others, "Rational use of personal protective equipment for coronavirus disease (COVID-19) and considerations during severe shortages: interim guidance, 6 April 2020," 2020.

CAPÍTULO 4 - LESÃO POR PRESSÃO PÓS SEQUELA DA COVID-19

Profa. Esp. Elissandra Moreira Zanchin

Graduada em Enfermagem pela Universidade Paulista (UNIP);

Pós-Graduação em Urgência, Emergência e Terapia Intensiva pela Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP);

Pós-graduação em Estomaterapia pela FAMERP (Faculdade de Medicina de Rio Preto);

Habilitada em Fototerapia e Terapia Fotodinâmica (CEPOF – IFSC/USP);

Participação em pesquisas de projetos científicos, fototerapia e terapia fotodinâmica aplicada a cicatrização de feridas (CEPOF – IFSC/USP).

Proprietária da Clínica Cicatrize.

Consultora Científica Enfermagem da MM Optics – São Carlos/SP.

Dra. Karen Cristina Laurenti

Bacharel em Fisioterapia pelo Centro Universitário de Araraquara – UNIARA;

Mestre em Bioengenharia - Universidade de São Paulo/USP - São Carlos (2007);

Doutora em Ciências - Universidade de São Paulo/USP – São Carlos (2011);

Pós-doutorado em Física pela Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG/Ponta Grossa/PR (2016);

Pesquisadora Colaboradora do Centro de Pesquisa em Óptica e Fotônica - CePOF do Instituto de Física de São Carlos – USP;

Especialista em Fisioterapia Hospitalar com Enfoque em UTI e,

Consultora Científica Fisioterapia da MM Optics – São Carlos/SP.

LESÃO POR PRESSÃO PÓS SEQUELA DA COVID-19

Profa. Esp. Elissandra Moreira Zanchin

Dra. Karen Cristina Laurenti

A prevenção de Lesão por pressão (LP) é considerada como evento adverso relacionado a saúde, sendo evitável na maioria dos casos. A prevenção e o tratamento de LP é um grande desafio que ganhou grande preocupação em decorrência da COVID-19 que se torna ainda mais agravante devido à grande instabilidade hemodinâmica dos pacientes somado a menor oxigenação tecidual e prolongamento do tempo de internação hospitalar. Além disso, fatores externos, como a sobrecarga e exaustão profissional, além de limitação de recursos humanos e materiais, fatores que, quando combinados, podem afetar drasticamente a ocorrência deste evento (RAMALHO et al., 2020; NATIONAL PRESSURE INJURY ADVISORY PANEL, 2020).

Borghardt e colaboradores (2016) descrevem que as lesões por pressão são feridas que geralmente ocorrem em locais com maior incidência de proeminências ósseas, atingindo somente a pele ou também o tecido subcutâneo, resultante principalmente de forças de atrito (pressão, fricção e cisalhamento) bem como outros fatores ainda não claramente elucidados pela literatura. Apesar dos avanços e surgimentos de novas tecnologias para o tratamento, as LP ainda constituem um fator importante de causa de morbidade e mortalidade, além de interferir diretamente na qualidade de vida do paciente (CONSTANTE, OLIVEIRA, 2018).

O tratamento de feridas é reconhecido como um procedimento que requer qualificação profissional, pois é através da adequada escolha da terapia a ser utilizada que a regeneração ou cicatrização ocorrerá de forma satisfatória, podendo servir de base para avaliação da eficácia do tratamento.

Em pacientes com sequelas pós-COVID-19, as lesões por pressão se desenvolvem da mesma forma, porém de maneira mais rápida e agressiva, tendo como característica atingir planos mais profundos rapidamente e com grandes extensões. Este acometimento agressivo dos tecidos tem como causa a inflamação disseminada causada pelo vírus, incluindo os vasos sanguíneos (vasculite). O acometimento dos vasos sanguíneos conseqüentemente prejudica o suprimento de sangue para os tecidos e com a pressão exercida sobre as proeminências ósseas, o dano tecidual é muito mais acelerado.

A cicatrização de feridas é um processo complexo devido as alterações ocasionadas pelo processo que afetam os mecanismos de proliferação celular, revascularização de remodelamento do tecido, considerando que para que tais eventos ocorram ativamente, é necessário o uso frequente de curativos adequados. No entanto, outras novas tecnologias estão sendo disponibilizadas no mercado, sendo o LASER e o LED de baixa potência são opções que trazem resultados muito promissores em diferentes tipos de lesões (BAVARESCO et al., 2019).

Diversos estudos demonstraram que a Fotobiomodulação (FBM) atua na aceleração do processo de reparo tecidual, com efeitos analgésicos, anti-inflamatórios e de regeneração tecidual (KITCHEN, PARTRIDGE, 1991; BJORDAL et al., 2006; DAMANTE et al., 2008; FULOP et al., 2009; HENRIQUES et al., 2010;), e também apresenta resultados satisfatórios na cicatrização de feridas infectadas (SANTOS et al., 2011). Além disso, aumenta a expressão de fatores de crescimento, como TGF- β , que, por sua vez, induz deposição de matriz extracelular (ROCHA JÚNIOR et al., 2009); incrementa proliferação celular no local da lesão (ROCHA JÚNIOR et al., 2006); aumenta quantidade de vasos sanguíneos e promove cicatrização mais organizada (ROCHA et al., 2012). Durante o tratamento com FBM, a luz é aplicada com o intuito de estimular o metabolismo, contribuindo para a proliferação de células e a cicatrização mais rápida das feridas e também alívio da dor.

A MMO dispõe de altas tecnologias que atuam também no tratamento de diversos tipos de lesões com protocolos inovadores e diferenciados com os equipamentos RECOVER, LASER DUO e EMILIGHT. O tratamento é indolor e o número de sessões dependerá do estágio e tamanho da lesão.

As Figuras 1, 2 e 3 mostram que o tratamento com Fotobiomodulação possui inúmeras vantagens que de acordo com as figuras corroboram para aceleração do processo cicatricial do paciente com LP, demonstrando ser um tratamento adjuvante que favorece para melhora da qualidade de vida dos pacientes por meio de ações de analgesia, anti-inflamatórias e de reparo tecidual.



Figura 1: LP na região sacral, paciente do sexo masculino, com 48 anos e 12 dias de internação. Foi realizado tratamento com o Emilight, 2 sessões por semana em dias alternados, totalizando 8 sessões.



Figura 2: LP na região sacral, paciente do sexo feminino com 66 anos e 31 dias de internação. Foi realizado tratamento com o Recover e o Emilight, 2 sessões por semana em dias alternados, totalizando 32 sessões.



Figura 3: LP na região sacral, paciente do sexo feminino com 31 anos e 20 dias de internação. Foi realizado tratamento com o Recover e o Emilight, 2 sessões por semana em dias alternados, totalizando 24 sessões.

A FBM no tratamento de LP em pacientes com sequelas da COVID-19 se mostrou muito eficaz na resolução do processo de LP, atuando de forma mais rápida, devido as suas propriedades anti-inflamatórias e de restauração tecidual quando bem aplicados.

REFERÊNCIAS

- BAVARESCO, T. et al. Terapia de baixa potência na cicatrização de feridas. *Revista de enfermagem UFPE*, [Online], v.13, n.1, p.216-226, 2019.
- BJORDAL J.M., COUPPÉ, C., CHOW, R.T., TUNÉR J., LJUNGGREN, E.A. A systematic review of low level laser therapy with location-specific doses for pain from chronic disorders. *Australian Journal of Physiotherapy*, v.49, p.107-116, 2003.
- BORGHARDT, A.T. et al. Úlcera por pressão em pacientes críticos: incidência e fatores associados. *Revista Brasileira de Enfermagem*, [Online], v.69, n.3, p.460-467, 2016.
- CONSTANTE, S.A.R.; OLIVEIRA, V.C. Lesão por pressão: uma revisão de literatura. *Psicologia e Saúde em Debate*, [Online], v.4, n.2, p.95-114, 2018.
- DAMANTE, C.A., MARQUES, M.M., DE MICHELI, G. Terapia com laser em baixa intensidade na cicatrização de feridas: revisão de literatura. *Revista da Faculdade de Odontologia Universidade de Passo Fundo*, v.13, n.3, p.88-93, 2008.
- FULOP, A.M., DHIMMER, S., DELUCA, J.R., JOHANSON, D.D., LENZ, R.V., PATEL, K.B., DOURIS, P.C., ENWEMEKA, C.S. A meta-analysis of the efficacy of phototherapy in tissue repair. *Photomedicine and Laser Surgery*, v.27, n.5, p.695-702, 2009.
- HENRIQUES, A.C., CAZAL, C., CASTRO, J.L. Ação da laserterapia no processo de proliferação e diferenciação celular: revisão da literatura. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, v.37, n.4, p.295-302, 2010.
- KITCHEN, S.S., PARTRIDGE, C.J. A review of low level laser therapy. *Journal of Physiotherapy*, v.77, n.3, p.161-168, 1991.
- National Pressure Injury Advisory Panel, compiler. Unavoidable Pressure Injury during COVID-19 Pandemic: A Position Paper from the National Pressure Injury Advisory Panel [Internet]; 2020. 8 p. Disponível em: https://cdn.ymaws.com/npiap.com/resource/resmgr/white_papers/Unavoidable_in_COVID_Pandemi.pdf
- RAMALHO, A.O., FREITAS, P.S.S., MORAES, J.T., NOGUEIRA, P.C. Reflexões sobre as recomendações para prevenção de lesões por pressão durante a pandemia de COVID-19. *ESTIMA, Brazilian J Enteros Ther.* [Internet] 2020. Disponível em: <https://www.revistaestima.com.br/estima/article/download/940/345/3271>.

ROCHA JÚNIOR, A.M., OLIVEIRA, R.G., FARIAS, R.E., ANDRADE, L.C.R., AARESTRUP, F.M. Modulação da proliferação fibroblástica e da resposta inflamatória pela terapia a laser de baixa intensidade no processo de reparo tecidual. *Anais Brasileiro de Dermatologia*, v.81, n.2, p.150-156, 2006.

ROCHA JÚNIOR, A.M., VIEIRA, B.J., ANDRADE, L.C.F., AARESTRUP, F.M. Low level laser therapy increases transforming growth factor α 2 expression and induces apoptosis of epithelial cells during the tissue repair process. *Photomedicine and Laser Surgery*, v.27, n.2, p.303-307, 2009.

ROCHA, C.L.J.V., ROCHA JÚNIOR, A.M., AARESTRUP, B.J., AARESTRUP, F.M. Inibição da expressão de ciclooxygenase 2 em feridas cutâneas de camundongos NOD submetidos à terapia a laser de baixa intensidade. *Jornal Vascular Brasileiro*, v.11, n.3, p.175-181, 2012.

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, Cinesiologia, 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). Constataram 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 prevenir-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 (Na^+/K^+ e 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 cm² (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 cm² (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/cm², 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 (imediate) 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 acompanham 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, R.J. 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.; MACKAY, 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. 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^a 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; Vitor 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.

CAPÍTULO 6 - REABILITAÇÃO ARTICULAR: FASE AGUDA OU TARDIA DA COVID-19.

Ma. Kely Regina Zampieri

Mestra em Biotecnologia pela Universidade Federal de São Carlos - UFSCar (2023), Especialista em Envelhecimento e Saúde da Pessoa Idosa pela Universidade Federal de São Carlos – UFSCar (2018); possui formação em Reeducação Postural Global RPG/RSM pelo Instituto Paulista de Estudos Sistêmicos IPES (2011) e Especialização em Medicina Tradicional Chinesa pelo Instituto Paulista de Estudos Sistêmicos IPES (2009); graduou-se em Fisioterapia pelo Centro Universitário de Araraquara – UNIARA (2007). Atua como Fisioterapeuta na área de Fisioterapia Geriátrica e colabora em pesquisas Clínicas no Centro de Pesquisa em Óptica e Fotônica (CEPOF) do Instituto de Física de São Carlos (IFSC) da Universidade de São Paulo (USP) (2018-2023), nos seguintes temas: Inovação Tecnológica na saúde, Fotobiomodulação na Reabilitação de Doenças Crônicas.

Ma. Juliana da Silva Amaral Bruno

Fisioterapeuta pela Universidade Camilo Castelo Branco – UNICASTELO (2004). Aperfeiçoamento em Reeducação Postural Global (RPG/RS) - IBRATE (2005). Especialista em Acupuntura Sistêmica e Auricular pelo Instituto Paulista de Estudos Sistêmicos – IPES (2010). Membro do Centro de Estudos e Pesquisa em Óptica e Fotônica – CEPOF da Universidade de São Paulo e pesquisadora do Projeto de Fibromialgia do Instituto de Física de São Carlos – IFSC em parceria com a Santa Casa de Misericórdia de São Carlos (2017). Especialista em Biofotônica Estética pelo Instituto de Pesquisa e Ensino em Biofotônica – IPEB (2020). Mestra pelo Programa de Pós-graduação em Biotecnologia da Universidade Federal de São Carlos PPG Biotec – UFSCar (2021). Atualmente, doutoranda pelo PPG Biotec e fisioterapeuta no Hospital Norden.

REABILITAÇÃO ARTICULAR: FASE AGUDA OU TARDIA DA COVID-19.

Ma. Kely Regina Zampieri

Ma. Juliana da Silva Amaral Bruno

A COVID-19 é uma doença pouco compreendida até o momento, porém a caracterização dos seus sintomas permite nortear o tratamento e a reabilitação. Dentre os sintomas mais frequentes, em média 15% dos infectados apresentaram artralgia persistentes pós-COVID-19, tanto aqueles que desenvolvem a forma leve e moderada da patologia, quanto aqueles que necessitam de cuidados intensivos (SHIN JIE YONG, 2021; MUKARRAM, 2021). Os pacientes que necessitam de cuidados em terapia intensiva, experimentam complicações secundárias articulares em decorrência de vários fatores como período prolongado de imobilização, sedação, ventilação mecânica, bloqueio neuromuscular e troca de decúbito em pronação. Tal fato pode levar ao aparecimento de dores articulares em virtude de pequenos danos teciduais, contraturas e subluxações, servindo como um gatilho para o aparecimento de dor crônica.

Por outro lado, estudos relatam o aparecimento ou agravamento de doenças reumáticas imunomediadas, como a artrite reativa e artrite reumatoide, em pacientes geneticamente predispostos, infectados com o vírus SARS-CoV-2. A artrite reativa é uma das doenças pertencentes ao grupo das espondiloartrites que é caracterizada por oligoartrite assimétrica em grandes articulações e poliartrite leve nos dedos das extremidades inferiores (GARCÍA KUTZBACH, 2018). A forma clássica dessa patologia está associada dentre outras, às infecções bacterianas gastrointestinais, sendo que este sistema pode servir como um local secundário para a infecção vírus SARS-CoV-2. Tal fato possivelmente desencadeia quadros de artrite reativa pós-COVID-19, não por infecção articular direta, mas como resultado de alterações induzidas no sistema imunológico (SARICAOGLU, HASANOGLU, GUNER, 2021; ONO et al., 2020; COATH, MACKAY, GAFFNEY, 2021; SUREJA, NANDAMURI, 2021).

A artrite reumatoide é um tipo de artrite inflamatória de caráter autoimune, crônica e sistêmica (FALCONER et al., 2018), caracterizada pela inflamação do tecido sinovial, cartilagem e osso, desencadeada pela resposta do sistema imunológico inato e adaptativo, frente a um

autoantígeno (SCHERER, HÄUPL, BURMESTER, 2020). Evidencia-se de forma simétrica em várias articulações sinoviais do corpo, inicialmente nas articulações das mãos e punhos, atingindo também grandes articulações (ROMERO-GUZMÁN et al., 2016) acarretando, com a evolução da doença, uma deficiência dos constituintes articular com desenvolvimento de dor aguda e edema nas articulações, impactando negativamente a realização das atividades diárias e laborais, reduzindo a qualidade de vida dos portadores dessa doença (PALAMAR et al., 2017).

A infecção pelo SARS-CoV-2 leva a uma produção excessiva de Angiotensina II que pode ser responsável pela inflamação e hiperplasia da membrana sinovial articular nos portadores de Artrite Reumatoide ou nos indivíduos geneticamente predispostos a desenvolver, devido a presença do receptor de Angiotensina II e sua excessiva expressão na sinóvia desses pacientes (TRIPATHY, SWAIN, GUPTA, 2021). Estudos clínicos relacionando a COVID-19 com a Artrite Reumatoide demonstraram que os níveis de marcadores para Artrite Reumatoide como AntiCCP, IL6 e PCR encontraram-se aumentados em portadores de Artrite Reumatoide com COVID-19 (PERROT et al., 2021). O aumento desses marcadores pode desencadear sintomas de artrite de início precoce ou o paciente entrar no estado de exacerbação dos sintomas inflamatórios, após a infecção com COVID-19 (DERKSEN et al., 2021).

Contudo, um novo desafio emerge em relação aos cuidados das sequelas promovida pela COVID-19 e o tratamento adequado da dor crônica articular que vem acometendo esses pacientes, torna-se imprescindível para um retorno mais rápido as atividades laborais e sociais. As terapias físicas estão cada vez mais sendo aplicadas para uso terapêutico, dado o grande número de estudos que comprovam sua eficácia como agente anti-inflamatório e regenerativo em vários sistemas do organismo (WALSKI et al., 2019). Com a evolução tecnológica, a conjugação das terapias Laser de Baixa Potência e Ultrassom para o tratamento de tecidos lesionados, já é uma realidade. Pesquisas recentes utilizando a terapia Conjugada de Laser e Ultrassom, estão apresentando resultados promissores no tratamento de doenças crônicas, como osteoartrite em mãos (PAOLILLO et al., 2015; DE SOUZA SIMÃO et al., 2018; ZAMPIERI et al., 2022), osteoartrite em joelhos (PAOLILLO et al., 2018) e fibromialgia (BRUNO et al., 2018; JUNIOR et al., 2020).

Neste contexto, as terapias biofísicas que englobam a conjugação do ultrassom e Laser, podem oferecer benefícios significativos em termos de controle da dor e inflamação, além de proporcionar a regeneração de tecidos lesionados em decorrência da COVID-19. Protocolos de reabilitação articular com terapias biofísica. Protocolo para Artralgia no Joelho Protocolo Recupero: Tempo: 8 minutos em cada joelho, sendo 2 minutos em cada região do joelho (aspectos mediais,

lateral, fossa poplíteia e superior a patela). Ultrassom: frequência 1 MHz; Intensidade de $0,5 \text{ W / cm}^2$, modo pulsado, ciclo de pulso 48 Hz. // Laser: comprimento de onda 808nm, modo contínuo, potência de 100mW e densidade de potência de 60 W/cm^2 . Através da Figura 1 é possível visualizar a aplicação para artralgia de joelho.



Figura 1: Paciente com Artralgia da articulação do joelho. Em A, aplicação do equipamento Recupero na face lateral do joelho esquerdo; em B aplicação na face medial de joelho esquerdo. (Fonte: Banco de Imagens do autor). Protocolo para Artralgia no tornozelo Protocolo Recupero: Tempo: 6 minutos em cada tornozelo, sendo 2 minutos em cada região do tornozelo (face medial, lateral e anterior). Ultrassom: frequência 1 MHz; Intensidade de $0,5 \text{ W / cm}^2$, modo pulsado, ciclo de pulso 48 Hz. // Laser: comprimento de onda 808nm, modo contínuo, potência de 100 mW e densidade de potência de 60 W/cm^2 . Na Figura 2 é demonstrado a aplicação do equipamento na articulação do tornozelo.



Figura 2: Em A, é realizado a aplicação do Recupero na face lateral de tornozelo esquerdo. Em B, demonstra a face anterior. E por fim, em C mostra a aplicação na face medial da articulação do tornozelo.

Protocolo para Capsulite Adesiva de ombro Equipamento Vacum Laser: Ventosa de 60 mm ou 40 mm Tempo: 3 minutos na musculatura maior e 2 minutos na musculatura menor. Articulação, Bursas e cápsula aplicação estacionária: com os dois comprimentos de onda ativados (660 e 808 nm) e pressão de -200 mbar. Tempo: 2 minutos em cada região, Musculatura (Deltóides, Trapézio sup. e

médio, Peitoral, Supra e Infraespinhoso, Bíceps e Tríceps braquial) – com os dois comprimentos de onda ativados (660 e 808 nm), no modo MP9, deslizando e com pressão de -200 mbar. Na Figura 3 é apresentado a aplicação do equipamento Vacum Laser na região articular e muscular do ombro de paciente com capsulite adesiva.

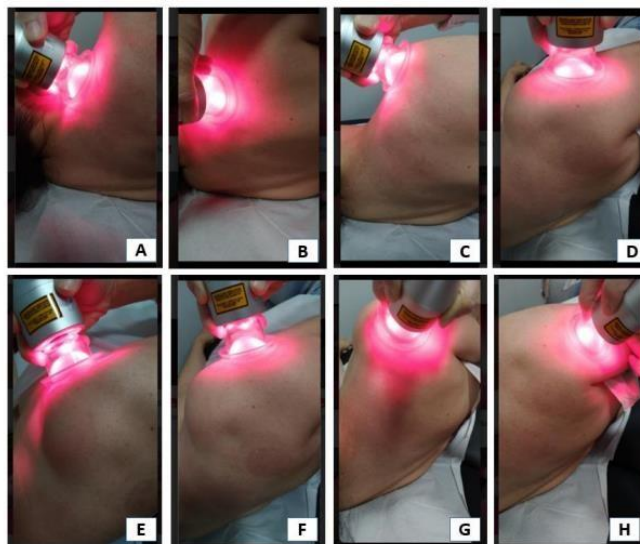


Figura 3: Paciente com capsulite adesiva em decúbito lateral para aplicação do Vacum Laser. Em A, aplicação no músculo trapézio superior e médio; Em B, aplicação em supra espinhoso; em C, localização de bursa subacromial, em D, deslizamento sobre o músculo deltoide médio; em E e F, bursa anterior e músculo deltoide porção anterior; em G e H, bursa posterior e porção posterior do músculo deltoide.

Equipamento Recupero: Tempo: 4 minutos em cada grupo muscular. Musculatura: (Deltoides, Trapézio, Infraespinhoso): Laser Vermelho e Infravermelho (660 nm e 808 nm) e Ultrassom modo contínuo, Freq: 1 MHz, Intensidade: 0,7 W/cm². Articulação: Laser Infra e Vermelho (808 nm e 660 nm), Ultrassom modo pulsado, Freq: 1 MHz, 100 Hz, 10 minutos, Ciclo de Pulso: 48 Hz, Intensidade: 0,7 W/cm². A Figura 4 demonstra a aplicação do equipamento Recupero® em paciente com capsulite adesiva.



Figura 4: Aplicação do Recupero em paciente com Capsulite Adesiva de ombro direito em decúbito dorsal.

O equipamento Recupero® utilizado para capsulite adesiva pode ser aplicado nos mesmos pontos que o equipamento Vacuum Laser demonstrado na figura 3. Desta forma, orienta-se aplicação em decúbito dorsal para as regiões da face anterior do ombro e para face lateral e posterior é mais confortável que o paciente se posicione em decúbito lateral.

Protocolo Subaquático para Artrite nas mãos Equipamento Recupero: Ultrassom com frequência de 1MHz, intensidade 0,5 W/cm², Frequência do modo pulsado 100Hz com ciclo de trabalho 50%, potência 1.30 W; Laser com modo de emissão contínuo, potência óptica de saída de cada Laser 100mW, comprimentos de onda 660 nm e 808 nm, tempo 3 minutos por ponto, mão imersa em água.

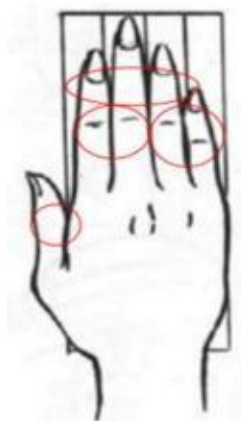


Figura 5: Pontos de aplicação da terapia nas articulações interfalangeanas proximais e distais da mão.

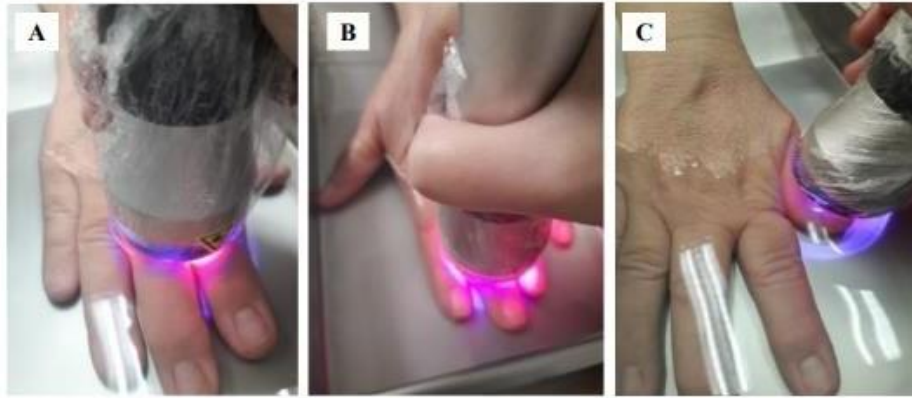


Figura 6: Aplicação da terapia conjugada Laser e Ultrassom com a cuba. Em A aplicação da terapia conjugada nas articulações interfalangianas proximal dos dedos da mão. Em B aplicação da terapia conjugada nas articulações interfalangianas distais dos dedos da mão. Em C aplicação da terapia conjugada na articulação interfalangiana do primeiro dedo da mão. (Fonte: Banco de imagem do autor)

REFERÊNCIAS

BRUNO, J. S. A.; FRANCO, D. M.; CIOL, H. et al. Could Hands be a New Treatment to Fibromyalgia? A Pilot Study. *J Nov Physiother*, v. 8, n. 3, p. 1-5, Jun., 2018. Disponível: [https://www2.ifsc.usp.br/portal-ifsc/wpcontent/uploads/2018/06/ARTIGOFIBROMIALGIA .pdf](https://www2.ifsc.usp.br/portal-ifsc/wpcontent/uploads/2018/06/ARTIGOFIBROMIALGIA.pdf). Acesso em: 31/07/2019.

COATH FL, MACKAY J, GAFFNEY JK (2021). Axial presentation of reactive arthritis secondary to Covid-19 infection. *Rheumatology (Oxford)* keab009. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/keab009>

DERKSEN VF, KISSEL T, LAMERS-KARNEBEEK FB et al. Onset of rheumatoid arthritis after COVID-19: coincidence or connected? *Ann. Rheum. Dis.* 1–2 (2021)

DE SOUZA SIMÃO, M. L; FERNANDES, A. C; CASARINO, R. L; ZANCHIN, A.L, CIOL H, et al. (2018) Sinergic Effect of Therapeutic Ultrasound and Low Level Laser Therapy in the Treatment of Hands and Knees Osteoarthritis. *J Arthritis*7: 277. Disponível em: <https://www.iomcworld.org/open-access/sinergic-effectof-therapeutic-ultrasound-and-lowlevel-laser-therapyin-the-treatment-of-handsand-knees-ostheoarthritis-47309.html>. Acesso em: 27/03/2022.

FALCONER, J; MURPHY, A. N; YOUNG S. P; CLARK A. R; TIZIANI S; GUMA, M., BUCKLEY, C. D. Synovial Cell Metabolism and Chronic Inflammation in Rheumatoid Arthritis. *Arthritis & Rheumatology*, v. 70, n. 7, p. 984–999, July 2018.

GARCÍA-KUTZBACH A; CHACÓN-SÚCHITE J; GARCÍA-FERRER H. et al. Reactive arthritis: update 2018. *Clin Rheumatol* 37, 869–874 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10067-018-4022-5>

JUNIOR, A.E.A; CARBINATO, F. M; FRANCO, D. M; BRUNO J. S. A., SIMÃO M. L. S, et al. (2020) The Laser and Ultrasound: The Ultra Laser like Efficient Treatment to Fibromyalgia by Palms of Hands – Comparative Study. *J Nov Physiother* 11: 447.

KOMOROWKA (2019). The effect of red-to-near-infrared (R/NIR) irradiation on inflammatory processes. *International Journal of Radiation Biology*, 95:9, 1326-1336, DOI: 10.1080/09553002.2019.1625464

MUKARRAM, Muhammad Shariq et al. COVID-19: An Emerging Culprit of Inflammatory Arthritis. *Case reports in rheumatology*, v. 2021, 2021.

ONO K; KISHIMOTO M; SHIMASAKI T et al. Reactive arthritis after COVID-19 infection *RMD Open* 2020;6: e001350. doi: 10.1136/rmdopen-2020-001350)

PALAMAR, D; ER, G; TERLEMEZ, R; USTUN, I; CAN G; SARIDOGAN M. Disease activity, handgrip strengths, and hand dexterity in patients with rheumatoid arthritis. *Clin Rheumatol*. 2017 Oct;36(10):2201-2208.

PAOLILLO, A. R; PAOLILLO, F. R; JOÃO, J. P; JOÃO, H. A; BAGNATO, V.S. Synergic effects of ultrasound and laser on the pain relief in women with hand osteoarthritis. *Lasers Med Sci* (2015) 30:279–286. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25239030/>. Acesso em: 27/03/22.

PAOLILLO, F. R; PAOLILLO, A. R; JOÃO, J. P. et al. Ultrasound plus low-level laser therapy for knee osteoarthritis rehabilitation: a randomized, placebocontrolled trial. *Rheumatol Int* 38, 785–793 (2018).

PERROT L; HEMON M; BUSNEL J-M et al. First flare of ACPA-positive rheumatoid arthritis after SARS-CoV-2 infection. *Lancet Rheumatol*. 3(1), e6–e8 (2021).

ROMERO-GUZMÁN, A. K; MENCHACA-TAPIA, V. M; CONTRERAS-YÁÑEZ, I; PASCUAL-RAMOS, V. Patient and physician perspectives of hand function in a cohort of rheumatoid arthritis patients: the impact of disease activity. *BMC Musculoskelet Disord*. 2016 Sep 15;17:392

SARICA OGLU EM; HASANOGLU I; GUNER R. The first reactive arthritis case associated with COVID-19. *J Med Virol*. 2021 Jan;93(1):192-193. doi: 10.1002/jmv.26296).

SCHERER, H. U; HÄUPL, T; BURMESTER, G.R. The etiology of rheumatoid arthritis. *J Autoimmun*. 2020 Jun;110:102400.

SHIN JIE YONG (2021). Long COVID or post-COVID-19 syndrome: putative pathophysiology, risk factors, and treatments. *Infectious Diseases*, 53:10, p.737-754.

SUREJA NP; NANDAMURI D (2021). Reactive arthritis after SARS-CoV-2 infection. *Rheumatol Adv Pract* 5:rkab001. <https://doi.org/10.1093/rap/rkab001>

TRIPATHY A; SWAIN N, and GUPTA B. The COVID-19 pandemic: an increased risk of rheumatoid Arthritis. *Future Virology* 2021 16:6, 431-442

WALSKI T; DABRAWKA K; DROHOMIRECKA A; JEDRUCHNIEWICZ N; TROCHANOWSKA-PAUK N; WITKIEWICZ W & KOMOROWSKA M (2019). The effect of red-to-near-infrared (R/NIR) irradiation on inflammatory processes. *International Journal of Radiation Biology*, 95:9, 1326-1336, DOI: 10.1080/09553002.2019.1625464

ZAMPIERI KR; PANHÓCA VH; CARBINATTO FM; BAGNATO VS, JUNIOR AEA (2022). New Methodology to Potentiate the Anti-Algic Effect on the Small Joints of the Hands in Patients Affected by Rheumatoid Arthritis. *J Nov Physiother* 12: 548

CAPÍTULO 7 - O EFEITO DAS TERAPIAS CONJUGADAS NO TRATAMENTO DA COVID LONGA: UMA VISÃO CLÍNICA INTEGRADA E SISTÊMICA

Antônio Eduardo de Aquino Júnior

Graduado em Educação Física pela Universidade Federal de São Carlos (2004 - Bacharelado/ 2007 - Licenciatura); Especialista em Fisiologia do Exercício pela Universidade Federal de São Carlos (2007); Mestrado em Biotecnologia pela Universidade Federal de São Carlos (2012); Doutorado em Biotecnologia pela Universidade Federal de São Carlos (2015). Pós-doutoramento em Física e Ciência dos Materiais, pelo Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo (2018). Membro do Centro de Estudos em Óptica e Fotônica (CEPOF) da Universidade de São Paulo. Membro do Grupo de Óptica do Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Experiência em treinamento de esportes coletivos (da aprendizagem ao alto nível), pesquisa experimental e clínica, metodologia da pesquisa, bioestatística, bioquímica, foto bioestimulação, dores e doenças crônicas e biotecnologia. Responsável pelo desenvolvimento das linhas de pesquisa "Laser e Obesidade" e "Terapias Conjugadas, Dores e Doenças Crônicas". Atualmente é pós-doutorando no Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFSC-USP), pesquisador colaborador (IFSC/USP), coordenador dos projetos de pesquisa e extensão do Instituto de Física de São Carlos (USP) em parceria com a Santa Casa de Misericórdia de São Carlos e membro do comitê de ética em pesquisa da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos.

Tiago Zuccolotto Rodrigues

Aluno de Graduação da Universidade Central Paulista (Unicep); Estagiário do instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, junto à Unidade de Terapia Fotodinâmica.

Vanessa Garcia

Aluna de Graduação da Universidade Central Paulista (Unicep); Estagiária do instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, junto à Unidade de Terapia Fotodinâmica.

Gabriely Simão

Possui graduação em Odontologia pelo Centro Universitário Central Paulista (2022). Aluna de mestrado junto ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia - Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

Fernanda Mansano Carbinatto

Fernanda Mansano Carbinatto possui graduação em farmácia no Centro Universitário Central Paulista, realizou mestrado em Ciências Farmacêuticas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho e doutorado em Ciências Farmacêuticas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita. Possui pós-doutorado pelo Instituto de Física de São Carlos com Terapia Fotodinâmica no diagnóstico e tratamento da Neoplasia Intraepitelial Cervical de alto grau. Coordenadora de projeto PIPE/FAPESP fase I junto a empresa Biosmart Nanotechnology Ltda. Principais áreas de atuação: Desenvolvimento de novas formulações farmacêuticas, sistemas de liberação controlada, formas farmacêuticas sólidas e terapia fotodinâmica aplicada em pesquisa clínica.

Ana Carolina Negraes Canelada

Mestra em Biotecnologia pelo Programa de Pós-Graduação pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar); Fisioterapeuta na Clínica de Ortopedia Santa Mônica; Fisioterapeuta bolsista do Projeto Fotodinâmica do IFSC (Instituto de Física de São Carlos/ USP), em parceria com a Santa Casa de Misericórdia de São Carlos para atendimentos com o uso de aparelhos desenvolvidos pelo IFSC/USP, juntamente com a empresa MMOptics; e na participação no grupo de pesquisas do IFSC/USP. Docente na disciplina de Ergonomia e Fisiologia do Trabalho da Escola técnica e especializações nas áreas de segurança do trabalho e enfermagem. Atualmente é doutoranda em Biotecnologia pelo Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

Vitor Hugo Panhóca

Graduado em Odontologia pela Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro no ano de 1989. Especialista em Ortodontia pela Escola de Aperfeiçoamento Profissional da Associação Campineira de Cirurgiões Dentistas (ACDC - Campinas) em 1992 e especialista em Dor Orofacial e Disfunção Temporomandibular pela Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) em 2001. Ex-professor dos cursos de especialização e aperfeiçoamento em Ortodontia das APCD-São Carlos, APCD-São José do Rio Preto e ABENO-NAP- UNICSUL - São Paulo. Mestre em Biotecnologia pela UFSCar. Doutor em Biotecnologia - UFSCar. Pós-doutorado no IFSC USP. Atualmente é Pesquisador no Laboratório de Biofotônica - IFSC - Universidade de São Paulo. Habilitado em LASERTERAPIA pelo Conselho Federal de Odontologia. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Biofotônica. Sócio fundador da Sociedade Brasileira de Disfunção Temporomandibular e Dor Orofacial (SBDOF).

Vanderlei Salvador Bagnato

Vanderlei Salvador Bagnato concluiu simultaneamente Bacharelado em Física - USP, e Engenharia de Materiais - UFSCar em 1981 e realizou o doutorado em Física - Massachusetts Institute of Technology - MIT em 1987. Atualmente é professor titular da Universidade de São Paulo. Foi diretor do Instituto de Física de São Carlos de 2018 a 2022. Publicou cerca de 700 artigos em periódicos especializados. Possui 29 capítulos de livros e 7 livros publicados. Orientou mais de 100 teses entre mestrado e doutorado, nas áreas de Física, Odontologia e Medicina. Recebeu diversos prêmios e homenagens. Atua na área de Física Atômica e Aplicações da Óptica nas Ciências da Saúde. Trabalha com átomos frios, Condensados de Bose-Einstein e ações fotodinâmicas em câncer e controle microbiológico. É membro da Academia Brasileira de Ciências, The Academy of Sciences for the Developing World, da Academia Pontifícia de Ciências do Vaticano, e da National Academy of Sciences (USA). Coordena um Centro de Pesquisa, no qual ciências básicas e aplicadas convivem em harmonia. Realiza diversas atividades de Inovação Tecnológica e difusão de ciências.

O EFEITO DAS TERAPIAS CONJUGADAS NO TRATAMENTO DA COVID LONGA: UMA VISÃO CLÍNICA INTEGRADA E SISTÊMICA

Antonio Eduardo de Aquino Junior

Tiago Zuccolotto Rodrigues

Vanessa Garcia

Gabriely Simão

Fernanda Mansano Carbinatto

Ana Carolina Negraes Canelada

Vitor Hugo Panhóca

Vanderlei Salvador Bagnato.

Introdução

A pandemia global de SARS-COV-2, o chamado COVID-19, foi declarada pela Organização Mundial de Saúde (OMS)¹ como situação emergencial no final de 2019 e início de 2020 ocasionando cerca de 661 milhões de infectados e mais de 6,7 milhões de óbitos, ao redor do mundo (janeiro/2023). O contágio pela Sars-Cov-2, pode ao longo do tempo, com variação de 12 semanas à 6 meses, promover o surgimento de sequelas, chamadas também de COVID longa, sendo possível destacar diversos tipos de manifestações, sendo elas sistêmicas, como a fadiga e astenia, as respiratórias, como a dispneia e tosse persistente, as neuropsiquiátricas, como a perda da memória, desequilíbrio, anosmia (perda de olfato), ageusia (perda de paladar), ansiedade, alterações no sono, memória e concentração, além das musculoesqueléticas, como as dores musculares e articulações.

O SARS-COV-2 é definido como vírus, tem em sua formação proteínas estruturais, o nucleocapsídeo, membrana, envelope e Spike, onde a última a estrutura, Spike, é uma glicoproteína responsável pela entrada das partículas virais na célula hospedeira. Ainda, existem duas subunidades associações não covalentes: a S1 que faz ligação com a enzima conversora de angiotensina 2 (ECA2), e a S2 que promove a fusão da membrana ao realizar o ancoramento da proteína S à mesma². A alteração fisiológica mais comum provocada pela doença COVID-19 é a respiratória³. No entanto, existem diversas outras alterações relatadas, como elevação do índice de mediadores de inflamação⁴, daí, qualificada a doença como uma tempestade inflamatória; a alteração no metabolismo de carboidratos ao desregular a função endócrina do pâncreas e piorar o controle glicêmico⁵; alteração na

atividade cardíaca, como espessamento das câmaras cardíacas e insuficiência cardíaca⁶; insuficiências hepática⁷ e renal⁸.

Em continuidade, existem relatos de alterações neurológicas secundárias à infecção, como encefalopatia, meningite, acidente vascular encefálico, encefalite, Síndrome de Guillian-Barré, dores de cabeça, tontura, hiposmia, redução do nível de consciência, hipoguesia, mialgia e mielite^{3,9,10,11}. Além disso, foram constatados déficits neuro cognitivos, caracterizados por alterações de memória episódica¹¹.

As Terapias Conjugadas

Nos últimos anos, a ação de tecnologias conjugadas desenvolvidas pelo Instituto de Física de São Carlos (IFSC), Universidade de São Paulo, no tratamento de diversas patologias como artrite¹⁵, fibromialgia¹⁶, doença de Parkinson¹⁴, disfunções faciais¹⁷, capsulite adesiva¹⁸ e lesões em membros e tronco¹⁹, vem sendo destaque, na produção de tecnologias, de novas metodologias e benefício clínico para a sociedade.

A grande necessidade da utilização de novas tecnologias está se tornando cada vez maior em vista da das sequelas decorrentes da síndrome pós-Covid. Dentre os grandes destaques, podemos dimensionar as tecnologias fotônicas associadas a tecnologia ultrassônica, pressão negativa e liberação miofascial, que estão permitindo a reabilitação de pacientes das mais variadas sequelas de COVID-19, como o olfato, o paladar, paralisia facial, zumbido de ouvido, dores musculares e articulares, tonturas e alterações de equilíbrio, alterações no sono, concentração e memória, franqueza muscular e parestesias, bem como diminuições na capacidade respiratória. Desta forma, entre as tecnologias conjugadas, são pontos de destaque a associação do laser e ultrassom, emitidos de forma conjugada e agindo de modo sinérgico, com foco no processo de analgesia e ação anti- inflamatória, ambos conjugando as suas propriedades vasodilatadoras que promovem uma extensa cascata de sinalização que resulta em uma maior permeabilização iônica de Ca^{2+} , Na^+ e K .

Segundo alguns pesquisadores^{12,13}, A fotobiomodulação é responsável por vários efeitos que são benéficos, sendo considerados dentre eles:

- ✓ a redução de edema e do processo inflamatório;
- ✓ o aumento dos efeitos analgésicos;
- ✓ a cicatrização tecidual;
- ✓ a síntese de colágeno;
- ✓ a produção de ATP atuando na regulação da homeostase tecidual.

Já o ultrassom, mediante a ação de ondas mecânicas, ocorre um processo de cavitação que promove:

- ✓ uma maior permeabilização iônica;
- ✓ o processo de analgesia e ação anti-inflamatória.

No entanto, a sobreposição dos campos terapêuticos, promove uma potencialização dos recursos individuais, potencializando, de fato, os processos de tratamento que envolva reabilitação.

Já a associação da terapia a vácuo (pressão negativa) em associação à fotobiomodulação é capaz de amenizar a tensão muscular promovendo analgesia. Assim, além dos benefícios da fotobiomodulação já citados, a vacuoterapia aplicada por exemplo, na região cervical produz vermelhidão local consequente aumento da circulação sanguínea e relaxamento muscular, promovendo, por meio da diminuição da pressão em deslizamento sobre a fáscia, o realinhamento das fibras, proporcionando relaxamento da região tratada^{14,15}.

A liberação miofascial^{16,17} associada à fotobiomodulação^{18,19}, ação que consegue liberar a fáscia muscular, promovendo o realinhamento das fibras nervosas e a agindo na dor e inflamação, proporcionou nos últimos anos a redução do tempo de reabilitação de capsulite adesiva e tendinopatias de respectivamente 2 a 3 anos e 6 meses, para 35 dias^{16,17}.

Toda essa conjugação tecnológica tem auxiliado na reabilitação dos pacientes acometidos pela síndrome pós-Covid ou COVID longa.

CITESC - Centro de Inovação, Ciência e Tecnologia na Área de Saúde

Através de uma parceria estabelecida entre a Secretaria de Saúde de São Carlos, Santa Casa da Misericórdia de São Carlos, Instituto de Física de São Carlos (IFSC/USP) e o Instituto INOVA/CITESC – Centro de Inovação e Tecnologia em Saúde, foi criado, na primeira quinzena de dezembro de 2021, o “Centro de Desenvolvimento e Treinamento para Tecnologias e Procedimentos de Reabilitação de Pacientes Pós-Covid-19”, um centro de reabilitação único no Brasil e com dedicação exclusiva junto ao tratamento de pacientes acometidos por sequelas provocadas pela SARS-COV-2. Neste centro foram realizadas mais de 6.000 sessões de atendimentos gratuitos, sob supervisão dos pesquisadores do Instituto de Física de São Carlos (USP), Dr. Vitor Hugo Panhóca e Dr. Antonio Eduardo de Aquino Junior. Toda essa gama de atendimentos clínicos proporcionou conhecimento suficiente para melhorar cada vez mais a qualidade de vida das pessoas de forma cientificamente comprovada por pares em revistas científicas e aprovada por pacientes^{20,21,22}.

Equipamentos utilizados nos tratamentos clínicos

Aparelho de Laser para fobiomodulação (RECOVER – MMOPTICS, São Carlos – SP).



Equipamento RECOVER: Banco de Imagens MMOptics.

Utilizado na reabilitação do olfato, a potência do Laser de Baixa Potência utilizada

de 100 mW (“spot” de laser) com comprimento de onda em 808 nm aplicado durante 5 minutos em cada cavidade nasal, 30J cada narina.

Aparelho que combina vácuo e Laser (Vacumlaser – MMOPTICS, São Carlos – SP).



Equipamento VACUMLASER: Banco de Imagens MMOptics.

Utilizado na reabilitação de paladar, paralisia fascial, processos de parestasia e dores musculares. A potência do LBP é de 100 mW (cada “spot” de laser) com comprimento de onda em 808 nm (3 spots) e 660nm (3 spots) (Infravermelho e Vermelho) e o vácuo (modo pulsado) será aplicado com duração de tempo à determinar em relação ao tipo de seqüela à ser tratada.

Aparelho que combina Laser e Ultrassom (RECUPERO – MMOPTICS, São Carlos – SP).



Equipamento RECUPERO: Banco de Imagens MMOptics.

Utilizado na reabilitação de dores musculares, dores articulares, parestesia, sono, bem como na concentração e memória. A potência do LBP é de 100 mW (“spot” único de laser) com comprimento de onda em 808 nm e 660nm (Infravermelho e Vermelho) e o ultrassom (modo pulsado – 1MHZ) será aplicado com duração de tempo à determinar em relação ao tipo de sequela à ser tratada.

Aparelho que combina Laser e Liberação Miofascial (LaserRoller – MMOPTICS, São Carlos – SP).



Equipamento LASERROLLER: Banco de Imagens MMOptics.

Utilizado na reabilitação de dores miofasciais, capsulite adesiva e tendinopatias. A potência do LBP é de 100 mW (“spot” único de laser) com comprimento de onda em 808 nm e 660nm (Infravermelho e Vermelho) e a liberação miofascial será aplicado mediante utilização da rotação das esferas laterais.

Ação Fisiológica no Tratamento Pós-Covid

Ao longo do tempo, surgiram sequelas após a infecção por SARS-COV-2 que diminuíram muito a qualidade de vida dos pós infectados. Para isso, novas tecnologias e metodologias foram desenvolvidas, criadas e testadas com o objetivo da reabilitação destes pacientes acometidos pelas sequelas provenientes da síndrome pós infecção, uma vez que podem comprometer os mais variados sistemas do organismo. Essas tecnologias permitem combater as questões inflamatórias e dolorosas provenientes do pós-Covid, agindo diretamente nas sequelas sistêmicas, respiratórias, neuropsíquicas e musculoesqueléticas, buscando o muitas vezes, quando em associação com a fisioterapia tradicional, potencializar seu efeito e diminuir o tempo de reabilitação. Em meio a essas tecnologias,

temos a fotobiomodulação, a qual tem se mostrado eficiente no tratamento das sequelas de anosmia e ageusia provenientes da síndrome pós COVID^{20,21}. Ainda, quando associada a outros recursos terapêuticos, temos as terapias conjugadas, como laser/pressão negativa, laser/ultrassom e laser/liberação miofascial, promovendo efeitos anti-inflamatórios, reparo tecidual, mobilização miofascial, além da estimulação sensório-motora, contribuindo para melhora das manifestações clínicas do paciente^{14,15,16,17,18,19,22}.

Desta forma, a condição sinérgica destes recursos, como laser/ultrassom, laser/vacum e laser/liberação miofascial, permitem uma abordagem de vanguarda no tratamento não invasivo, efetivo para a síndrome pós-COVID-19. A laserterapia de baixa intensidade mediante emissão de luz vermelha e infravermelha, são absorvidas por estruturas sensíveis à luz, o citocromo C oxidase, uma unidade da cadeia respiratória mitocondrial, promovendo o aumento do transporte de elétrons, no potencial de membrana da mitocôndria e na produção de adenosina trifosfato (ATP). Ainda, a fotossensibilidade dos canais iônicos resulta na alteração de concentração iônica de Ca^{2+} , Na^{+} e K . Todos esses processos permitem a estimulação dos efeitos anti-inflamatórios, imunomoduladores, analgésicos e de reparação tecidual²³.

O ultrassom, outro método terapêutico não invasivo, é um equipamento composto por cristais piezoelétricos, o qual consegue transformar energia elétrica em energia mecânica oscilatória, utilizando correntes alternadas de alta frequência, onde as ondas causam a agitação e deformação mecanicamente das moléculas dos tecidos, permitindo mediante o atrito das moléculas, a produção de calor. Assim, os efeitos térmicos e não térmicos conseguem induzir as respostas biológicas, dentre elas, o relaxamento muscular, regeneração de tecidos e diminuição da inflamação, da mesma forma que o laser terapêutico²⁴.

A pressão negativa é formada por um sistema que representa a vacuoterapia, que promove sucção do tecido em razão de alta pressão localizada, que provoca um aumento do volume sanguíneo superficialmente à pele, resultando na remoção do líquido intersticial na região de aplicação, gerando efeitos anti-inflamatório, imunomodulador e analgésico, além do ajuste hematológico^{25,26}.

A liberação miofascial, permite a contração e o realinhamento das fibras e associada ao laser terapêutico, a ação analgésica e anti-inflamatória associada (Carol Tendinopatias).

Todo conhecimento tecnológico e as novas metodologias desenvolvidas não diminuem a importância da chamada fisioterapia tradicional, já estabelecida e desta forma fundamental. Todo este processo permite a compreensão do quadro do paciente, com intervenções muitas vezes

individualizadas, com alvo nas questões de independência funcional ou minimização da incapacidade, qualidade de vida, e reinserção na participação social²⁷.

Deste modo, a importância da união da tecnologia e metodologias novas juntamente ao conhecimento já estabelecido permite que os resultados obtidos no tratamento da Covid Longa, como a perda da percepção neurosensorial do olfato e paladar, alterações sistêmicas, respiratórias, musculoesqueléticas, dentre outras^{20,21} possam, de forma potencial, viabilizar processo cicatricial de úlceras venosas e arteriais, da artrite psoriática, artrite reumatoide, fibromialgia, capsulite adesiva e tendinopatias, mediante ação anti-inflamatórios e analgésica, bem como na condição inflamatória sistêmica (obesidade), que causa distúrbios metabólicos como a Diabetes Mellitus.^{18,19,22,28}

A seguir, de forma sequencial, serão dimensionadas as sequelas e a ação terapêutica dos temas:

- ✓ Dores musculares e articulares, parestesia e diminuição da sensibilidade e fraqueza nos membros superiores e inferiores;
- ✓ Dificuldade no sono, ansiedade e depressão e memória e concentração;
- ✓ Senso de direção e equilíbrio;
- ✓ Dificuldade Respiratória.

Dores musculares e articulares, parestesia e diminuição da sensibilidade e miastenia nos membros superiores e inferiores

A SARS-CoV-2 ocasiona um desequilíbrio no Sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona, haja visto que o vírus compete diretamente com a ECA/ECA-2, ocorrendo uma desregulação da conversão da angiotensina II em angiotensina I (1-7)³⁵, o que provoca condições adversos na recaptção de íons sódio, cálcio e potássio no meio intracelular e extracelular, provocando a diminuição da polarização das fibras nervosas, dificultando a condução regular dos impulsos nervosos junto aos tecidos³⁶. Mediante isso, o efeito da diminuição do fluxo de íons potássio nos canais iônicos, em razão do desequilíbrio iônico provocado pela irregularidade de recaptção de Ca^{2+} , provoca a fraqueza muscular, com foco negativo direto na excitação-contração nas células musculares, reduzindo a condição de contração voluntária³⁶.

As dores e distúrbios ósseos e articulares, comumente relatadas em pacientes infectados pela SARS-COV-2, podem aparecer devido aos efeitos pró-inflamatórios provocados pela infecção viral, onde as citocinas e moléculas que promovem a sinalização inflamatória geradas pelo vírus, causam

alterações malélicas no tecido musculoesquelético, levando à essa condição. Ocorre um possível efeito de desmielinização nas fibras, como também um processo inflamatório, por meio de uma ligação da proteína Spike do vírus SARS-CoV-2 aos receptores de ECA 2, o que afeta a barreira hematoencefálica atingindo o cérebro e o líquido cefalorraquidiano (LCR) podendo ocorrer por vias neuronais sensoriais e motoras^{38,39}. Esse processo impede a condução elétrica coordenada, provocando a parestesia e a distorção sensorial (hipoestesia), sintomas comuns na síndrome Guillain-Barré e a Neuropatia Periférica, correlacionadas diretamente na infecção da COVID-19. As duas situações podem ter origem por lesões do sistema nervoso periférico (SNP) que, mediante inflamação dos nervos, que gera a diminuição de sensibilidade, sensação de dormência e formigamento em membros²¹. Como apontando m trabalho do nosso grupo de pesquisa²², a fotobiomodulação e as terapias conjugadas são pontuais e eficazes no tratamento, devolvendo a homeostase ao quadro clínico. Desta forma, a fotobiomodulação atua na estimulação de fotorreceptores, mitocôndrias e na produção de adenosina trifosfato (ATP), gerando um aumento da multiplicação celular, que promove a cicatrização e analgesia no local da aplicação. Somando-se, o ultrassom, por meio de ação mecânica das ondas ultrassônicas, permite a maior permeabilidade iônica em razão do efeito cavitacional, influenciando positivamente no aumento do estímulo nervoso, quando aplicado conjugado ao laser¹⁶. Neste conjunto de ações, ainda há a vacuoterapia, a qual consiste na técnica de sucção do tecido para aumentar o fluxo sanguíneo local, gerando uma maior concentração de oxigênio e nutrientes, estimulando efeitos anti-inflamatórios e sensorio-motores, eficaz no tratamento dos sintomas provenientes da síndrome pós Covid²¹.

Dificuldade no sono, ansiedade e depressão e memória e concentração

Alguns autores^{40,41} relatam que existem tipo ECA2 no cérebro humano, em especial nos neurônios e nas células Glia, e que o SARS-COV-2 é um patógeno com característica neuro trófica e neuro invasiva, evidenciando assim as manifestações neurológicas em pacientes com grave infecção por Sars-CoV-2⁴², com grande característica inflamatória. Esse fenômeno é provocado pela desregulação da resposta imune inata no processo de defesa do organismo para combater a infecção⁴³ e resulta em um processo de neuroinflamação⁴⁴, com conseqüente o aumento da permeabilidade da barreira hematoencefálica, facilitando a entrada de microrganismos no Sistema Nervoso Central. Com função neuro imune, a barreira hematoencefálica controla a liberação de citocinas, e quando afetada, ocorre o aumento na concentração de citocinas⁴⁵. A neuro inflamação provoca danos severos no Sistema Nervoso Central, dentre as quais A desregulação na produção de neurotransmissores, a alteração na capacidade imunológica e na neuroplasticidade, gerando modificações morfológicas no cérebro⁴⁴. Mediante inflamação⁴⁶, a concentração de histaminas que se forma age como supressora

de sono, afetando a serotonina. Esse distúrbio é constantemente relatado entre infectados por COVID-19⁴⁷. Esse fato ocorre em razão da diminuição da produção de neurotransmissores e do aumento de mediadores pró inflamatórios, como histaminas e esse aumento é correlacionado diretamente com a patogênese da depressão e da ansiedade, e com a concentração/produção de neurotransmissores^{48,49}.

Casos¹¹, de COVID longa em associação com deficiências cognitivas confirmadas, comprovam a disfunção do córtex cingulado anterior e pôster, os quais possuem envolvimento com as emoções, depressão, memória⁵⁰ e decisão de ação, apontando atividade holometabólica, que pode estar ligado aos altos níveis do neurotransmissor acetilcolina no plasma dos infectados pelo Sars- CoV-2.

Neste caso, são 3 as hipóteses ventiladas pelo nosso grupo, para explicar as alterações da memória ligadas aos Pós Covid-19:

A) A ECA2 é responsável pela formação de Angiotensina 1-7 através de duas vias: a primeira, a ECA2 converte Angiotensina II em Angiotensina 1-7 e também converte a Angiotensina I em Angiotensina 1-9. Essa, com a da Enzima Conversora de Angiotensina (ECA), passa à conversão em Angiotensina 1-7⁵¹. A Angiotensina 1-7 atua nos receptores colinérgicos do tipo muscarínicos em diversos tipos tecidos, como no cérebro⁵². O sistema colinérgico está relacionado com a formação da memória. Ainda, terapias envolvendo inibidores da colinesterase, enzimas que degradam acetilcolina, são apontadas como promissoras no tratamento da perda de memória⁵³. Assim, as alterações fisiológicas no sistema colinérgico em virtude da ação do SARS-COV-2, influenciam diretamente a perda de memória.

B) O sono é a grande chave da formação da memória por meio da reverberação neural que acontece no sono REM⁵⁴. Neste estágio REM, ocorrem mudanças no aumento da concentração de acetilcolina, agindo nas atividades neuronais⁵⁵, sendo responsável por distúrbios do sono⁴⁷. Desta forma, a formação de memória é afetada como seqüela da Covid-19, em razão de não haver reverberação neural no estágio REM.

C) O córtex cingulado posterior apresenta alterações em razão da infecção¹¹, as quais influenciam outras áreas como o hipocampo, responsável pela formação da memória e noção de espaço⁵⁶. Outra questão importante é a ligação da memória com a eficiência da transmissão sináptica⁵⁷, mediante a liberação de neurotransmissores e plasticidade sináptica, afetadas pela neuro

inflamação da infecção⁴⁴. Assim, ao afetar o córtex cingulado posterior, o hipocampo em meio à neuroinflamação, ocorre interferência na formação da memória.

Senso de direção e equilíbrio

É observado a diminuição auditiva, zumbido⁵⁸ e vertigem⁵⁹ como manifestações relatadas por pacientes acometidos pela Sars-Cov-2. Nestes casos, as células ciliadas externas da cóclea sofrem alterações deletérias devido a infecção, as quais são importantes na transmissão do som⁵⁸. Isso explica o zumbido relatado por pacientes.

No entanto, a comunicação do ouvido interno com a cavidade nasal por meio da trompa Eustáquio e por possuir característica neuro trópica, comum ao coronavírus⁴¹, há mecanismos e meios favoráveis para a infecção do ouvido. Assim, a variação do local de comprometido podem afetar as funções de equilíbrio e audição. Ainda, existe a coo expressão de receptores de ECA2 no ouvido interno, o que pode favorecer como entrada celular do SARS-COV-2, por meio de conexão do Spike junto a proteína receptora de ECA2.

Em relação ao equilíbrio, o Sars-cov-2 pode provocar problemas de microcirculação, afetando o suprimento sanguíneo para o ouvido interno (labirinto), podendo levar a perda auditiva. A condição de labirintite pode ser provocada por alterações neurológicas, como degeneração axonal focal e perda de células ganglionares vestibulares, como advindos de um processo de neuro inflamação.

A ação homeostática observada em Aquino Jr et al. (2022), em meio à produção de neurotransmissores, regeneração celular e modulação inflamatória a hipótese mais assertiva é que em razão da aplicação da terapia conjugada de laser/ultrassom, nas palmas das mãos, ocorre o aumento da permeabilidade iônica promovida pelo ultrassom, produção de ATP via fotobiomodulação, bem como a ação anti-inflamatória, proveniente de ambos os recursos fisioterapêuticos. A estimulação conduzida por vias aferentes ao cérebro, regulando a complacência/pressão intracraniana⁶¹, conduz a uma maior regulação das atividades cerebrais. Ainda neste contexto, há maior atividade colinérgica que favorece a atividade neuronal em maior atividade bem como a reverberação neuronal no sono REM para formação da memória. Como um feedback positivo, quanto melhor o sono, melhor a condição de superação das sensações de ansiedade, reduzindo o nível de depressão progressivamente.

Dificuldade Respiratória

O SARS-COV-2, como um vírus neuro trópico, possui entrada facilitada junto as vias neurais para acessar o Sistema Nervoso Central, gerando reações adversas que provocam interferência diretamente na estimulação de quimiorreceptores no centro respiratório. A diminuição da resposta ventilatória de dióxido de carbono (CO₂), pode ser responsável por um efeito indireto na área quimiossensível do centro respiratório localizado no bulbo, onde residem sensores com sensibilidade aos íons de hidrogênio⁶². Esses quimiorreceptores presentes na medula são responsáveis pela maior parte do impulso respiratório, verificando as concentrações de pH presentes no sistema nervoso central, as quais podem ser ocasionadas por alterações na concentração de dióxido de carbono, afetando a estimulação de padrões respiratórios³⁸. Desta forma, a privação do sono pode provocar a insuficiência respiratória, gerando alterações de pressão parcial (PCO₂) no sangue mediante diminuição da sensibilidade dos quimiorreceptores⁶².

Em adição a isso, possíveis alterações na condução dos impulsos nervosos, nos nervos vago e glossofaríngeo, os quais são influenciados pela alteração colinérgica, podem influenciar negativamente os estímulos respiratórios, condicionando uma influência negativa na condição respiratória.

Os resultados observados e publicados junto à atividade clínica, pontuam como hipótese, que a ação da fisioterapia respiratória tradicional é fundamental no processo de reabilitação, agindo nos músculos ligados ao processo de respiração. A ação da terapia conjugada de laser e ultrassom, com utilização no tratamento de outras doenças^{16,61}, atua em ação direta no cérebro, por meio da condução do estímulo pelas vias aferentes (aplicando-se nas palmas das mãos). Desta forma, a estimulação colinérgica realizada, pode potencializar a ação respiratória de origem no bulbo e na ponte (cérebro), estimulando a ação inspiratória adequadas às vias nervosas do vago e glossofaríngeo.

Conclusão

A ação das terapias tradicionais na reabilitação de doenças são instrumentos que precisam ser valorizados e sempre utilizados com o máximo de conhecimento para o melhor resultado junto ao paciente. No entanto, a ação tecnológica fundamentada e avaliada por pares se consolida cada vez mais, sendo as terapias conjugadas na reabilitação o grande passo que está em ação atualmente, mas em constante construção de conhecimento, mesmo atuando no auxílio da plena reabilitação das sequelas Pós-Covid. Essa consolidação das novas tecnologias tem ainda o potencial de, ao longo do tempo, proporcionar uma nova forma de atendimento junto ao Sistema Único de Saúde, gerando economia junto aos gastos públicos e melhora da qualidade de vida da sociedade.

REFERÊNCIAS

- 1 WHO – <https://covid19.who.int/>. 01/2023
- 2 JACKSON, Cody B. et al. Mechanisms of SARS-CoV-2 entry into cells. **Nature reviews. Molecular cell biology**, v.23, n1, p 3-20, 2022.
- 3 SHIMOHATA, Takayoshi. Neuro-COVID-19. **Clinical and Experimental Neuroimmunology**, v.13, n.1, p. 17-23, 2022.
- 4 PÉREZ, Malena M. et al. Acetylcholine, Fatty Acids, and Lipid Mediators Are Linked to COVID-19 Severity. **The Journal of Immunology**. v.209, n.2, p. 250-261, 2022.
- 5 TALJAARD, J. J. et al. Diabetes mellitus and COVID-19: A review and management guidance for South Africa. **South African Medical Journal**. v.110, n.8, p. 761-766, 2020.
- 6 ZHENG, YY., Ma, YT., Zhang, JY. et al. COVID-19 and the cardiovascular system. **Nat Rev Cardiol** v.17, p. 259–260, 2020.
- 7 ZHANG, Yafei et al. Liver impairment in COVID-19 patients: A retrospective analysis of 115 cases from a single centre in Wuhan city, China. **Liver international** v.40, n.9, p. 2095-2103, 2020.
- 8 CHENG, Yichun et al. Kidney disease is associated with in-hospital death of patients with COVID-19. **Kidney international**. v.97, n.5, p. 829-838, 2020.
- 9 YESHUN, W. Nervous system involvement after infection with COVID-19 and other coronaviruses. **Brain Behav. Immun.** v.87, p.18-22, 2020.
- 10 MAO L. et al. Neurological Manifestations of Hospitalized Patients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective case series study. v.77, n.6, p.683-690, 2020.
- 11 HUGON J, Msika EF, Queneau M, Farid K, Paquet C. Long COVID: cognitive complaints (brain fog) and dysfunction of the cingulate cortex. **J Neurol**. v.269, n.1, p. 44-46, 2022.
- 12 DE SOUZA SIMÃO ML, Fernandes AC, Ferreira KR, De Oliveira LS, Mário EG. Comparison between the Singular Action and the Synergistic Action of Therapeutic Resources in the Treatment of Knee Osteoarthritis in Women: A Blind and Randomized Study. **J Nov Physiother** v.9, n.2, p.1-3, 2019.
- 13 JUNIOR AEA, Carbinatto FM, Franco DM, Bruno JSA, Simão MLS. The Laser and Ultrasound: The Ultra Laser like Efficient Treatment to Fibromyalgia by Palms of Hands–Comparative Study. **J Nov Physiother** v.11, n.2, p.1-5, 2020.

- 14 TAMAE PE, dos Santos AV, Simão MLS, Canelada ACN, Zampieri KR, et al. Can the associated use of negative pressure and laser therapy be a new and efficient treatment for Parkinson's pain? A comparative study. **J Alzheimers Dis Parkinsonism** v.10, p.1-6, 2020.
- 15 PANHÓCA VH, Nogueira MS, Bagnato VS. Treatment of facial nerve palsies with laser and endermotherapy: a report of two cases. **Laser Phys** v.18, n.1, p.15601, 2020.
- 16 CANELADA ACN, Carbinatto FM, de Aquino Junior AE, Bagnato VSB. A Case Report on the use of a Conjugated System of Myofascial Release for Shoulder Capsulitis. **J Nov Physiother.** v.11, n.8, p. 1-4, 2021.
- 17 CANELADA ACN, de Aquino Junior AE, Carbinatto FM, Panhóca VH, Simão G, Zangotti L, Bagnato VS. The Synergy of Photobiomodulation and Myofascial Release in Upper Limb Injuries – Case Series. **J Nov Physiother.** v.12, n.4, p. 1-7, 2022.
- 18 ENWEMEKA CS, Parker JC, Harkness EE, Harkness LE, Woodruff LD. Efficacy of low-power lasers in tissue repair and pain control: a meta-analysis study. **Photomed Laser Surg.** v.22, n.4, p.323-329, 2004.
- 19 KARU TI. Mitochondrial mechanisms of photobiomodulation in context of new data about multiple roles of ATP. **Photomed Laser Surg** v.28, n.2, p.159-160, 2006.
- 20 DE SOUZA, Viviane Brocca et al. Photobiomodulation therapy for treatment olfactory and taste dysfunction COVID-19-related: A case report. **Journal of Biophotonics.** v.2001, n.13, p. 1-4. e202200058, 2022.
- 21 DIAS, Lucas D. et al. (2022) Perspectives on photobiomodulation and combined light-based therapies for rehabilitation of patients after COVID-19 recovery. **Laser Physics Letters**, v.9, n.4, p. 1-9. 045604, 2022.
- 22 De Aquino Junior AE, Rodrigues TZ, Garcia Z, Simão G, Carbinatto FM, Ferreira LT, de Souza VB, Kohl AR, Alberto JAG, Guimarães JF, da Silva VG, Bagnato VS, Panhóca VH. Conjugated and Synergistic Therapies in the treatment of COVID-19 Dysfunction - Pain, Weakness, Parestheria, Respiratory Condition, Memory, Olfactory and Taste: Case Series. **J Nov Physiother** v.12, n.10, p.1-10, 2022.

- 23 CARBINATTO FM, Aquino Junior, AE, Coelho, VHM, Bagnato, VS. Photonic technology for the treatments of venous and arterial ulcers: Case Repor. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy** v.22, p.39–41, 2018.
- 24 NEJATIFARD, Marzieh et al. Probable positive effects of the photobiomodulation as an adjunctive treatment in COVID-19: A systematic review. **Cytokine**. v.137, p. 1-9. 155312, 2021.
- 25 QING, Wanyi et al. Effect of therapeutic ultrasound for neck pain: a systematic review and meta-analysis. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**.v.102, n.11, p.2219-2230, 2021.
- 26 FURHAD, Shabi; Bokhari, Abdullah A. Cupping therapy. In: StatPearls [Internet]. **StatPearls Publishing**. 2022.
- 27 HASBANI GE, Jawad A, Uthman I. Cupping (Hijama) in Rheumatic Diseases: The Evidence. **Mediterr J Rheumatol**. v.32, n.4, p.316-323, 2021.
- 28 YAN, Zhipeng; YANG, Ming; LAI, Ching-Lung. Long COVID-19 syndrome: a comprehensive review of its effect on various organ systems and recommendation on rehabilitation plans. **Biomedicines**. v.9, n.8, p. 316-323, 2021.
- 29 DE AQUINO JUNIOR AE, Carbinatto FM, Bagnato VS. Metabolic Rehabilitation: Body Homeostasis through the Action of Photobiomodulation in Weight Loss—A Comparative Study. **J Obes Weight Loss Ther**. v.11, n.11, p.1-6, 2021.
- 30 SHAIKH FH, Soni A. Physiology, Taste. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): **StatPearls Publishing**. 2022.
- 31 NAJAFLOO R, Majidi J, Asghari A, Aleemardani M, Kamrava SK, Simorgh S, Seifalian A, Bagher Z, Seifalian AM. (2021) Mechanism of Anosmia Caused by Symptoms of COVID-19 and Emerging Treatments. **ACS Chem Neurosci**. v.12, n.20, p.3795-3805, 2021.
- 32 PARK GC, Bang SY, Lee HW, Choi KU, Kim JM, Shin SC, Cheon YI, Sung ES, Lee M, Lee JC, Kim HS, Lee B J. ACE2 and TMPRSS2 immunolocalization and oral manifestations of COVID-19. **Oral Dis**. v.00, p.1-9, 2022.
- 33 HOFFMANN M, Kleine-Weber H, Schroeder S, et al. SARS-CoV-2 Cell Entry Depends on ACE2 and TMPRSS2 and Is Blocked by a Clinically prove protease inhibitor. v.181, n. 2, p. 271- 280e, 2020.

- 34 KHANI, Elnaz et al. (2021) Potential pharmacologic treatments for COVID-19 smell and taste loss: A comprehensive review. **European Journal of Pharmacology**. v.912, p. 1-9 174582, 2021.
- 35 ROUADI, P. W., Idriss, S. A., & Bousquet, J. Olfactory and taste dysfunctions in COVID-19. **Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology**, v.21, n.3, p.229-244, 2021.
- 36 RIVELLESE F, Predileto E. ACE2 at the centre of COVID-19 from asymptomatic infections to severe pneumonia. **Autoimmunity reviews** v.19, n.6, p. 1-4.102536, 2020.
- 37 DIXON, Rose E. et al. Mechanisms and physiological implications of cooperative gating of clustered ion channels. **Physiological reviews**. v.102, n.3, p. 1159-1210, 2022.
- 38 KUMAR S, Veldhuis, A, Malhotra T. Neuropsychiatric and cognitive sequelae of COVID-19. **Frontiers in psychology** v.12, p. 577529, 2021.
- 39 WU Y et al. Nervous system involvement after infection with COVID-19 and other coronaviruses. **Brain, behavior, and immunity** v.87, p. 18-22, 2020.
- 40 MAIESE A, Manetti AC, Bosetti C, Del Duca F, La Russa R, Frati P, Di Paolo M, Turillazzi E, Fineschi V. SARS-CoV-2 and the brain: A review of the current knowledge on neuropathology in COVID-19. **Brain Pathol**. v.31, n.6, p. 1-17. e13013, 2021.
- 41 DESFORGES M, Le Coupanec A, Stodola JK, et al. (2014) Human coronaviruses: viral and cellular factors involved in neuroinvasiveness and neuropathogenesis. **Virus Res**. v.194, p145–158, 2014.
- 42 HASCUP ER, Hascup KN. Does SARS-CoV-2 infection cause chronic neurological complications? **Geroscience**. v.42, n.4, p1083-1087, 2020.
- 43 TAI, M. Z. et al. The trinity of COVID-19: immunity, inflammation and intervention. **Nature Reviews Immunology**. v.20, p. 363-374, 2020.
- 44 SERRANO-CASTRO, P. J. et al. Influencia de la infección SARS-CoV-2 sobre enfermedades neurodegenerativas y neuropsiquiátricas: una pandemia demorada? **Neurologia**. v.35, n.4, p.245- 251, 2020.
- 45 KURZ C, Walker L, Rauchmann BS, Pernecky R. Dysfunction of the blood-brain barrier in Alzheimer's disease: Evidence from human studies. **Neuropathol Appl Neurobiol**. v.48, n.3, p.1-12. e12782, 2022.

- 46 BOLLU PC, Kaur H. Sleep Medicine: Insomnia and Sleep. *Mo Med.* v.116, n.1, p.68-75, 2019. 47
- SHER, Leo. COVID-19, anxiety, sleep disturbances and suicide. ***Sleep medicine***, v.70, p.1, 2020.
- 48 SCHOU, Thor Mertz et al. Psychiatric and neuropsychiatric sequelae of COVID-19—A systematic review. ***Brain, Behavior, and Immunity***. v.97, p. 328-348, 2021.
- 49 DELL'OSSO LCC, Mucci F, Marazziti D. Depression, Serotonin and Tryptophan. ***Curr Pharm Des.*** v22, n.8, p.949-54, 2016.
- 50 PILOTTO A et al. Long-term neurological manifestations of COVID-19: prevalence and predictive factors. ***Neurological Sciences***. v.42, n.12, p. 4903-4907, 2021.
- 51 Andone S, Bajko Z, Motataianu A, Maier S, Barcutean L, Balasa R. Neuroprotection in Stroke-Focus on the Renin-Angiotensin System: A Systematic Review. ***Int J Mol Sci***. v.23, n.3876, p.1-14, 2022.
- 52 SANTOS, RAS et al. The ACE2/angiotensin-(1–7) /MAS axis of the renin-angiotensin system: focus on angiotensin-(1–7). ***Physiological reviews***. v.98, p. 505-553, 2017.
- 53 HAMPEL H, M.-Marsel M, Cuello AC, Farlow MR, Giacobini E, Grossberg GT, Khachaturian AS, Vergallo A, Cavedo E, Snyder PJ, Khachaturian ZS. The cholinergic system in the pathophysiology and treatment of Alzheimer's disease, ***Brain***. v.141, n.7, p.1917–1933, 2018.
- 54 RIBEIRO S, Shi X, Engelhard M et al. Novel experience induces persistent sleep-dependent plasticity in the cortex but not in the hippocampus. v.1, n.1, p. 43-55, 2007.
- 55 FATMA S; ANJUM R. SLEEP: PHYSIOLOGY & ITS CONCEPT IN UNANI MEDICINE. ***International Journal of Advance Research and Innovative Ideas in Education***. v.6, n.5, p. 1321-1327, 2020.
- 56 LISMAN J., Buzsáki G., Eichenbaum, H. *et al.* Pontos de vista: como o hipocampo contribui para a memória, navegação e cognição. ***Nat Neurosci***. v.20, p.1434-1447, 2017.
- 57 JIAO, Yuan et al. Sevoflurane impairs short-term memory by affecting PSD-95 and AMPA receptor in the hippocampus of a mouse model. ***Behavioural Neurology***. p.1-9, 2019
- 58 CHIRAKKAL P et al. COVID-19 and Tinnitus. ***Ear, Nose & Throat Journal***. v.100, n.2, p. 160S-162S, 2021.

59 MASLOVARA S; KOŠEC A. Post-COVID-19 benign paroxysmal positional vertigo. **Case Reports in Medicine**. p. 1-4, 2021.

60 Jeong, M., Ocwieja, KE, Han, D. et ai. Direct SARS-CoV-2 infection of the human inner ear may underlie COVID-19-associated audiovestibular dysfunction. **Med Comum** v.1, n.44, p.1-14, 2021.

61 de Aquino Junior AE, Carbinatto FM, Rocha Tomaz CS, Bagnato VS. Photosonic Treatment and Fibromyalgia: The Effect on Brain Compliance - Case Report. **J Nov Physiother**. v.12, n.3, p. 1-6, 2022.

62 ADLER D; JANSSENS J. The pathophysiology of respiratory failure: control of breathing, respiratory load, and muscle capacity. **Respiration**. v.97, n.2, p. 93-104, 2019.

CAPÍTULO 8 - FOTOBIMODULAÇÃO TRANSABDOMINAL COMO TERAPIA SINÉRGICA NO MANEJO DOS SINAIS E SINTOMAS E SUAS POSSÍVEIS APLICAÇÕES EM HARMONIZAÇÃO OROFACIAL.

Liciane Toledo Bello

Formada em Odontologia no ano de 1997, iniciando os estudos na Área de Laser em estágio acompanhado em Paris em 1998, tendo realizado seu mestrado em Lasers Odontológicos na USP/IPEN (2009) e vem desenvolvendo pesquisas em diversos grupos de Biofotônica, Unifesp (2012), Uninove (2018), USP São Carlos (2021). Diretora Clínica/Científica do Instituto Neo mama, onde institui de forma ampla o tratamento das toxicidades que advém do tratamento do Câncer desde 2015, contribuindo para difusão da Laserterapia em equipe multidisciplinar Especialista em Harmonização Orofacial, Membro Titular Cadeira 8/ Biofotônica (Colégio Brasileiro de Harmonização Orofacial), Membro do Comitê Científico Nacional e Internacional da ABRAHOF (Associação Brasileira de Harmonização Orofacial), contribuindo para o uso adequado e objetivo da fototerapia nos tratamentos estéticos complexos, possuindo inúmeros capítulos de livros na área de Harmonização Orofacial. Delegada em Biofotônica SBOSI (Sociedade Brasileira de Odontologia e Saúde Integrativa).

FOTOBIMODULAÇÃO TRANSABDOMINAL COMO TERAPIA SINÉRGICA NO MANEJO DOS SINAIS E SINTOMAS E SUAS POSSÍVEIS APLICAÇÕES EM HARMONIZAÇÃO OROFACIAL.

Liciane Toledo Bello

A Harmonização Orofacial teve sua introdução no final da segunda década dos anos 2.000, como disciplina odontológica e dentro das intervenções para fim de reposicionar, densificar e modelar os tecidos faciais, preconiza o uso de biomoléculas¹.

Os biomateriais por sua vez, vem sendo utilizados para uma infinidade de procedimentos médico/odontológicos como enxertos de pequenas áreas para fins de reconstituição/reparo tecidual apresentando um comportamento biológico seguro, baixa imunogenicidade e citotoxicidade². Grandes empresas desenvolvem biomateriais para contemplar as exigências comerciais, buscando a redução de riscos, visando um mercado altamente lucrativo e ávido por materiais mais eficientes e com resultados duradouros, que podem ser um contraponto à segurança biológica dos mesmos.

Os profissionais e pacientes por sua vez, buscam de forma qualitativa e quantitativa estes biomateriais para concluir resultados satisfatórios, porém sem embasamento científico quanto à associação de biomoléculas amorfas e bioativas, pondo em risco não só os resultados obtidos, mas a saúde sistêmica dos pacientes submetidos aos procedimentos, acendendo um sinal de alerta em relação à farmacovigilância dos efeitos adversos a longo prazo devido à alta quantidade e/ou à associação destes biomateriais principalmente em relação à miscelânea de patologias, medicações e vacinas na qual a população de uma forma geral acaba sendo exposta.

A SARS-COV 2 mudou o cenário de saúde pública, exigindo da comunidade científica estudos de desenvolvimento e segurança dos imunizantes de forma emergencial, mas também denotou a importância de se aprofundar os estudos em relação à possível estimulação à imunogenicidade pela quantidade de relatos de caso referente à complicações em relação às biomoléculas utilizadas em tratamento estéticos com injetáveis, principalmente referente à complicação semelhante ao ETIP (Edema Tardio Intermitente Persistente)³ bem descrito pela literatura sem a associação ao vírus ou a vacina.

*O Vírus utiliza a ECA2 (enzima conversora de angiotensina 2) como uma das vias de introdução do material genético nas células e contaminação do organismo, a enzima do sistema Renina-Angiotensina, que tende ao desequilíbrio biológico, de forma transitória, e as vezes persistente^{4,5}. Esta enzima é amplamente sintetizada pelas células do endotélio intestinal, um dos órgãos mais comprometidos inicialmente diante do contágio com o SARS-COV2.

De acordo com alguns autores, a grande demanda atual por vacinas, aumentou a exposição aos adjuvantes, principalmente o alumínio, podendo levar a uma síndrome imunológica, de natureza inflamatória e por ativação exacerbada do sistema complemento, como a ASIA (termo em inglês para definir a Síndrome Autoimune Inflamatória por Adjuvantes)⁶, Miofaceíte Macrofágica⁷ e Síndrome da Ativação Macrofágica⁸, que são doenças de curso reumatológico que podem se interrelacionar no adulto, por associar adjuvantes (implantes, preenchedores faciais, vacinas, entre outros) como possíveis desencadeantes, sendo uma delas (Síndrome da Ativação Macrofágica) potencialmente fatal

^{8,9}, que apresentaram um aumento significativo em publicações no período atual.

A literatura encontra-se deficiente no cruzamento de dados que direcionem em relação à segurança de tratamentos estéticos nos cenários reais de pacientes portadores de implantes de biomateriais reabsorvíveis ou não, que tenham sido infectados ou vacinados para COVID-19 em associações *in loco* ou à distância com biomoléculas ou implantes.

Os tratamentos propostos se limitam as abordagens imediatistas com o uso de hialuronidase ¹⁰, inibidor de ECA (enzima conversora de angiotensina) ¹¹, corticosteroide, antiinflamatório não esteroidal, antibióticos e imunossuppressores ¹², sem, no entanto, apresentar consenso na comunidade científica. O diagnóstico diferencial exige o conhecimento do profissional dentro de sua área de atuação, e quando detectado o contexto de complexidade a equipe multiprofissional poderá ser necessária para instaurar as devidas intervenções ¹³.

Em nossa rotina clínica de atendimento as complicações da COVID-19, assim como em decorrência da COVID LONGA (como vem sendo chamada quando os sintomas são persistentes) ou ainda nas sequelas pós-COVID-19 em que os limites diferenciais ainda não bem definidos pela literatura corrente ¹⁴, sem ainda provisão do consenso sobre terapias que contemplem os sinais e sintomas de forma universal ou direcionada, inclinando a possibilidade de agregar aos tratamentos o uso da fotobiomodulação, que é uma terapia que utiliza a luz com parâmetros radio métricos como comprimento de onda, fluência e irradiância adequados, propiciando uma série de eventos bioquímicos que regulam o metabolismo e ajustam a homeostase de diversas patologias ^{15,16}. A COVID-19 estabeleceu um marco na Harmonização Orofacial. E os profissionais que executam os procedimentos com as biomoléculas precisarão estar atentos aos possíveis sinais locais e sindromáticos em seus pacientes.

Na Revisão de Literatura publicada por PÉREZ em sua Revisão de 2022¹⁷, discorre sobre a hipersensibilidade de grau 4 pós vacina. por pacientes portadores de preenchimentos faciais, recomendando que se aguarde pelo menos 21 dias para tais procedimentos, porém baseado na revisão sistemática que realizou reconhece que os mecanismos relacionados com o desequilíbrio do sistema imunológico de infectados e vacinados seguem desconhecidos. Porém uma das possíveis causas seria o desajuste do eixo Renina-angiotensina, descrito na figura 1.

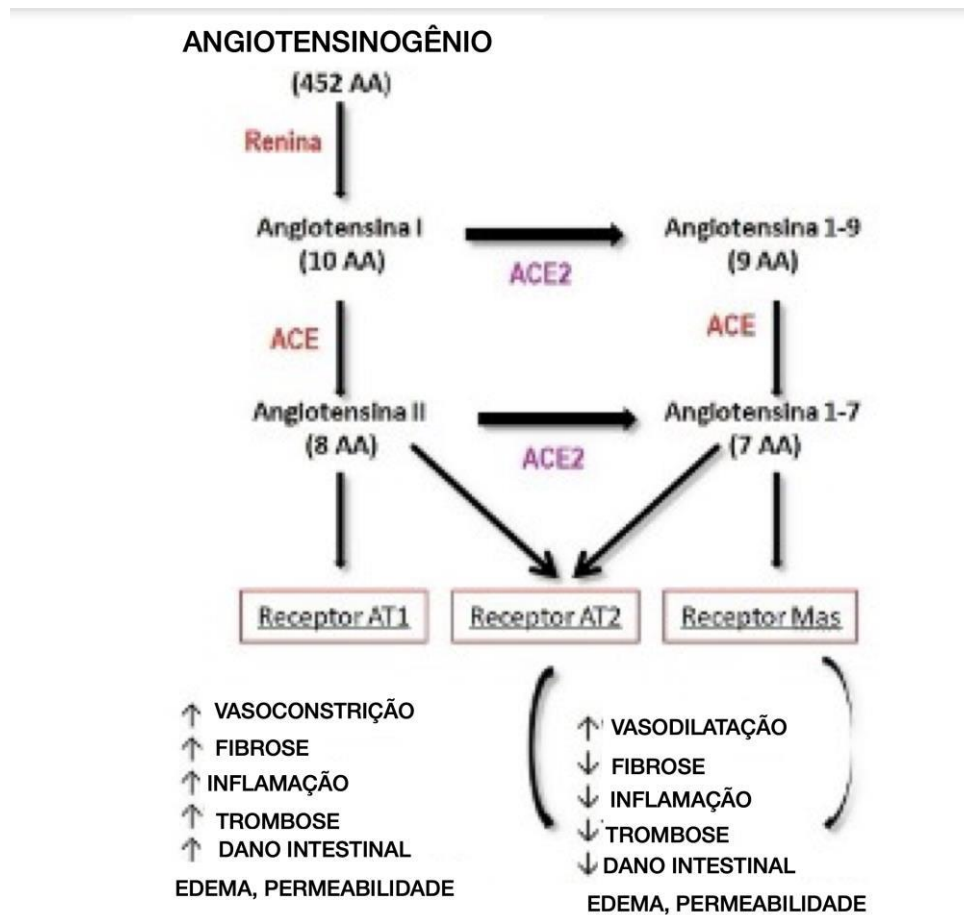


Fig.1 - vias de metabolização de angiotensina. (adaptado e traduzido - PÉREZ et al, 2022)

Durante o curso da doença, a infecção pode ocasionar lesões aparentes com a presença do vírus viável, mas as implicações a longo prazo são potencialmente referentes ao dano neurológico periférico e/ou central e a alteração da microbiota oral, intestinal e cutânea^{18,19}.

Muitos estudos demonstram a importância do eixo intestino-cérebro no estabelecimento de patologias neurológicas, como Alzheimer, Parkinson, espectro autista entre outros. Sendo que os mecanismos de comunicação do micro bioma com o corpo acontece através da resposta imune, sinalização redox, sistema endócrino e caminho entérico/nervo vago^{20,21,22}

A integridade da mucosa intestinal é dependente dos ácidos graxos de cadeias curtas produzidas pela microbiota diversificada com baixa quantidade de gram negativas, ou com muita diversidade no mico bioma (fungos) e viroma (vírus). Diversos estudos sugerem o diagnóstico não invasivo através da análise da microbiota em várias doenças específicas ou virais, como o câncer hepatocelular e artrite reumatoide, e mais recentemente para a COVID-19^{23,24}.

O micro bioma e os lipídios envolvidos podem afetar a progressão da doença por impactar diretamente na imunidade inata e na diferenciação da adaptativa, inclusive predispondo o hospedeiro a infecções oportunistas, impactando até mesmo para a progressão cariiosa pelo aumento da genera *Megasphaera*²⁵.

A análise do sequenciamento genômico do micro bioma oral evidenciou significantes diferenças nos pacientes infectados pelo COVID-19. A alfa-diversidade foi afetada, e os severamente sintomáticos apresentaram uma inversa correlação entre a Alfa-diversidade da microbiota e os sintomas, assim como o aumento do micro bioma e do viroma ²⁶.

A fotobiomodulação tem muito a contribuir no restabelecimento da homeostase do paciente em diversas patologias, inclusive no COVID-19, seja em seu curso, na COVID longa ou em suas sequelas, como as intercorrências ocasionadas mediante a presença ou implantação dos preenchedores estéticos ou biomoléculas para densificação tecidual. O argumento biológico é sua melhor apresentação, pois a interação da luz terapêutica com a célula atua na modulação de alguns fatores de transcrição como HIF-alfa e o NFkB, impactando na expressão gênica dos marcadores pró-inflamatórios, intensificando a expressão dos antioxidantes e atuando sobre o ritmo na formação dos substratos inerentes a fosforilação oxidativa, fundamentais para gerar energia intracelular e alterando o potencial elétrico dos canais iônicos, permitindo um influxo dos íons pertinentes a diversas "conversas" metabólicas ²⁷.

Além destas propriedades, a luz sob terapia modulatória com baixa potência, alterou o micro bioma e promoveu efeitos no metaboloma, incluindo a modulação do ciclo circadiano sugerindo o conceito de foto bioma ²⁸. Alterações da microbiota ficaram mais evidentes através da irradiação do infravermelho, por ser potencialmente o comprimento de maior penetração e alteração da diversidade do micro bioma ²⁹.

Em nossa clínica diária, todos os pacientes são submetidos em algum momento ao tratamento de fotobiomodulação, com a dose, local de aplicação de modo sinérgico ou não, dependendo do objetivo do tratamento e estado geral do paciente.

Não obstante, a relação do homem com a luz remonta sua própria existência. Desde as antigas civilizações, os médicos da época prismavam a luz solar em câmaras para tratamentos de saúde. Com as poucas escrituras que sobraram desta época, foi possível identificar esta terapia empírica com luz, que ficou conhecida como Helioterapia, umas das primeiras terapias para o tratamento das leucodermias³⁰.

De fato, a área que estuda a luz para aplicações biológicas e sua interação com os tecidos vivos é muito ampla, e está intimamente relacionada com a regulação dos ciclos metabólicos conhecido como ciclo circadiano. Secreções hormonais e absorção de micronutrientes são exemplos de metabolismos regidos pela presença/ausência da luz ³¹.

Dentro da medicina e odontologia, outras formas de interação da luz com tecido biológico sem eventos fotoquímicos seria diagnóstico em tempo real com a fluorescência óptica, eventos de excitação/emissão em que fluorescência das estruturas biológicas é alcançada quando iluminada com comprimento de onda específico, identificando desde a localização de vasos sanguíneos, protoporfirinas bacterianas, distúrbios da pigmentação ou ainda displasias e neoplasias em tegumento e mucosa, quando as mesmas não fluorescem através do comprimento de onda de excitação³².

No entanto, foi com a Fotobiomodulação, que as evidências científicas se tornaram fortes no esclarecimento do mecanismo fotoquímico envolvido nos eventos metabólicos desencadeados pela

luz em baixa potência, porém com dados radio métricos específicos. Através desta terapia, é possível modular a emissão nervosa do sinal doloroso, assim como induzir a diferenciação das células em fenótipos ativos no controle do processo inflamatório e regenerativo³³. Por isso, a fotobiomodulação pode melhorar tanto o reparo tecidual de uma queimadura ³⁴, como estimular a melhora do suporte e relevo tegumentar nos tratamentos em harmonização orofacial ³⁵.

A terapia é conduzida através de comprimentos na faixa do visível e infravermelho próximo, que quando irradiadas no tecido biológico são absorvidos pelo foto aceptores intracelulares, que estão localizados na mitocôndria Citocromo C Oxidase para o vermelho, Canais iônicos no infravermelho próximo, nas criptocromos e opsinas presentes na pele para as luzes azul e verde respectivamente, entre outros complexos proteicos intracelulares, metais e a própria água molecular

³⁶.

Quando a luz irradiada é absorvida, há a conversão da energia radiante em energia química e eletroquímica, desencadeando as primeiras alterações metabólicas, como o aumento da energia intracelular, do óxido nítrico e produtos de oxidação que alteram a expressão gênica, modificando fatores de indução e inibição, que trarão diversos produtos proteicos e complexos antioxidantes que auxiliarão a regulação do metabolismo e o sequestro dos radicais livres.

Estes mecanismos são fundamentais para os ajustes metabólicos sistêmicos e locais. Os pacientes apresentaram satisfação aos resultados do procedimento estético, além de apresentar completa ou significativa melhora das sequelas persistentes como anosmia e disgeusia, constipação, eritema cutâneo. Contribui também para a melhora significativa de inesteticidades como hiperpigmentação periorbital, melasma e envelhecimento.

A fotobiomodulação é um tratamento bastante eficaz nos sinais cardinais de fase aguda, mostrando efetividade nos quadros de angioedema, principalmente na manifestação deste quadro mediante o uso de ácido hialurônico e outras biomoléculas. Nossa sugestão de protocolo é sinérgica, devendo ser planejado sempre a partir do contexto individual, em que se projete o tratamento local, ou seja, na localização de depósito dos biomateriais e no abdômen do paciente, como mostra as figuras 2 e 3.

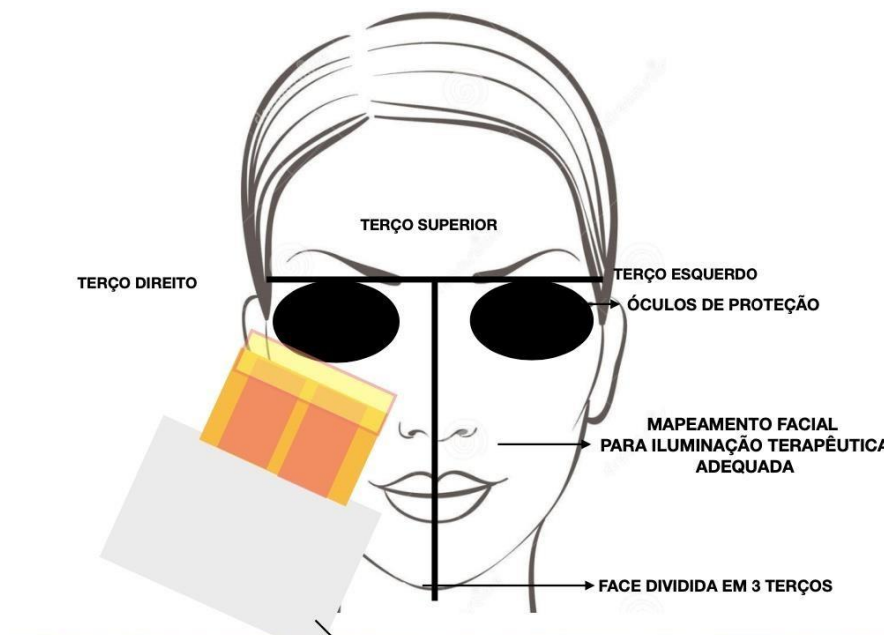


Fig. 2 - Protocolo Facial para o procedimento de fotobiomodulação em Edema Tardio Intermitente Persistente na presença de biomoléculas. A associação de 2 comprimentos de onda (590 nm/808 nm), no modo VITAL (equipamento Vênus/MMOptics), com distribuição em varredura lenta com o dispositivo encostado na pele, em cada terço de face acometida pelos sinais e sintomas, a cada 72 horas, protocolo mínimo de 10 sessões.

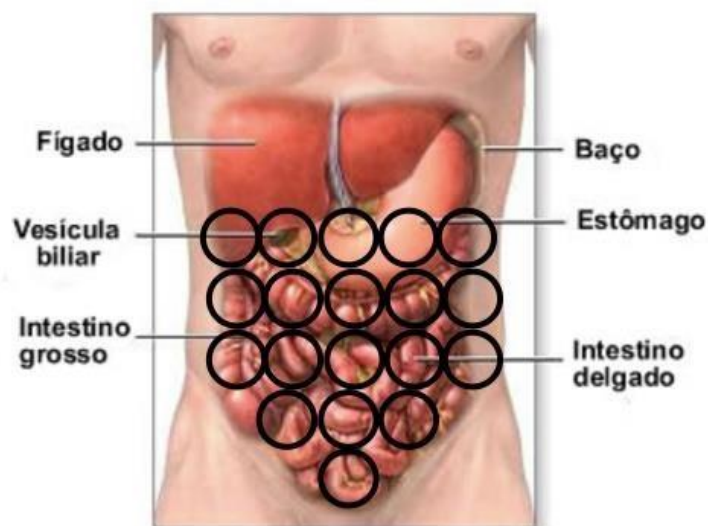


Fig. 3 - Esquema terapêutico realizado com o equipamento Vacumlaser/MMOptics, com energia de 36J por área contemplada pela manopla do equipamento (com disposição de 6 diodos intercalados de laser Vermelho e Infravermelho (660 nm e 808 nm). Em um protocolo mínimo de 20 sessões a serem realizadas a cada 48h,

REFERÊNCIAS

1. RESOLUÇÃO CFO-198, de 29 de janeiro de 2019
2. SORG H., TILKORN D.J., HAUSER J., RING A. Improving Vascularization of Biomaterials for Skin and Bone Regeneration by Surface Modification: A Narrative Review on Experimental Research **Bioengineering** 2022, 9, 298
3. CAVALLIERI F.A., BALASSIANO L.K.A., FONTOURA F.H.M, DE ALMEIDA A.T. Persistent, Intermittent Delayed Swelling PIDS: Late Adverse Reaction to Hyaluronic Acid Fillers. **Surg Cosmet Dermatol** 2017; 9(3):218-22.
4. WENTAO N , XIUWEN Y , DEQING Y , JING BAO1 , RAN L , YONGJIU X, CHANG H , HAIBIN W , JIE L , DONGHONG Y, YU X, ZHAOLONG C and ZHANCHENG G. Role of angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) in COVID-19 **Critical Care** 2020 24:422
5. CROOK H., RAZA S., NOWELL J., YOUNG M., EDISON P. Long covid—mechanisms, risk factors, and management **BMJ** 2021;374:n1648
6. SHOENFELD Y. & AGNON-LEVIN N. "ASIA - Autoimmune/Autoinflammatory Syndrome Induced by Adjuvantes. **J. Autoimmun.** 2011 36: 4-8.
7. SANTOS D.S, SANTOS A., REBELO O, SANTOS R.M. Macrophagic Myofasciitis: A Challenging Diagnosis. **BMJ CASE REPORT** 2018.
8. ALIJOTAS-R., FERNANDES-FIGUEIRAS M.T. Late-Onset Inflammatory Adverse Reactions Related Soft Tissue Filler Injections. **Clinic. Rev. Allerg. Immunol** 2013 45:97-108.
9. OWCZARCZYKSACZONEK A., ZDANOWSKA N., WYGONOWSKA E., PLACEK W. The Immunogenicity of Hyaluronic Fillers and Its Consequences **Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology** 2021:14 921–934
10. MUNAVALLI G.G., GUTHRIDGE R., KNUTSEN-LARSON S., BRODSKY A., MATTHEW E., LANDAU M. COVID-19/SARS-CoV-2 virus spike protein-related delayed inflammatory reaction to hyaluronic acid dermal fillers: a challenging clinical conundrum in diagnosis and treatment **Archives of Dermatological Research** 2022 314:1–15
11. MUNAVALLI G.G., KNUTSEN-LARSON S., LUPO M.P., GERONEMUS R.G. Oral angiotensin-converting enzyme inhibitors for treatment of delayed inflammatory reaction to dermal

hyaluronic acid fillers following COVID-19 vaccination—a model for inhibition of angiotensin II-induced cutaneous inflammation. **JAAD Case Reports** 2021;10:63-8.

12. PHILIPP-DORMSTON W.G., GOODMAN G.J., DE BOULLE K., SWIFT A., DELORENZI C., JONES D., HEYDENRYCH I., DE ALMEIDA A. D., BATNIJI R.K. Global Approaches to the Prevention and Management of Delayed-onset Adverse Reactions with Hyaluronic Acid-based Fillers **PRS Global Open** 2020

13. SUÁREZ J.E.P., SALAZAR M.C., RIZO V.Z. Classification for Staging and Managing Patients with Biopolymer-induced Human Adjuvant Disease **PRS Global Open** 2022

14. PROAL A.D. & VANELZAKKER M.B. Long COVID or Post-acute Sequelae of COVID-19 (PASC): An Overview of Biological Factors That May Contribute to Persistent Symptoms **Front. Microbiol.** 12:698169.

15. FEKRAZAD R, FEKRAZAD S. The Potential Role of Photobiomodulation in Long COVID-19 Patients Rehabilitation **Photobio Photomed Laser Surg** 2021 Apr;39(4):229-231.

16. DIAS L.D., BLANCO K.C., DE FARIA C.M.G., DOZZA C., ZANCHIN E.M., PAOLILLO F.R., ZAMPIERI K., LAURENTI, K.C., SOUZA K.J.O, BRUNO J.S.A. SENE-FLORESE M., PINTO M.C.C., TAMAE P.E. BELLO L.T., LIZARELLI R.F.Z., PANHOCA V.H., DE AQUINO JÚNIOR A.E. , BAGNATO V.S. Perspectives on photobiomodulation and combined light based therapies for rehabilitation of patients after COVID-19 recovery. *Laser Phys.Lett.* 2022.

17. PÉREZ V.L. COVID y rellenos faciales ¿realmente debemos preocuparnos? *Actas Dermosifiliogr.* 2022;113:T888-T894

18. VENEGAS-BORSELLINO C., KUMAR S., RAMAN S., KROCHE R., BURNSJ., LANDIS R.M. Impact of COVID-19 on the Intestinal Microbiome **Current Nutrition Reports** 2021 10:300–306

19. YUN KIT YEOH ,1,2 TAO ZUO ,2,3,4 GRACE CHUNG-YAN LUI,3,5 FEN ZHANG,2,3,4 QIN LIU,2,3,4 AMY YL LI,3 ARTHUR CK CHUNG,2,3,4 CHUN PAN CHEUNG,2,3,4 EUGENE YK TSO,6 KITTY SC FUNG,7 VERONICA CHAN,6 LOWELL LING,8 GAVIN JOYNT,8 DAVID SHU-CHEONG HUI,3,5 KAI MING CHOW ,3 SUSANNA SO SHAN NG,3,5 TIMOTHY CHUN-MAN LI,3,5 RITA WY NG,1 TERRY CF YIP,3,4 GRACE LAI-HUNG WONG ,3,4 FRANCIS KL CHAN ,2,3,4 CHUN KWOK WONG,9 PAUL KS CHAN,1,2,10 SIEW C NG Gut

microbiota composition reflects disease severity and dysfunctional immune responses in patients with COVID-19 . **Gut** 2021;70:698–706.

20. CRYAN J.F., O'RIORDAN K.J., SANDHU K., PETERSON V., DINAN T.G. [The gut microbiome in neurological disorders](#). *Lancet Neurol.* 2020 Feb;19(2):179-194.

21. SHERWIN E., SANDHU K.V., DINAN T.G., CRYAN J.F. May the Force Be With You: The Light and Dark Sides of the Microbiota–Gut–Brain Axis in Neuropsychiatry **CNS Drugs** 2016 30:1019–1041.

22. FULLING G., DINAN T.G., CRYAN J.F. Gut Microbe to Brain Signaling: What Happens in Vagus. **Neuron** 2019

23. RAJPUTI S., PALIWAL D., NAITHANI M., KOTHAR A., MEENA K., RANA S. COVID-19 and Gut Microbiota: A Potential Connection **Ind J Clin Biochem** (July-Sept 2021) 36(3):266–277.

24. SHENGLI MA, FAN ZHANG, FENGXIA ZHOU , HUI LI , WENYU GE , RUI GAN , HUAN NIE , BIAO LI, YINDONG WANG , MENG WU , DUO LI , DONGMEI WANG , ZHENG WANG , YUHONG YOU AND ZHIWEI HUANG Metagenomic analysis reveals oropharyngeal microbiota alterations in patients with COVID-19 **Signal Transduction and Targeted Therapy** 2021 6:191

25. ZHIGANG REN , HAIYU WANG, GUANGYING CUI, HAIFENG LU, LING WANG,HONG LUO, XINHUA CHEN, HONGYAN REN, RANRAN SUN, WENLI LIU, XIAORUI LIU , CHAO LIU, ANG LI, XUEMEI WANG,BENCHEN RAO, CHENGYU YUAN, HUA ZHANG, JIARUI SUN , XIAOLONG CHEN, BINGJIE LI, CHUANSONG HU, ZHONGWEN WU, ZUJIANG YU, QUANCHENG KAN , LANJUAN LI. Alterations in the human oral and gut microbiomes and lipidomics in COVID-19. **Gut** 2021;70:1253–1265.

26. SOFFRITTI I., D'ACCOLTI M., FABBRI C., PASSARO A., MANFREDINI R., ZULIANI G., LIBANORE5 M., FRANCHI M., CONTINI C., CASELLI E. Oral Microbiome Dysbiosis Is Associated With Symptoms Severity and Local Immune/Inflammatory Response in COVID-19 Patients: A Cross-Sectional Study **Front. Microbiol.** 2021 12:687513.

27. HAMBLIN M.R. Mechanisms and applications of the anti-inflammatory effects of photobiomodulation **AIMS Biophys.** 2017 ; 4(3): 337–361.

28. LIEBERT A., BICKNELL B., JOHNSTONE D.M., GORDON L.C., KIAT H. HAMBLIN M.R. “Photobiomics”: Can Light, Including Photobiomodulation, Alter the Microbiome? **Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery** 37: 11, 2019
29. BICKNELL, B., LIEBERT, A., JOHNSTONE, D., KIAT H. Photobiomodulation of the microbiome: implications for metabolic and inflammatory diseases. **Lasers Med Sci** 34, 317–327 2019..
30. HÖNIGSMANN H. History of phototherapy in dermatology. **Photochem Photobiol Sci.** 2013 Jan;12(1):16-21.
31. ADAFER R., MESSAADI, W., MEDDAHI M., PATEY A., HADERBACHE A., BAYEN S., MESSAADI N. Food Timing, Circadian Rhythm and Chrononutrition: A Systematic Review of Time-Restricted Eating’s Effects on Human Health. **Nutrients** 2020, 12, 3770.
32. BLACKSHAW EL, JEFFERY SLA. Efficacy of an imaging device at identifying the presence of bacteria in wounds at a plastic surgery outpatients clinic. **J Wound Care.** 2018 Jan 2;27(1):20-26.
33. DOMPE C., MONCRIEFF L, MATYS J., GRZECH-LE´SNIAK K., KOCHEROVA I., BRYJA A., BRUSKA M., DOMINIAK M., MOZDZIAK P., SKIBA T.H.I., SHIBLI J.A., VOLPONI A.A., KEMPISTY B., DYSZKIEWICZ-KONWI ´NSKA M. Photobiomodulation— Underlying Mechanism and Clinical Applications **J. Clin. Med.** 2020, 9, 1724.
34. SIMÕES TMS, FERNANDES NETO JA, DE OLIVEIRA TKB, NONAKA CFW, CATÃO MHCV. Photobiomodulation of red and green lights in the repair process of third-degree skin burns. **Lasers Med Sci.** 2020 Feb;35(1):51-61
35. GLASS GE. Photobiomodulation: The Clinical Applications of Low-Level Light Therapy. **Aesthet Surg J.** 2021 May 18;41(6):723-738
36. DE FREITAS LF, HAMBLIN MR. Proposed Mechanisms of Photobiomodulation or Low-Level Light Therapy. **IEEE J Sel Top Quantum Electron.** 2016 May-Jun;22(3):7000417.
37. DOS SANTOS MENDES-COSTA L, DE LIMA VG, BARBOSA MPR, DOS SANTOS LE, DE SIQUEIRA RODRIGUES FLEURY ROSA S, TATMATSU-ROCHA JC. Photobiomodulation: systematic review and meta-analysis of the most used parameters in the resolution diabetic foot ulcers. **Lasers Med Sci.** 2021 Aug;36(6):1129-1138

38. REIS V.V.DE C., BELLO L.T. Fototerapia no tratamento de reações em preenchimento com ácido hialurônico após vacinação contra o covid-19 *AOS* 02 ;02: 102-109 2021

CAPÍTULO 9 - ODONTOLOGIA NO PÓS-COVID-19 (COVID CRÔNICA)

Vitor Hugo Panhóca

Graduado em Odontologia pela Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro no ano de 1989. Especialista em Ortodontia pela Escola de Aperfeiçoamento Profissional da Associação Campineira de Cirurgiões Dentistas (ACDC - Campinas) em 1992 e especialista em Dor Orofacial e Disfunção Temporomandibular pela Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) em 2001. Ex-professor dos cursos de especialização e aperfeiçoamento em Ortodontia das APCD-São Carlos, APCD-São José do Rio Preto e ABENO-NAP- UNICSUL - São Paulo. Mestre em Biotecnologia pela UFSCar. Doutor em Biotecnologia - UFSCar. Pós-doutorado no IFSC USP. Atualmente é Pesquisador no Laboratório de Biofotônica - IFSC - Universidade de São Paulo. Habilitado em LASERTERAPIA pelo Conselho Federal de Odontologia. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Biofotônica. Sócio fundador da Sociedade Brasileira de Disfunção Temporomandibular e Dor Orofacial (SBDOF).

Antônio Eduardo de Aquino Júnior

Graduado em Educação Física pela Universidade Federal de São Carlos (2004 - Bacharelado/ 2007 - Licenciatura); Especialista em Fisiologia do Exercício pela Universidade Federal de São Carlos (2007); Mestrado em Biotecnologia pela Universidade Federal de São Carlos (2012); Doutorado em Biotecnologia pela Universidade Federal de São Carlos (2015). Pós-doutoramento em Física e Ciência dos Materiais, pelo Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo (2018). Membro do Centro de Estudos em Óptica e Fotônica (CEPOF) da Universidade de São Paulo. Membro do Grupo de Óptica do Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Experiência em treinamento de esportes coletivos (da aprendizagem ao alto nível), pesquisa experimental e clínica, metodologia da pesquisa, bioestatística, bioquímica, foto bioestimulação, dores e doenças crônicas e biotecnologia. Responsável pelo desenvolvimento das linhas de pesquisa "Laser e Obesidade" e "Terapias Conjugadas, Dores e Doenças Crônicas". Atualmente é pós-doutorando no Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFSC-USP), pesquisador colaborador (IFSC/USP), coordenador dos projetos de pesquisa e extensão do Instituto de Física de São Carlos (USP) em parceria com a Santa Casa de Misericórdia de São Carlos e membro do comitê de ética em pesquisa da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos.

Gabriely Simão

Possui graduação em Odontologia pelo Centro Universitário Central Paulista (2022). Aluna de mestrado junto ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia - Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

Raissa Biason Pereira

Cursando Odontologia pelo Centro Universitário Central Paulista (2022)

Vanderlei Salvador Bagnato

Concluiu simultaneamente Bacharelado em Física - USP, e Engenharia de Materiais - UFSCar em 1981 e realizou o doutorado em Física - Massachusetts Institute of Technology - MIT em 1987. Atualmente é professor titular da Universidade de São Paulo. Foi diretor do Instituto de Física de São Carlos de 2018 a 2022. Publicou cerca de 700 artigos em periódicos especializado. Possui 29 capítulos de livros e 7 livros publicados. Orientou mais de 100 teses entre mestrado e doutorado, nas áreas de Física, Odontologia e Medicina. Recebeu diversos prêmios e homenagens. Atua na área de Física Atômica e Aplicações da Óptica nas Ciências da Saúde. Trabalha com átomos frios, Condensados de Bose-Einstein e ações fotodinâmicas em câncer e controle microbiológico. É membro da Academia Brasileira de Ciências, The Academy of Sciences for the Developing World, da Academia Pontifícia de Ciências do Vaticano, e da National Academy of Sciences (USA). Coordena um Centro de Pesquisa, no qual ciências básicas e aplicadas convivem em harmonia. Realiza diversas atividades de Inovação Tecnológica e difusão de ciências.

ODONTOLOGIA NO PÓS-COVID-19 (COVID CRÔNICA)

Vitor Hugo Panhóca

Antônio Eduardo de Aquino Júnior

Gabriely Simão

Raissa Biason Pereira

Vanderlei Salvador Bagnato

Introdução

Dados recentes coletados junto ao Conselho Federal de Odontologia (CFO) relatam que mais de 330 mil dentistas atuam no território brasileiro e são profissionais da saúde que tem contato direto com pacientes assintomáticos e sintomáticos da COVID-19 e Covid Crônica durante atendimento clínico odontológico. O estado que mais tem dentistas é o Estado de São Paulo com aproximadamente 100 mil dentistas.¹ Os dentistas podem colaborar em controlar a disseminação dessa doença, bem como tratar lesões que aparecem no sistema estomatognático durante e após a COVID-19. Para isso, é preciso que o dentista esteja bem-preparado e informado como a COVID-19 é transmitida e se desenvolve na população com suas manifestações clínicas e sequelas, sendo esse o objetivo das informações que iremos apresentar nesse presente texto.

Os infectados pelo coronavírus (SARS-CoV-2) causador da COVID-19 apresentam manifestações clínicas variadas, desde um estado assintomático até a síndrome do desconforto respiratório agudo e lesões bucais que agravam a condição de saúde geral do paciente. As características clínicas mais comuns desta doença incluem: febre, tosse, dor de garganta, fadiga, cefaleia, mialgia e dispneia. A conjuntivite também foi descrita como uma manifestação clínica na COVID-19. Diante dessas manifestações respiratórias, podem ocorrer a necessidade do uso de respiradores mecânicos ou intubação, com frequentes internações em unidade de terapia intensiva (UTI), o que gera um grande problema de saúde pública diante de leitos de UTI limitados para o atendimento de grandes populações.² A infecção pelo coronavírus podem provocar lesões bucais. As principais lesões bucais na COVID-19 são lesões aftosas, eritema e líquen plano.³ Estes quadros clínicos mais severos não tem ocorrido mais no dia a dia dos clínicos devido as novas cepas SARS-CoV-2 terem provocado manifestações patológicas menos graves, porém os sintomas de sequelas

como fadiga, alteração de olfato e paladar, ainda continuam sendo patologias que afetam uma grande parte dos infectados pela COVID-19.

A afta é a lesão da mucosa oral mais prevalente na COVID-19. As apresentações mais comuns dessas lesões ulcerativas causadas pelo coronavírus são lesões vesículo bolhosas, lesões eritematosas maculares, petéquias e podendo surgir até mesmo parotidite aguda no paciente. O local na cavidade oral mais comumente acometido é o palato duro, seguido pelo dorso da língua e mucosa labial.⁴ Fidan et al. em 2021 descrevem que lesões orais mais prevalentes em indivíduos com COVID-19 foram úlcera aftosa (36,5%), eritema (25,7%), líquen plano (16,2%).³ Além das lesões bucais e dos sinais de infecção como febre o paciente apresenta perda de paladar, boca seca e perda de olfato na maioria dos casos de COVID-19.

O SARS-CoV-2 e suas novas variantes são patógenos que transportado pelo ar transmite através de indivíduos assintomáticos, pré-sintomáticos e sintomáticos por contato próximo e exposição a gotículas infectadas e aerossóis a causa da doença COVID-19 entre outros indivíduos não contaminados. A cavidade bucal, a saliva e tecidos bucais são um meio de armazenamento para o SARS-CoV-2. Acredita-se que o principal meio de transmissão desta doença sejam perdigotos projetados para fora da cavidade bucal que vão infectar outras pessoas que tenham contato próximo ao indivíduo infectado.⁵ Algumas medidas preventivas eficazes para reduzir a capacidade de contágio do coronavírus são: higienização frequente das mãos com água e sabão ou álcool gel 70%, uso de máscara para proteção da região da boca e nariz, identificação e isolamento dos indivíduos acometidos pelo COVID-19 ou com sintomas e, para os profissionais de saúde, os cuidados recomendados são o uso de equipamentos de proteção individual (EPI).

A odontologia é uma profissão onde o dentista trabalha próximo a boca do paciente e muitos procedimentos produzem aerossol, que é uma mistura de água (produzido pela caneta de alta rotação ou pela seringa tríplice) e saliva do paciente ou sangue.⁶ Esses aerossóis podem resultar na propagação de infecções e doenças, incluindo COVID-19.

Os dentistas que trabalham em ambiente clínico com pacientes recuperados da COVID-19 se recomenda a realização de um exame intraoral extenso deste pacientes para encontrar qualquer manifestação bucal. Além disso, o dentista deve examinar as glândulas salivares e o fluxo da saliva para fazer um diagnóstico precoce relacionado às alterações nas glândulas salivares que podem ser afetadas pelo vírus. Os dentistas aparecem como um profissional de saúde que pode suspeitar inicialmente de um paciente infectado por COVID-19 pelos sinais e sintomas que este apresenta

fazendo um diagnóstico precoce. No âmbito de consultório ele pode também tratar lesões que aparecem durante e após a Covid utilizando fotobiomodulação e terapia fotodinâmica antimicrobial.

A Biofotônica usa luz para terapia e é aplicada nos pacientes com intenção de causar efeitos analgésico, modulação inflamatória, antiedematoso, reparos cicatriciais e neurais. Essa terapia com luz pode ser realizada através de aparelhos com laser de baixa potência (LBP) ou LEDs para diversas sequelas de pós Covid-19.² Esses aparelhos não utilizam nenhum procedimento invasivo. A terapia Biofotônica é aplicada externamente sobre a pele ou mucosa. O laser ou LED não oferecem complicações à integridade física dos pacientes. Durante a aplicação de luz, os profissionais e voluntários devem utilizar obrigatoriamente óculos especiais para proteção dos olhos.⁷

Evolução da COVID-19

A COVID-19 surge como uma nova doença que tem envolvimento e consequência não só na saúde mais também na economia e na sociedade do mundo todo. É uma infecção que produz uma síndrome respiratória aguda grave, caracterizada em linhas gerais por febre, sintomas respiratórios e gastrointestinais associados a aumento externo de citocinas inflamatórias, além de outras manifestações sistêmicas, denominada pela comunidade científica COVID-19.⁸

A COVID-19 teve uma característica peculiar de apresentar no final da primeira semana da doença progresso para pneumonia, insuficiência respiratória e morte do paciente, esta progressão está associada a um aumento extremo das citocinas inflamatórias. O tempo médio do início dos sintomas da COVID-19 até a dispneia ocorria após 5 dias, a necessidade de hospitalização ocorria após 7 dias e a síndrome do desconforto respiratório ocorria após 8 dias. A necessidade de internação em terapia intensiva era em média de 20-30% dos pacientes infectados. As complicações traziam lesão pulmonar aguda, síndrome respiratória aguda (SAR), choque e lesão renal aguda. A recuperação começava na segunda ou terceira semana, a média de hospitalização dos pacientes recuperados era de 10 dias. Durante essa evolução da doença as lesões bucais e nos lábios ocorreriam deixando o paciente com dificuldades para alimentação além do desconforto por si só das lesões.⁹ Durante a evolução de novas variantes, tais como a Ômicron e suas subvariantes. BA.1, BA.2, BA.3, BA.4 e BA.5., suas mutações genéticas ocorreram de maneira benigna e por consequente os danos à saúde e sequelas são cada vez menores. A maioria dos casos de COVID-19 não demandam mais de internação e recebem apenas atendimento ambulatorial.

Os idosos e aqueles pacientes que apresentavam comorbidades subjacentes (50-75% dos casos fatais) foram os mais propensos à morte. A taxa de mortalidade em pacientes adultos

hospitalizados por COVID-19 variou de 4 a 11%. No entanto, em pacientes com doenças pré-existent, como doenças cardiovasculares, hipertensão, doenças respiratórias, câncer, obesidade, fumantes, foram associados ao maior risco de complicações e morte.¹⁰ A evolução da COVID-19 ocorreu de maneira benigna e o vírus mudou de forma a não ser tão agressivo como as primeiras cepas, causando sintomas mais brandos nos infectados e dificilmente levando a óbito.

Fotobiomodulação

A terapia com LBP tem sido utilizada para tratamento em várias áreas da saúde como analgésico, modulador inflamatório, angiogênico e cicatrizante. O principal efeito está baseado sobre a absorção de luz em vez de efeito térmico. Os efeitos do LBP promovem fotobiomodulação através de irradiação direta, sem causar uma resposta térmica. A fotobiomodulação ocorre através da ativação metabólica, estimulação da cadeia respiratória celular nas mitocôndrias, e aumentando vascularização, formação de fibroblastos entre outras biomoléculas. O efeito de modulação inflamatória do LBP está provavelmente relacionado à foto desligamento do óxido nítrico que é um sinalizador no processo inflamatório. O efeito analgésico do LBP está relacionado ao estímulo de endorfinas e seu efeito na bomba de sódio potássio promovendo repolarização na membrana neuronal e inibindo os estímulos elétricos saltatórios pelo tecido neuronal.

Em relação à fotobiomodulação, a janela terapêutica inclui a luz visível (vermelha) e invisível (infravermelho). A luz penetra nos tecidos e os fótons são absorvidos pelos fotorreceptores celulares denominados cromóforos presentes na mitocôndria como o cito cromo C oxidase e o NADH desidrogenase, que acelera o transporte de elétrons na mitocôndria ativa reações químicas em cascata, resultando no aumento da síntese de ATP, em alterações nas expressões de RNA/DNA e na regeneração tecidual, por exemplo, pele, músculo, osso e nervos periféricos.

Tratamentos aplicando luz

Ao longo dos tempos a luz solar tem sido conhecida por seus amplos efeitos à saúde para inúmeras doenças. Em 1903 o Dr. Niels Ryberg Finsen, um médico dinamarquês, recebeu o Prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina por seu trabalho no tratamento da tuberculose com luz ultravioleta ou azul e varíola com luz vermelha.¹¹ A prática clínica contemporânea da terapia de laser de baixa (TLBP) é o resultado da evolução contínua desde sua primeira aplicação há mais de meio século, quando o trabalho do Dr. Endre Mester e colegas da Semmelweis Medical University in Hungary demonstrou seus benefícios terapêuticos para a cicatrização de feridas.¹²

Diversas são as manifestações bucais e faciais em pacientes acometidos de Covid-19 podendo deixar sequelas que por muitas vezes perduram por vários meses ou mesmo até anos. A experiência que adquirimos no Centro de Inovação, Ciência e Tecnologia na Área de Saúde (CITESC) de São Carlos (SP) tem mostrado que as principais sequelas deixadas por esta doença são anosmia, hiposmia, ageusia, paralisia facial, parestesia, neuropatia periférica (formigamento) na face, zumbido e parotidite aguda. Os tratamentos realizados com aplicação em saúde podem ser terapias de baixa (TLBP) ou alta potência (TLAP).

Nas sequelas do Covid-19 são aplicadas as TLBP e em contraposição à TLAP muito usada na odontologia com finalidade cirúrgica apresentando aquecimento dos tecidos tratados. A TLBP, apresenta aquecimento desprezível dos tecidos, também chamado de laser terapêutico e no inglês conhecido como “cold laser” (laser frio). A TLBP é um tipo de terapia com luz intensa que utiliza uma luz dirigida de um determinado comprimento de onda definido, normalmente entre 600 e 1000nm, para provocar trocas de fotobiomodulação em células e dar suporte ao organismo para homeostase celular. A TLBP são também empregados para modulação inflamatória, cicatrização de feridas, regeneração dos tecidos, reparação neural e alívio de dor. Bastante apropriados para a terapia de pontos gatilhos (Trigger Point), pontos sensíveis (Tender Points) e pontos reflexos na musculatura.

Manifestações bucais no COVID-19

Lesões ulcerativas

Aparecem como úlceras únicas, múltiplas, dolorosas ou erosões graves. Os locais de aparecimento das úlceras variam, podendo acometer o dorso da língua que é o local afetado com maior frequência, seguido pelo palato duro e a mucosa bucal.¹³ (Figura 1)



Figura 1. Lesões ulcerativas. Reprodução DOI: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7883121/>

Lesões vesículo bolhosas e maculares

Podem aparecer como bolhas, lesões eritematosas e eritema multiformes. As lesões do tipo eritema multiformes são os tipos de lesões bucais que mais aparecem na cavidade bucal na COVID-19. Lesões cutâneas estão muito associadas aos casos com manifestações vesículo bolhosas e maculares.¹⁴ (Figura 2)



Figura 2. Máculas avermelhadas no palato. Reprodução DOI: <https://doi.org/10.1111/scd.12520>

Lesões aftosas

As lesões aftosas podem aparecer em tamanhos menores, maiores ou se manifestar como múltiplas úlceras superficiais com halos eritematosos e pseudomembranosos amarelos e brancos nas mucosas queratinizadas e não queratinizadas. As lesões aftosas se manifestam de maneira diferente de acordo com a idade dos pacientes, em pacientes mais jovens com infecção leve as lesões aparecem sem necrose, enquanto em pacientes mais velhos, com imunossupressão e infecção grave lesões aftosas com necrose e crostas hemorrágicas são observadas. Estresse e imunossupressão secundários à infecção por Covid-19 podem ser outras razões possíveis para o surgimento de tais lesões.¹⁵

Placas brancas e vermelhas

As placas ou manchas brancas e vermelhas são encontradas na gengiva, palato e no dorso da língua dos pacientes com Covid-19. O paciente pode ser acometido também por candidíase devido à terapia antibiótica de longo prazo, falta de cuidado com a higienização e declínio de imunidade podendo levar a formação de manchas ou placas brancas e/ou vermelhas.¹⁶ (Figura 3)



Figura 3. Placa brancacenta no dorso da língua, associada a várias pequenas úlceras amareladas. Nódulo localizado em lábio inferior, medindo aproximadamente 1 cm em seu maior diâmetro, sugerindo lesão reativa (fibroma). Reprodução DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.06.012>

Lesões semelhantes a eritema multiforme

Essas lesões são semelhantes a Eritema Multiforme, surgem como bolhas, máculas eritematosas, erosões, gengivite descamativa e queilite dolorosa em pacientes com lesões cutâneas alvo nas extremidades. As lesões aparecem entre 7 e 24 dias após o início dos sintomas sistêmicos e levam tempo para se recuperarem, cerca de 2 a 4 semanas após as lesões surgirem.¹⁴

Lesões semelhantes a angina hemorrágica bolhosa

As lesões semelhantes a angina hemorrágica bolhosa macroscopicamente se apresentam como bolhas arroxeadas assintomáticas sem sangramento espontâneo, na língua ou palato duro.¹⁴ (Figura 4)



Figura 4. Bolha eritematosa no palato duro: angina bolhosa hemorrágica. Reprodução DOI: <https://doi.org/10.1111/scd.12520>

Petéquias

As petéquias em geral são encontradas no lábio inferior, palato e mucosa da orofaringe. A trombocitopenia por infecção por Covid-19 ou medicamentos prescritos foram sugeridas como possíveis causas de petéquias.¹⁷

Lesões herpetiformes ou zosteriformes

As lesões herpetiformes e zosteriformes se manifestam como úlceras múltiplas, dolorosas, unilaterais, arredondadas, cinza-amareladas, com borda eritematosa nas mucosas queratinizada e não queratinizada. Estresse e imunossupressão associados ao Covid-19 foram a causa sugerida para o aparecimento de gengivostomatite herpética secundária.

Doença semelhante a Kawasaki

Lesões orais incluindo queilite, glossite e língua eritematosa e inchada (língua vermelha em framboesa) apareceram em pacientes com Covid-19 com doença semelhante a Kawasaki (Kawa-Covid). Em vez de efeitos diretos do vírus na pele e mucosa oral, ocorre longa duração da latência entre o surgimento dos sintomas sistêmicos (respiratórios ou gastrointestinais) e o início dos sintomas orais ou cutâneos, que se atribui a uma resposta de liberação secundária de citocinas inflamatórias agudas.¹⁷ (Figura 5)



Figura 5. Queilite comissural. Reprodução DOI: <https://doi.org/10.1111/odi.13555>

Parotidite aguda

Capaccio et al. foi o primeiro a relatar parotidite no contexto da COVID-19. Os autores relataram um paciente de 26 anos com COVID-19 que apresentou edema doloroso da glândula

parótida esquerda, sem secreção purulenta após a massagem da parótida. Surpreendentemente, a parotidite aguda foi o primeiro sinal clínico da COVID-19, que foi seguida por outros sintomas, como febre, mialgia, hiposmia e ageusia. Os testes sorológicos mostraram resultados negativos para anticorpos contra citomegalovírus e paramixovírus. Com base nos achados clínicos, sorológicos e ultrassonográficos, foi diagnosticada parotidite aguda não supurativa relacionada ao COVID-19. Em outro estudo, Lechien et al. relataram três casos de COVID-19 com parotidite aguda; surpreendentemente, a parotidite foi o sinal inicial de COVID-19 em dois desses casos. Os três casos eram do sexo feminino (idade entre 27 e 33 anos) e apresentavam queixas de dor de ouvido unilateral e edema retro mandibular. Clinicamente, não houve secreção de pus ao massagear a glândula. Com base nos achados clínicos, foi feito o diagnóstico de parotidite. Todos os pacientes foram submetidos à ressonância magnética (RM), que evidenciou linfadenite intraparotídea. Além disso, Fisher et al. relataram parotidite associada a COVID-19 em uma mulher de 21 anos que apresentou edema facial e cervical unilateral do lado esquerdo. As manifestações desapareceram alguns dias após o diagnóstico em todos esses casos.¹⁸

Manifestações em dor orofacial - Disfunção temporomandibular

A COVID-19 é uma nova situação que deu origem a graves ameaças à saúde, incerteza econômica e isolamento social, causando potenciais efeitos deletérios sobre a saúde física e mental das pessoas. Esses efeitos são capazes de influenciar condições orais e buco faciais, como disfunção temporomandibular (DTM) e bruxismo, que podem agravar ainda mais a dor orofacial. Dois estudos concomitantes objetivaram avaliar o efeito da pandemia atual sobre a possível prevalência e piora dos sintomas de DTM e bruxismo entre indivíduos selecionados de dois países culturalmente diferentes: Israel e Polônia. Materiais e métodos: Os estudos foram conduzidos como pesquisas transversais online usando questionários anônimos semelhantes durante o bloqueio praticado em ambos os países. Os autores obtiveram 700 respostas completas de Israel e 1092 da Polônia. Na primeira etapa, foram comparados dados sobre DTM e bruxismo entre os dois países. Na segunda etapa, análises estatísticas foram realizadas para investigar os efeitos da ansiedade, depressão e preocupações pessoais da pandemia de Coronavírus, sobre os sintomas de DTM e sintomas de bruxismo e seu possível agravamento. Por fim, análises estatísticas multivariadas foram realizadas para identificar as variáveis do estudo com valor preditivo para DTM, bruxismo e agravamento dos sintomas nos dois países. Os resultados mostraram que a pandemia de Coronavírus causou efeitos adversos significativos no estado psicoemocional das populações israelense e polonesa, resultando na intensificação de seus sintomas de bruxismo e DTM. Pode-se concluir que o agravamento do estado

psicoemocional causado pela pandemia do Coronavírus pode resultar em bruxismo e intensificação dos sintomas de DTM e, conseqüentemente, levar ao aumento da dor orofacial.¹⁹

Manifestações em Covid crônica – alteração de olfato e paladar

Vários indivíduos infectados pelo SARS CoV-2, vírus que causa a COVID-19, apresentaram sinais e sintomas que se prolongaram após o final desta patologia, o que podemos chamar de sequelas pós-COVID-19. Essas sequelas conhecidas a longo prazo ficaram conhecidas pelos termos “pós-Covid”, “Covid crônica” ou “Covid longa”, condição reconhecida pela Organização Mundial de Saúde desde outubro de 2021.

Nossa observação clínica permite nos afirmar que cerca de 80% das sequelas em Covid crônica estão relacionadas com alteração de olfato e paladar nesses pacientes variando em grau menor ou maior de anosmia e ageusia com presença em vários casos de perda completa de olfato e paladar que perduram por mais de um ou dois anos.

Anosmia e Hiposmia

A hiposmia ou anosmia são distúrbios relacionados a alteração da olfação. A anosmia e a hiposmia são termos que se referem à perda completa ou parcial do olfato, respectivamente. Parosmia é uma disfunção associada à detecção de cheiros que é caracterizada pela incapacidade do cérebro de identificar devidamente o odor "natural" de um cheiro. A olfação é o primeiro órgão dos sentidos a se desenvolver embriologicamente. Cerca de 70% dos pacientes acometidos por Covid-19 relatam alteração de olfato como anosmia ou hiposmia. Esses sintomas perduram após a Covid-19 deixando como sequelas também alteração de olfato dificuldade e confusão para reconhecer cheiros de alimentos e aromas. O olfato é um dos fatores que permitem ao ser humano compreender e se relacionar com o meio ambiente, sendo importante para uma boa qualidade de vida. Além disso, serve como importante instrumento de alerta contra perigos a nossa vida: alimentos estragados, fumaças de incêndio, gases tóxicos, entre outros. Sua disfunção acarreta importantes perdas sociais e profissionais.

O tratamento indicado para anosmia é feito com aparelho Recover® ou Laser Duo® (MMOptics, São Carlos, SP) que tem potência de 100mW com comprimento de onda infravermelho (808nm), durante 5 minutos, entregando energia 30J em cada narina. A aplicação é feita intra-nasal, deve se ter cuidado de realizar a aplicação do feixe de laser de maneira que não se irradie a região dos globos oculares evitando danos a essa região.^{20,21} (Figura 6)



Figura 6. TLBP com irradiação intranasal para tratamento de hiposmia com intenção de irradiar os terminais nervosos do bulbo olfatório.

Ageusia e hipogeusia

A ageusia é a perda da capacidade para sentir sabor. Hipogeusia é a diminuição da capacidade para sentir o sabor da comida ou de alguns tipos específicos de alimentos. Parageusia está relacionado com o paciente que sente confusão em sentir o sabor de um alimento, dificuldade em definir o sabor. O protocolo de aplicação para ageusia foi realizado utilizando-se o dispositivo Vacumlaser® sem ventosa com luz vermelha (680 nm) e infravermelha (808 nm) por 2 minutos no dorso e nas laterais da língua.^{20,21} (Figura 7)



Figura 7. TLBP com irradiação do dorso da língua e superfície lateral direita e esquerda da língua para tratamento da ageusia.

Considerações finais

Estudo recente realizado durante 6 meses em uma clínica odontológica em Teerã, Irã, mostrou que os EPIs desempenham um papel importante na prevenção da infecção por SARS-CoV-2 em profissionais da área odontológica.²² Além disso, o risco de transmissão de SARS-CoV-2 por meio de procedimentos odontológicos não é tão facilmente transmissível quanto se supunha no início da pandemia de COVID-19. Todos os possíveis procedimentos de proteção, treinamento profissional e equipe odontológicos com amplo comprometimento resultam em menor risco de infecção por SARS-CoV-2 na clínica odontológica.²²

REFERÊNCIAS

- 1- Brasil. Conselho Federal de Odontologia. Quantidade geral de profissionais e entidades ativas [Internet]. Brasília: CFO; 2021. Available from: <https://website.cfo.org.br/estatisticas/quantidade-geral-de-entidades-e-profissionais-ativos/>
- 2- Cheng ZJ, Shan J. 2019 Novel coronavirus: where we are and what we know. *Infection*. 2020 Apr;48(2):155-63] [World Health Organization. Novel Coronavirus – China. Disease outbreak news: update [Internet]. Geneva: WHO; 2020 [cited 2021 Jan 5].
- 3- Fidan, V., Koyuncu, H., & Akin, O. (2021). Oral lesions in COVID-19 positive patients. *American Journal of Otolaryngology*, 42(3), 102905.
- 4- Garcez, A. S., Delgado, M. G. T., Sperandio, M., Dantas e Silva, F. T., Rita de Assis, J. S., & Suzuki, S. S. (2021). Photodynamic Therapy and Photobiomodulation on Oral Lesion in Patient with Coronavirus Disease 2019: A Case Report. *Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery*.
- 5- Zhu, N. et al. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. *N. Engl. J. Med.* 382, 727–733 (2020).
- 6- Nejatidanesh, F., Khosravi, Z., Goroohi, H., Badrian, H., & Savabi, O. (2013). Risk of contamination of different areas of dentist's face during dental practices. *International journal of preventive medicine*, 4(5), 611.
- 7- Bessegato, J. F., de Melo, P. B. G., Tamae, P. E., Alves, A. P. A. R., Rondón, L. F., Leanse, L. G., ... & de Souza Rastelli, A. N. (2021). How Biophotonics Can Help Dentistry to Avoid or Minimize Cross Infection by SARS-CoV-2?. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 102682.
- 8- Aguilera-Galaviz, L., Gaitán-Fonseca, C., & Bermúdez-Jiménez, C. (2020). Patient management in dental care and staff biosecurity during the SARS-CoV-2 coronavirus outbreak (COVID-19). *Revista de la Asociación Dental Mexicana*, 77(2), 88-95.
- 9- Farooq, I., & Ali, S. (2020). COVID-19 outbreak and its monetary implications for dental practices, hospitals and healthcare workers. *Postgraduate medical journal*, 96(1142), 791-792.
- 10- Ramírez-Velásquez, M., Medina-Sotomayor, P., & Macas, Á. A. M. (2020). Enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) y su repercusión en la consulta odontológica: una revisión. *Odontología sanmarquina*, 23(2), 139-146.
- 11- Grzybowski, A., & Pietrzak, K. (2012). From patient to discoverer—Niels Ryberg Finsen (1860–1904)—the founder of phototherapy in dermatology. *Clinics in dermatology*, 30(4),451-455.

- 12- Mester, E. L. G. S. M., Ludany, G., Selyei, M., & Szende, B. (1968). The stimulating effect of low power laser rays on biological systems. Medical Univ., Budapest.
- 13- Chaux-Bodard, A. G., Deneuve, S., & Desoutter, A. (2020). Oral manifestation of Covid-19 as an inaugural symptom?. *Journal of Oral Medicine and Oral Surgery*, 26(2), 18.
- 14- Cruz Tapia, R. O., Peraza Labrador, A. J., Guimaraes, D. M., & Matos Valdez, L. H. (2020). Oral mucosal lesions in patients with SARS-CoV-2 infection. Report of four cases. Are they a true sign of COVID-19 disease?. *Special Care in Dentistry*, 40(6), 555-560.
- 15- Lee, J. H., Jung, J. Y., & Bang, D. (2008). The efficacy of topical 0.2% hyaluronic acid gel on recurrent oral ulcers: comparison between recurrent aphthous ulcers and the oral ulcers of Behçet's disease. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 22(5), 590-595.
- 16- Dos Santos, J. A., Normando, A. G. C., da Silva, R. L. C., De Paula, R. M., Cembranel, A. C., Santos-Silva, A. R., & Guerra, E. N. S. (2020). Oral mucosal lesions in a COVID-19 patient: New signs or secondary manifestations?. *International Journal of Infectious Diseases*, 97, 326- 328.
- 17- Villarroel, M. (2020). Oral manifestations associated to Covid-19. *Oral Diseases*.
- 18- Halboub, E., Al-Maweri, S. A., Alanazi, R. H., Qaid, N. M., & Abdulrab, S. (2020). Orofacial manifestations of COVID-19: a brief review of the published literature. *Brazilian oral research*, 34.
- 19- Emodi-Perlman, A., Eli, I., Smardz, J., Uziel, N., Wieckiewicz, G., Gilon, E., ... & Wieckiewicz, M. (2020). Temporomandibular Disorders and Bruxism Outbreak as a Possible Factor of Orofacial Pain Worsening during the COVID-19 Pandemic—Concomitant Research in Two Countries. *Journal of clinical medicine*, 9(10), 3250.
- 20- de Souza, V. B., Ferreira, L. T., Sene-Fiorese, M., Garcia, V., Rodrigues, T. Z., de Aquino Junior, A. E., ... & Panhoca, V. H. (2022). Photobiomodulation therapy for treatment olfactory and taste dysfunction COVID-19-related: A case report. *Journal of Biophotonics*, 15(8), e202200058.
- 21- Panhoca, V. H., Ferreira, L. T., de Souza, V. B., Ferreira, S. A., Simão, G., de Aquino Junior, A. E., ... & Hanna, R. (2023). Can Photobiomodulation Restore Anosmia and Ageusia Induced by COVID-19? A Pilot Clinical Study. *Journal of Biophotonics*, e202300003.
- 22- Panahandeh, N., Parhizkar, A., Ghasemianpour Bavandi, M., & Asgary, S. (2023). Attendance and Distribution Patterns of Patients in a Private Dental Clinic During the COVID-19 Pandemic. *Journal of Iranian Medical Council*, 6(2), 321-327.

CAPÍTULO 10 - ANÁLISE DA RELAÇÃO DO SARS-CoV-2 COM A TOXINA BOTULÍNICA EM PROCEDIMENTOS ODONTOLÓGICOS

Alannah R. Kohl

Cirurgiã-Dentista pela Faculdade Sete Lagoas - FACSETE.

Bruna Naiara Mendes

Cirurgiã-Dentista pela Faculdade Sete Lagoas - FACSETE.

ANÁLISE DA RELAÇÃO DO SARS-CoV-2 COM A TOXINA BOTULÍNICA EM PROCEDIMENTOS ODONTOLÓGICOS

Alannah R. Kohl

Bruna Naiara Mendes

A Toxina Botulínica (TB) é uma neurotoxina produzida pela esporulação de uma bactéria gram-positiva e anaeróbica denominada *Clostridium botulinum*, descoberta em 1985 com o surto de botulismo (GOUVEIA; FERREIRA; SOBRINHO, 2020). Essa neurotoxina, por sua eficácia, tolerabilidade e natureza minimamente invasiva, vem sendo muito utilizada para procedimentos estéticos faciais por aliviar marcas causadas por contrações repetidas dos músculos da face. (WANDERLEY; PERSAUD, 2021). A TB foi primeiramente utilizada em 1987, quando o professor belgo Emile van Ermengem investigou uma intoxicação alimentar causada pelo consumo de presunto macerado, onde os pacientes tiveram sintomas visuais, gastrointestinais, fraqueza facial e paralisia, característicos do botulismo. A partir de então, muitos estudos foram realizados e identificaram sete sorotipos de TB (A, B, C, D, E, F e G), sendo a toxina botulínica do tipo A (TBA) (WANDERLEY; PERSAUD, 2021; GOUVEIA; FERREIRA; SOBRINHO, 2020) e toxina botulínica do tipo B (TBB) (SPOSITO, 2004) as mais utilizadas em procedimentos médicos-odontológicos, onde a TBA possui mais evidências na área estética (WANDERLEY; PERSAUD, 2021).

Em 1978, o oftalmologista norte americano Dr. Allen Scott realizou testes clínicos usando a TBA para tratamento de blefaroespasma (condição que provoca movimentos involuntários das pálpebras), dando partida para o uso desta neurotoxina para rejuvenescimento facial geral e tratamento de distúrbios neuromusculares, glandulares, contração muscular e várias síndromes de dor (WANDERLEY; PERSAUD, 2021). Sendo assim, vale ressaltar que o uso de TB não é restrito à área estética. Pirazzini *et al.* (2017) afirma que as possibilidades terapêuticas da TB são inúmeras e cita diversas patologias que usam a neurotoxina como forma de tratamento (TABELA 1).

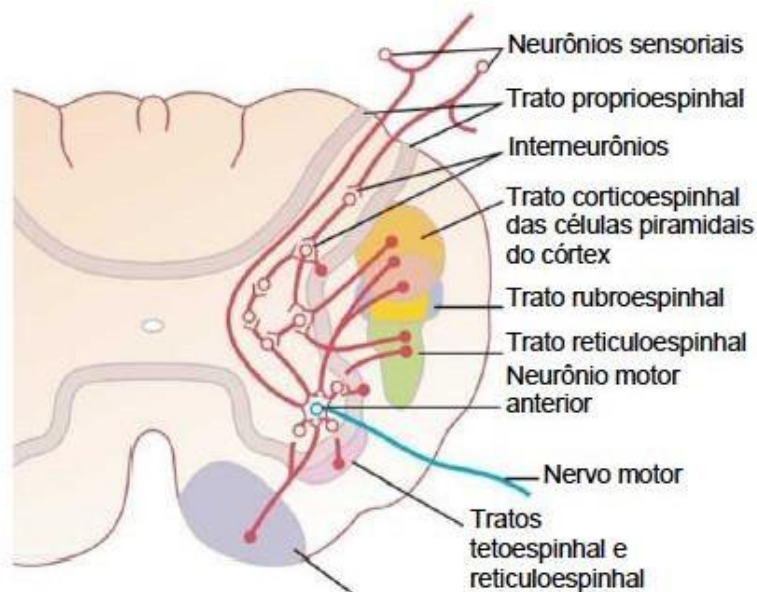
Tabela 1: Usos terapêuticos da toxina botulínica. (Modificado)

Atuação	Usos terapêuticos da neurotoxina botulínica
Oftalmologia	Estrabismo, b, c Nistagmo
Neurologia	Blefaroespasmos, b, c Distonia cervical, laríngea, oro mandibular, lingual Espasmo hemifacial a, b, c Tremor (essencial, parkinsonismo) Bruxismo Espasticidade (pós-AVE, esclerose múltipla, lesão cerebral ou da medula espinhal) Paralisia cerebral Hiperidrose Sialorreia Rigidez glabellar a, b, c
Dor muscular	Distonia Espasticidade Dor miofascial crônica Disfunções temporomandibulares
Dor não muscular	Enxaqueca Dor neuropática

Fonte: Pirazzini *et al.* (2017)

Guyton & Hall (2011) relatam que o sistema nervoso apresenta três partes principais: o Sistema Nervoso Aferente, o Sistema Nervoso Central (SNC) e o Sistema Nervoso Eferente. As informações captadas pelos receptores sensoriais são levadas ao SNC através das fibras aferentes, e, após os componentes do SNC, cérebro e medula espinhal, armazenarem as informações e determinar a reação em resposta às sensações, as fibras eferentes transmitem as informações até os órgãos efetores, que irão efetuar a ação designada. Na medula espinhal originam-se neurônios motores mielinizados, mais especificamente nos cornos anteriores da medula espinhal (Figura 1), que inervam as fibras musculares esqueléticas. Cada nervo motor é composto por vários axônios e cada neurônio estimula algumas fibras musculares, o que é chamado de unidade motora. Assim, o local onde cada terminação nervosa faz uma sinapse com uma fibra muscular é denominada Junção Neuromuscular (JNM).

Figura 1: Corte transversal do segmento da medula espinhal evidenciando o neurônio motor anterior no meio da substância cinzenta do corno anterior.



Fonte: Hall & Guyton, 2011

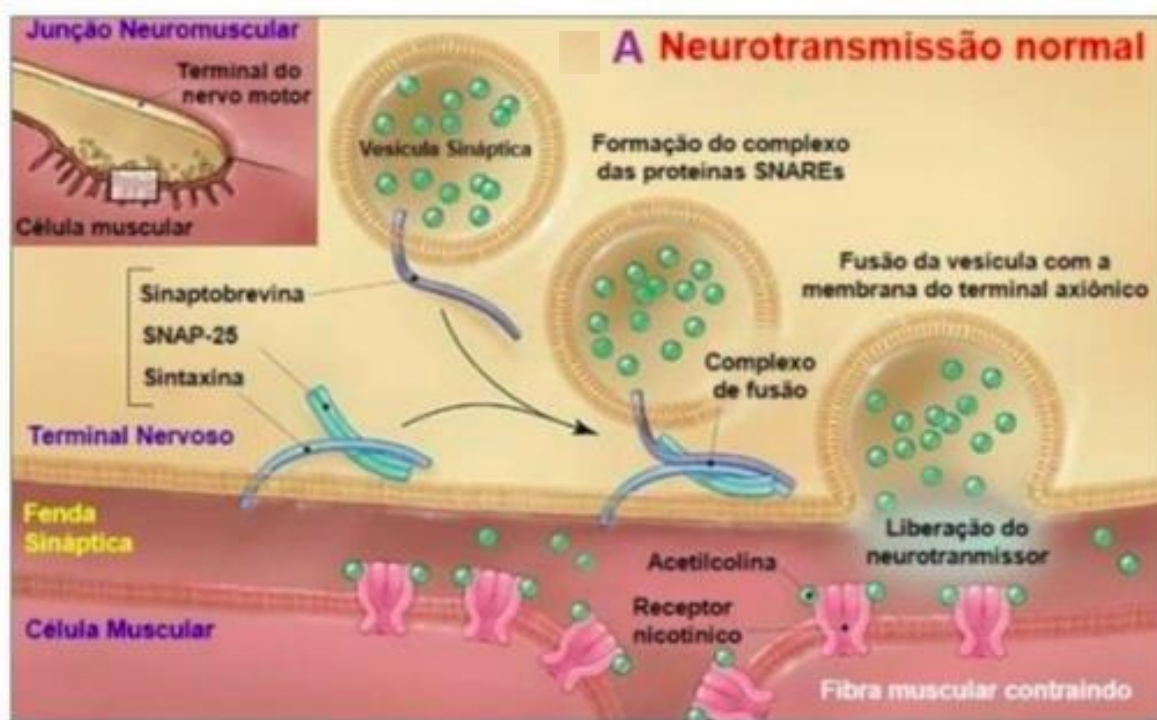
É de extrema importância o conhecimento e a compreensão do funcionamento adequado da JNM, pois uma alteração nesse funcionamento, seja por patologia ou por administração medicamentosa, como os bloqueadores neuromusculares, podem resultar em alterações na contração

muscular (HIRSCH, 2007). A JNM promove a ligação entre os nervos alfa motores mielinizados e o músculo esquelético, sendo parte integrante de um sistema de acréscimo biológico extremamente eficaz, convertendo pequenos impulsos nervosos em contrações musculares (ENGEL, 2008).

Os neurônios são células especializadas em receber, processar e transmitir as informações do corpo, e sintetizam substâncias químicas denominadas neurotransmissores, que possuem a função de transmitir informações neuronais para outros neurônios ou outras células do corpo; ou seja, são substâncias químicas que transportam as informações sensoriais e eferoras. O neurotransmissor é armazenado, na maioria das sinapses químicas, em vesículas sinápticas, presentes nas terminações nervosas dos neurônios. Em cada vesícula há milhares de moléculas de neurotransmissores que são agrupadas em regiões especializadas na membrana pré-sináptica, conhecidas como zonas ativas, onde existem uma alta quantidade de canais de íons cálcio voltagem dependentes (HYMAN, 2005).

A ativação do nervo alfa motor gera um potencial de ação que se propaga, pelo axônio, até o terminal pré-sináptico, promovendo a abertura de canais de cálcio voltagem dependentes, o que permite o influxo do mesmo. No terminal pré-sináptico temos um complexo de proteínas importantes na fusão de vesículas contendo neurotransmissores com a membrana do terminal pré-sináptico, chamada de proteínas do complexo SNARE. A presença de grande quantidade de íons cálcio permite uma rápida ligação às proteínas SNAREs (como sinaptobrevina, SNAP-25 e syntaxina), provocando alteração de sua conformação, desencadeando a fusão das vesículas sinápticas contendo os neurotransmissores Acetilcolina (ACh) com a membrana do terminal axonal, liberando o neurotransmissor na fenda sináptica (BERNE; LEVY; KOEPPEN, 2008, p. 81-104). Esse neurotransmissor difunde-se na fenda sináptica e se liga em seus receptores presentes na membrana das fibras musculares (Figura 2).

Figura 2: Liberação de ACh na JNM.



Fonte: LIMA, 2018.

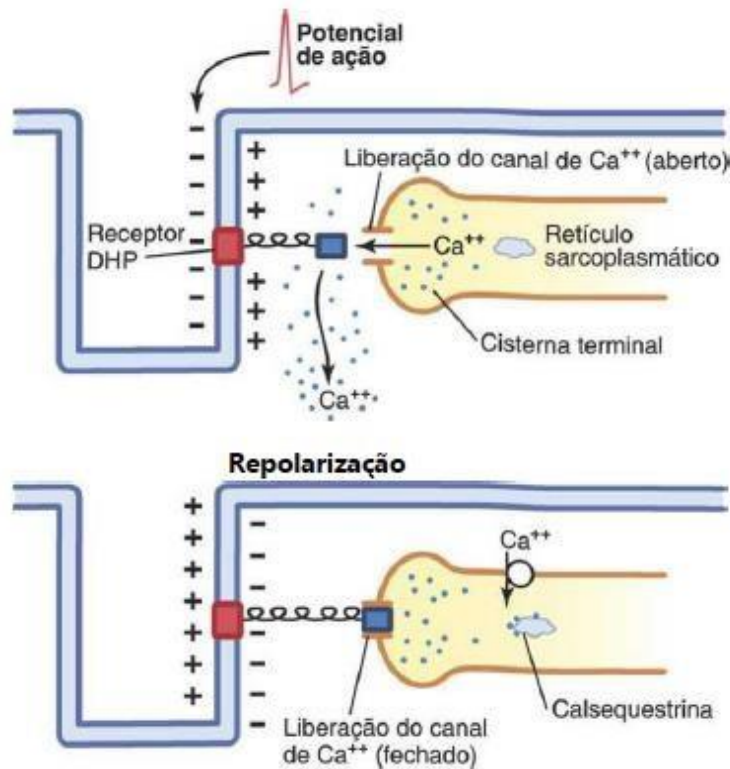
A ACh é o neurotransmissor mais conhecido e estudado no meio científico, pois ele possui uma ampla variedade de funções fisiológicas, principalmente como um mensageiro químico permitindo a comunicação entre os neurônios e com outras células especializadas, como células do tecido muscular, chamadas miócitos. Sua estrutura química é um éster de ácido acético e colina, derivando o seu nome “acetilcolina”. Há dois tipos de Receptores de Acetilcolina (RACH), também chamados de receptores colinérgicos: receptores colinérgicos muscarínicos e receptores colinérgicos nicotínicos. O receptor nicotínico é um receptor ionotrópico, isto é, atuam nas sinapses neuromusculares e neuronais por meio de ação direta em canais iônicos, e são compostos por cinco subunidades polipeptídicas, sendo elas β , δ e γ e duas ou mais subunidades α . Além disso, existe dois subtipos de receptores nicotínicos: o receptor nicotínico tipo muscular (N1) presente nas membranas celulares dos miócitos na JNM e o receptor nicotínico tipo neuronal (N2), encontrado nos sistemas nervosos periférico e central. Quando duas moléculas de ACh se ligam ao receptor nicotínico, a estrutura pentamérica muda sua conformação interna, criando um poro transmembrana, favorecendo a passagem de íons de sódio, que dará origem à despolarização celular (SAM; BODONI, 2022).

O influxo de íons sódio na fibra muscular promovido para ação da ACh provoca a variação do potencial elétrico, promovendo o potencial de ação na membrana da fibra muscular (BERNE;

LEVY; KOEPPEN, 2008, p. 81-104). Assim, Guyton & Hall (2011) define o chamado acoplamento excitação-contração (Figura 3), que ocorre devido a propagação do potencial de ação pelos túbulos transversos (túbulos T), que penetram na fibra muscular:

À medida que o potencial de ação progride pelo túbulo T, a variação da voltagem é detectada pelos *receptores de diidropiridina*, ligados aos *canais de liberação de cálcio*—também chamados *receptores de canal de rianodina*—sarcoplasmático. A ativação dos receptores de diidropiridina desencadeia a abertura dos canais de liberação de cálcio das cisternas e em seus túbulos longitudinais associados. Esses canais permanecem abertos por poucos milissegundos, liberando cálcio para o sarcoplasma que banha as miofibrilas e causando a contração. (GUYTON; HALL; 2011)

Figura 3: Acoplamento excitação-contração no músculo esquelético.

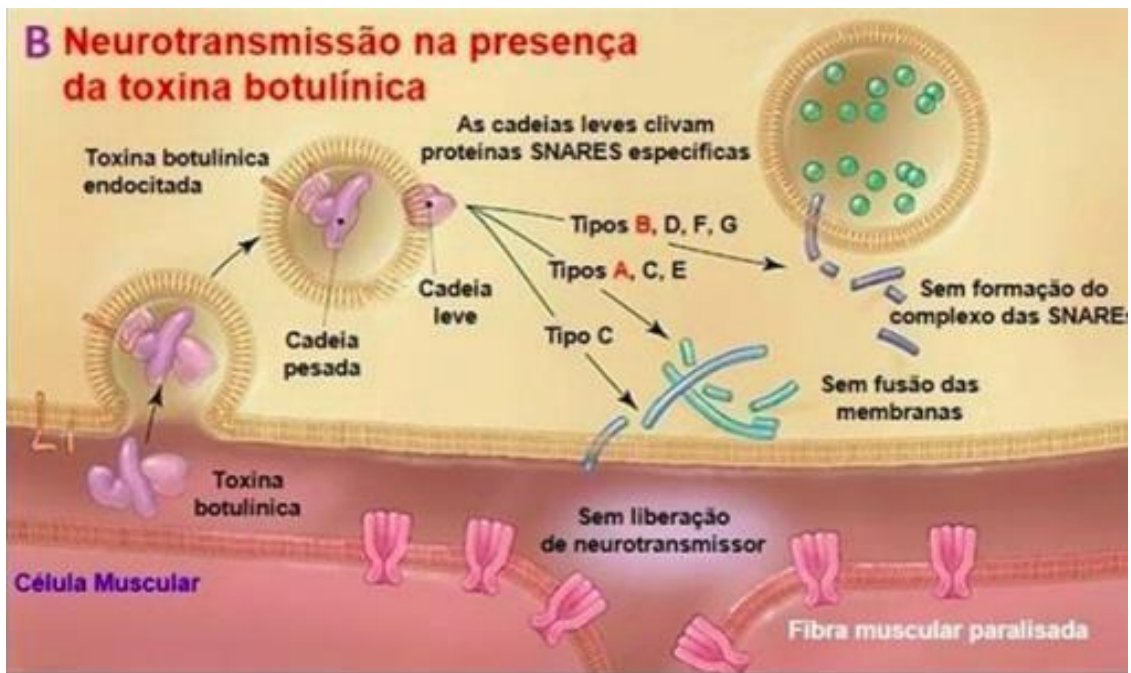


Fonte: Guyton & Hall, 2011.

Após a propagação do potencial de ação na membrana sarcoplasmática no interior da fibra muscular, ocorre a hidrólise de ACh em acetato e colina pela Enzima Acetilcolinesterase (AChE), onde esses radicais reentram na terminação nervosa e serão reutilizados na síntese de novas moléculas de ACh, armazenadas nas vesículas sinápticas (LISBOA; MARIA, 1989).

O mecanismo de ação da TB (Figura 4) consiste em provocar paralisia neuromuscular (GOUVEIA; FERREIRA; SOBRINHO, 2020) por meio de deservação química transitória de músculos esqueléticos por bloqueio da liberação de ACh nas JNMs das placas motoras (MARCIANO, *et al.*, 2014). Dependendo do sorotipo, a TB irá degradar uma proteína diferente do complexo SNARE presente nas terminações nervosas, impedindo, assim, a exocitose de ACh na fenda sináptica (BERNE; LEVY; KOEPPEN, 2008, p. 81-104).

Figura 4: Mecanismo de ação da TB na JNM.



Fonte: LIMA, 2018.

A diminuição da ACh na fenda sináptica impossibilita a despolarização da membrana da célula muscular, necessária para desencadear a contração muscular. A paralisia muscular perdura por, aproximadamente, 6 meses, após a aplicação local de TB. Com o tempo há um restabelecimento gradual da transmissão neuromuscular e um retorno da função muscular fisiológica (MARCIANO, *et al.*, 2014).

Está cada vez mais frequente a busca pela juventude e pela beleza, e os profissionais na área de rejuvenescimento facial devem estar cientes dos avanços de procedimentos e produtos para proporcionar aos seus pacientes um plano de tratamento mais eficaz (WANDERLEY; PERSAUD, 2021, 2021). Desde 2019, o Conselho Federal de Odontologia (CFO) reconhece a Harmonização Orofacial como uma especialidade odontológica permitindo aos Cirurgião-Dentista (CD) a realização de um conjunto de procedimentos que visam o equilíbrio estético e funcional da face, sendo um deles o uso da TB (CFO, 2019). É necessário que o profissional tenha o conhecimento prático da farmacologia da TB e os diferentes sorotipos para saber as possíveis complicações e as contraindicações.

Para que aconteça a ação terapêutica da molécula, é necessário aguardar seu tempo de ação, sendo ele cerca de 24 a 48 horas após aplicação da TB. Esse tempo é necessário para que o armazenamento do neurotransmissor de ACh se esgote na placa motora pré-sináptica. A ligação da molécula é permanente, porém, o seu efeito paralisante vai perdurar apenas por cerca de 2 a 6 meses.

Isso ocorre devido ao processo de neuro gênese que vai permitir o restabelecimento de novos brotos axonais da via do neurotransmissor, podendo então voltar a ter estímulos nervosos restabelecendo a contração da musculatura (WANDERLEY; PERSAUD, 2021).

Considerado um procedimento estético terapêutico temporário, não cirúrgico e minimamente invasivo, utilizado com micro doses em diversos tratamentos odontológicos, tais como: melhora do sorriso gengival, hipertrofia do músculo masseter, disfunção temporomandibular, tratamento de bruxismo (briquismo) e tratamento de sialorreia (salivação excessiva). (GOUVEIA; FERREIRA; SOBRINHO, 2020). Na especialidade de harmonização facial os principais músculos submetidos a aplicação são: músculo frontal, levantador do supercílio, orbicular do olho e da boca, prócero, músculo nasal, levantador do lábio superior e da asa do nariz, levantador do lábio, zigomático menor e maior, levantador do ângulo da boca, bucinador, risório, depressor do ângulo da boca, depressor do lábio inferior e músculo mentoniano. A aplicação da TBA pode apresentar efeitos adversos leves e passageiros, podendo perdurar cerca de alguns dias após a aplicação, devem ser seguidos os protocolos técnicos recomendados, aplicados apenas por profissionais capacitados. Pode ser que os efeitos adversos ocorram no local da aplicação ou em locais distantes da aplicação, podendo ser eles: hemorragia, fraqueza ou ardor associados a injeção, tanto no local quanto no músculo adjacente, hematomas, dor, parestesia, sensibilidade, inflamação, edema, infecção localizada e eritema (GOUVEIA; FERREIRA; SOBRINHO, 2020).

COVID-19 e SNC

As vias aéreas do trato respiratório possuem células epiteliais importantes para uma primeira linha de defesa contra patógenos. A infecção pode permanecer no local e o sistema imunológico elimina o vírus com mínimas consequências clínicas. Mas, em alguns casos, o vírus pode vencer a resposta imune e provocar graves complicações respiratórias e, até mesmo, induzir a outras patologias ao se espalhar para outros tecidos, como o SNC. (DESFORGES *et al.*, 2014). Já é comprovado que alguns vírus respiratórios penetram no SNC através do mecanismo denominado “neuro invasivo”, onde o vírus, por ter um tropismo ao SNC, consegue afetar as células da Glia e os neurônios. Devido ao potencial “neuro invasivo” de alguns Coronavírus (CoV), como Síndrome Respiratória Aguda (SARS) e Síndrome Respiratória do Oriente Médio (MERS), em animais e seres humanos, e aos registros de sinais e sintomas neurológicos em pacientes infectados por Síndrome Respiratória Aguda Grave 2 (SARS-CoV-2), suponha-se que o COVID-19 pode provocar manifestações neurológicas, embora os mecanismos neuro patogênicos ainda não estejam completamente claros (PENNISI *et al.* 2020).

Segundo Aghagoli *et al.* (2021), receptores de Enzima Conversora de Angiotensina II (ECA-2) foram encontrados em oligodendrócitos, um tipo de célula da Glia responsável pela formação da bainha de mielina em várias regiões do cérebro, como córtex motor, hipocampo, sistema olfatório e áreas do tronco cerebral. Portanto, a presença de ECA-2 nessas regiões pode estar relacionada com a invasão do SARS-CoV-2 no SNC. Hingorani; Bhadola & Cervantes-Arslanian (2022) explicam:

A neuro invasão do vírus SARS-CoV-2 pode ocorrer através de vários mecanismos potenciais, incluindo transferência trans sináptica, entrada do nervo olfatório, infecção endotelial vascular e migração de leucócitos através da barreira hematoencefálica (BHE). O epitélio olfatório, outra área de invasão, permite a disseminação através do local cribiforme e no nervo olfatório e, em seguida, no bulbo olfatório dentro do SNC. Células endoteliais, que expressam o receptor ECA2 em todo o corpo, inclusive no cérebro, podem ser infectados com SARS-CoV-2, que pode ser transportado pelos capilares e pelas células gliais dentro do SNC dentro das vesículas. Além disso, usando um mecanismo de cavalo de Tróia, o vírus pode infectar linfócitos T que podem atravessar a BHE e infectar o SNC.

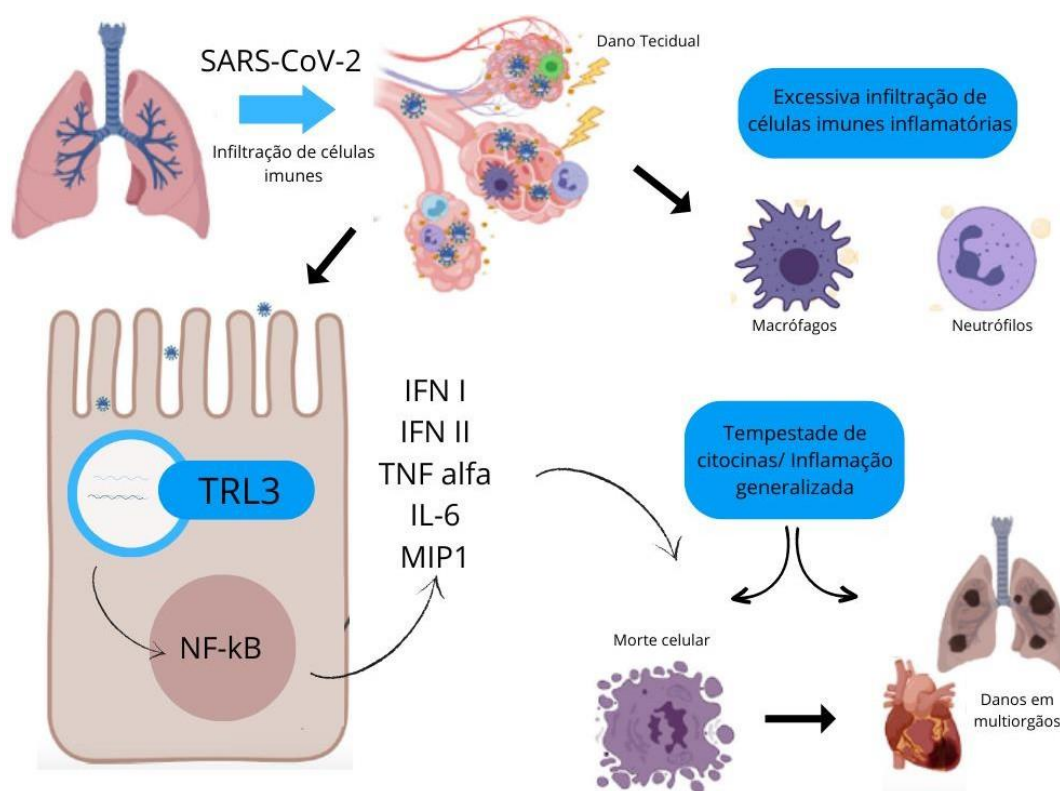
Accorsi *et al.* (2020) explica que o SNC regula a homeostase neuronal através de um importante estrutura denominada Barreira Hematoencefálica (BHE), que, além de sua função neuro imune, controla a secreção de citocinas, prostaglandinas e ácido nítrico. Por existir um conhecimento da afinidade do SARS-CoV-2 com a ECA-2, e sabendo que o cérebro humano expressa receptores de ECA-2, estudos recentes mostraram que o SNC é um dos sistemas alvo do vírus na hipótese de uma ruptura da BHE (BENEVENUTO, *et al.*, 2020).

Além disso, Junior *et al.* (2022) relata alterações pela COVID-19 no córtex cingulado posterior, que por sua vez tem aferências para o hipocampo, estrutura essa responsável pela consolidação da memória. Essa consolidação da memória, entre outros fatores, está relacionada à transmissão sináptica eficiente, liberação de neurotransmissores e plasticidade sináptica, sendo todos afetados pela neuro inflamação como consequência dessa infecção viral.

Dessa forma, estabeleceu-se a teoria da tempestade de citocinas (Figura 2), sendo ele um fenômeno advindo de uma desregulação da resposta imune inata, ou seja, a primeira linha de defesa que o organismo utiliza para combater o novo CoV. Harrison, Lin & Wang (2020) explicam que após o vírus entrar no organismo é reconhecido pelos sensores imunológicos e, quando ativados, sinalizam via receptor *Toll-like 3* (TRL3) a síntese e secreção de mediadores pró-inflamatórios (Figura 5). Consequentemente, a alta concentração de citocinas e quimiocinas inflamatórias provocam alterações teciduais para o recrutamento de células imunes, como macrófagos e

neutrófilos. Assim, esse meio inflamatório induz cada vez mais alterações transcricionais nessas células imunes, levando a danos teciduais, que potencializam ainda mais o recrutamento de mediadores pró-inflamatórios.

Figura 5: Tempestade de citocinas. A partir do momento em que o vírus entra em contato com o epitélio respiratório, ele vai ativar a via receptor TRL3, que irá ativar o Fator Nuclear Kappa B (NF- κ B), promovendo o aumento da transcrição de fatores pró-inflamatórios, como Interferon do tipo I (IFN I), Interferon do tipo II (IFN II), fator de necrose tecidual alfa (TNF alfa), Interleucina-6 (IL-6) e Proteína Inflamatória de Macrófagos 1 (MIP1).



Fonte: Harrison, Lin & Wang, 2020. (Modificado)

Com isso, uma neuro inflamação ocorre devido essa tempestade de citocinas, podendo levar a graves consequências ao SNC, como: mudanças no metabolismo de neurotransmissores (ACCORSI *et al.*, 2020). No estudo publicado por Pérez *et al.* (2022) relata que diversos sinais e sintomas relatados em pacientes com COVID-19 são atribuídos principalmente a tempestade de citocinas e, ao investigar os níveis de ACh em pacientes infectados, revelaram um aumento na produção, liberação e sinalização celular da ACh, concluindo que a infecção por SARS-COV-2 aumentou os níveis

plasmáticos de ACh, apresentando alta correlação positiva de prostaglandina E2 (PGE2), enquanto a interleucina 10 (IL-10) apresentou correlação negativa, em pacientes com COVID-19 crítico.

O SISTEMA COLINÉRGICO E COVID

A sinalização colinérgica é amplamente utilizada no nosso organismo, sendo fundamental tanto no SNC quanto no Sistema Nervoso Periférico (SNP). O sistema colinérgico é composto pelos receptores colinérgicos e seus neurotransmissores, principalmente a ACh, dando o nome ao sistema. No SNC, os neurônios colinérgicos encontram-se em áreas importantes para ativação cortical relacionados à atenção, motivação e memória (WINEK; SOREQ; MEISEL, 2021). No SNP, os neurônios colinérgicos constituem as fibras nervosas pré-ganglionares do Sistema Nervoso Autônomo (SNA), assim como fibras pós-ganglionares da subdivisão parassimpática desse sistema, tendo relação na modulação da atividade cardíaca, musculatura lisa e regulação do sistema imunológico. Além das fibras colinérgicas presente no SNA, os nervos do sistema nervoso motor somático também secretam acetilcolina nas JNMs, sendo o mediador para contração da musculatura estriada esquelética. Vários estudos relataram que o COVID-19 tem uma interação com o sistema colinérgico. (KOPANŠKA *et al.*, 2022).

Há aproximadamente 20 anos pesquisas são realizadas mostrando que o sistema colinérgico e o nervo vago parassimpático reduzem a produção de citocinas envolvendo a ligação da ACh a um receptor do tipo nicotínico, expressos pelos macrófagos. Assim, o sistema colinérgico age como uma via anti-inflamatória e se torna um alvo neuro imune em caso de doenças inflamatórias crônicas, com o COVID-19 (COUTIERS *et al.*, 2021).

Desde que surgiu como um patógeno humano, o SARS-CoV-2 causou mais de 637,97 milhões de casos confirmados de COVID-19 e mais de 6,62 milhões de mortes em todo o mundo, segundo dados gerados pela Organização Mundial de Saúde (OMS) (2022). A partir de então, iniciaram estudos e pesquisas buscando métodos de diagnóstico e tratamento do COVID-19, visto que, a principal necessidade era evitar a disseminação do patógeno e letalidade, e pouco se sabia sobre as sequelas pós-infecção. Sendo assim, o estudo da interação do SARS-CoV-2 com medicamentos como a TB ainda não foi descrito na literatura, limitando o presente estudo. Wanderley e Persaud (2021), evidenciou que a maior busca da TB é na medicina estética, porém Pirazzini *et al.* (2017) descreveu as inúmeras patologias que utilizam a droga como intervenção terapêutica em diversas especialidades da saúde além da área odontológica, tais como: oftalmologia e neurologia.

RELAÇÃO DO SARS-CoV-2 COM A TOXINA BOTULÍNICA

Em dezembro de 2019, quando diversos casos de pneumonias de origem desconhecida foram relatados de Wuhan na China, estudos se iniciaram comparando o novo vírus com o SARS-CoV e com o MERS, sendo todos considerados CoVs. Benvenuto *et al.* (2020) analisa a árvore filogenética do SARS-CoV-2 e, após uma análise genômica, afirma que o novo coronavírus se agrupa na sequência do CoV do tipo SARS-CoV de morcego em 2015 e a mutação das proteínas do vírus, como a proteína Spike (S), torna o SARS-CoV-2 com maior capacidade de infectar e maior patogenicidade do que o coronavírus SARS-CoV, sustentando ainda mais a hipótese de que a cadeia de transmissão começou do morcego e chegou ao ser humano. Shereen *et al.* (2020) também afirma que o SARS-CoV-2 está mais próximo dos CoVs de morcego do tipo SARS, onde ambos usam o mesmo receptor celular ECA-2 para mecanismo de entrada na célula hospedeira. Assim, podemos supor que o vírus SARS-CoV-2 pode ter as mesmas características já comprovadas do SARS-CoV, como mecanismos neuro patogênicos.

Alguns CoVs animais e humanos, como SARS e MERS possuem potencial neuro invasivo. Pennisi *et al.* (2020) relata o mecanismo neuro invasivo dos CoVs, onde esses grupos virais podem induzir infecções agudas ou persistentes em linhagens de células neuronais, citando que o SARS-CoV consegue alcançar o SNC através do bulbo olfatório e se espalhar transneuronalmente para regiões cerebrais. Aghaholi *et al.* (2021) também afirma que o SARS-CoV-2 tem uma neuro virulência semelhante ao SARS-CoV e seleciona diversos estudos que relatam manifestações neurológicas, ressaltando o possível neurotropismo do vírus. O comprometimento do SNC pela presença do SARS-CoV-2 é comprovado ainda mais no estudo de Hingorani, Bhadola e Cervantes-Aslanina (2022), que realiza uma revisão geral de diversas complicações neurológicas associadas à doença e explica a presença desses sinais e sintomas através da possível travessia do vírus pela BHE, afetando o SNC. Sendo assim, mesmo os estudos sobre o COVID-19 serem recentes e mais voltados para mecanismo de patogenicidade, diagnóstico e tratamento, podemos presumir que o SARS-CoV-2 é um vírus neuro invasivo por ser semelhante ao SARS-CoV.

Após estudos mais aprofundados sobre a patogenicidade do vírus, a tempestade de citocinas provocada pela presença do SARS-CoV-2 no organismo é bastante citada e pode ser a explicação das diversas manifestações nos pacientes com COVID-19 e com síndrome pós-Covid. Accorsi *et al.* (2020) relaciona a possível tempestade de citocinas também pelo fato do SARS-CoV-2 ter 79% da identidade genética do SARS-CoV, onde estudos em camundongos infectados por esse vírus demonstram que há um aumento na liberação de citocinas pró-inflamatórias pelas células neuro

imunes, provocando danos teciduais e, conseqüentemente, recrutando cada vez mais células imunes e intensificando o efeito da tempestade de citocinas. E esta interfere diretamente na homeostase neuronal, modificando o metabolismo dos neurônios e provocando uma neuro inflamação, intensificando ainda mais a presença de citocinas pró-inflamatórias.

Ao entender que toda a presença do vírus interfere no funcionamento das células neuronais, e conhecendo o mecanismo de ação da TB, montamos as hipóteses que podem explicar interferências na ação desta droga em pacientes que tiveram recentemente contato com o vírus SARS-CoV-2.

A primeira hipótese para explicar uma interferência na ação da TB é devido às alterações no metabolismo dos receptores e neurotransmissores colinérgicos afetados pela presença do SARS-CoV-2 no organismo. Em seu estudo, de Kopanska *et al.* (2022) relata que a presença do SARS-CoV-2 no organismo interrompe a atividade do sistema colinérgico pelo fato da proteína S ser capaz de se ligar aos receptores nicotínicos, interferindo na homeostase da ACh. Assim, supomos que a ligação do vírus aos receptores nicotínicos seja de forma antagônica e, dessa forma, a ACh é impedida de exercer sua ligação nesses receptores. Em consequência, o organismo como resposta compensatória aumenta a secreção de ACh. Sendo assim, sabemos que o objetivo da aplicação local de TB seja impedir a exocitose de ACh na fenda sináptica, mas pelo fato de o organismo apresentar altas concentrações desse neurotransmissor no organismo, a dose normalmente aplicada para se obter o efeito desejado pode não ser suficiente, podendo se fazer necessário mais aplicações da TB para impedir a contração muscular.

Accorsi *et al.* (2020), Pérez *et al.*, (2022), Harrison, Lin & Wang (2020) e Junior *et al.* (2022) descrevem a tempestade de citocinas como um aumento na concentração de citocinas e quimiocinas inflamatórias, desregulando a homeostase celular. E Pérez *et al.* (2022) relata que a concentração de ACh plasmática é elevada em pacientes afetados por SARS-CoV-2 devido a tempestade de citocinas. Em estudos relatados por Aghaholi *et al.* (2021) cita que exames após morte de pacientes infectados por SARS-CoV-2 detectou o vírus nos neurônios, demonstrando que o vírus é capaz de induzir rápida disseminação trans neuronal. Portanto, a segunda hipótese deve-se pela hipercitocinemia e hiper inflamação no sistema nervoso e também devido o vírus SARS-CoV-2 ter a capacidade de invadir diretamente a célula neuronal, onde em ambas as situações podem alterar a função dos neurônios motores. Ao alterar o funcionamento da célula neuronal, supomos que pode haver uma alteração pós-transcricional das proteínas do complexo SNARE. A alteração pós-transcricional pode provocar uma conformação proteica do complexo SNARE devido a fusão viral com a membrana celular do hospedeiro, modificando a morfologia das proteínas ancoradas no local. Assim, a TB terá

uma menor afinidade às proteínas SNARE, tendo uma dificuldade em degradá-las, não conseguindo impedir a exocitose de ACh na fenda sináptica. Além disso, a tempestade de citocinas aumenta a produção e liberação de ACh, elevando a concentração deste neurotransmissor no organismo. Da mesma forma, a TB não é capaz de alcançar a sua efetividade de bloqueio de exocitose de ACh, uma vez que o organismo está em excesso deste neurotransmissor.

Uma pesquisa global realizada pela Sociedade Internacional de Cirurgia Plástica Estética (ISAPS), relatou que houve um aumento de 64,9% de aplicação da TB em 2019. Sendo que, o Brasil é o segundo país de maior procura por aplicação de TB, cerca de 399.905 em 2019, já que os Estados Unidos é o primeiro (WANG, 2021). Com o surgimento do novo coronavírus, surgem também alterações nos procedimentos com a toxina botulínica (LOPES & RODRIGUES, 2022).

Diante dos estudos e pesquisas realizados, é possível concluir que existe uma relação entre a ineficiência da TB no organismo em pacientes acometidos pelo vírus SARS-CoV-2 devido a neuroinflamação que desencadeia a tempestade de citocinas causadas pelo vírus, promovendo alterações nos neurotransmissores, bem como também nas proteínas necessárias para efetividade da droga. Sendo assim, se faz necessário mais estudos e pesquisas para maior conhecimento sobre a doença e seus efeitos no organismo e assim comprovar as hipóteses levantadas.

Com isso, é importante ressaltar que, apesar das complicações realmente fatais relacionadas à doença do COVID-19 serem raras para fins estéticos, o uso da TB também envolve intervenções terapêuticas em outras patologias. Portanto, todos os profissionais da saúde devem estar bem atualizados e atentos em novas manifestações clínicas que possam surgir durante a aplicação da droga no organismo.

REFERÊNCIAS

CFO – Conselho Federal de Odontologia. **Resolução CFO-198/2019**. Reconhece a Harmonização Orofacial como especialidade odontológica, e dá outras providências. Brasília, DF: Conselho Federal de Odontologia, 2019. Disponível em: <https://website.cfo.org.br/resolucao-cfo-198-2019/>. Acesso em: 5 abr. 2022.

WANDERLEY, J. F. S.; PERSAUD, V. F. R. de S.; LIMA, C. M., TOXINA BOTULÍNICA E SUA RELEVÂNCIA NA ESTÉTICA OROFACIAL: revisão de literatura. **Rev Cathedral**, v. 3, n. 3, p. 69-82, 2021. Disponível em: <http://cathedral.ojs.galoa.com.br/index.php/cathedral/article/view/364>. Acesso em: 15 mar. 2022.

BERNE, R. M.; LEVY, M. N.; KOEPPEN, B. M. Berne & levy physiology. **Elsevier Brasil**, Cap. 6, p. 81-104, 2008.

HALL, J. E. **Guyton y hall**. Elsevier Health Sciences Spain, 2011.

MARCIANO, A. *et al.* Toxina Botulínica e sua aplicação na Odontologia. **Revista de Iniciação Científica da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 4, n. 1, 2014. Disponível em: <http://periodicos.unincor.br/index.php/iniciacaocientifica/article/view/1554>. Acesso em: 15 mar. 2022.

SHEREEN, M. A. *et al.*, COVID -19 infection: Emergence, transmission, and characteristics of human coronaviruses. **JAdvRes**, v. 24, p. 91–98, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jare.2020.03.005>. Acesso em: 15 mar. 2022.

MCINTOSH, K.; HIRSCH, M. S.; BLOOM, A. Coronavirus disease 2019 (COVID-19). **UpToDate Hirsch MS Bloom**, v. 5, n. 1, p. 873, 2020. Disponível em: https://www.cmim.org/PDF_covid/Coronavirus_disease2019_COVID-19_UpToDate2.pdf. Acesso em: 06 de junho de 2022.

ACCORSI, D. X. *et al.* COVID-19 e o sistema nervoso central. **UlakesJMed**, v. 1, 2020. Disponível em: <http://189.112.117.16/index.php/ulakes/article/view/271>. Acesso em: 15 mar. 2022.

LOPES, D. O.; RODRIGUES, F. A. A. Ligação intracelular entre a toxina botulínica e covid-19. **Ciência Latina Revista Científica Multidisciplinar**, v. 6, n. 1, p. 3412-3418, 2022.

HARRISON, A. G.; LIN, T.; WANG, P. Mechanisms of SARS-CoV-2 transmission and pathogenesis. **TrendsImmunol**, v. 41, n. 12, p. 1100-1115, 2020. DOI: 10.1016/j.it.2020.10.004.

BEHERA, B. C.; MISHRA, R. R.; THATOI, H.. Recent biotechnological tools for diagnosis of corona virus disease: A review. **BiotechnolProg**, v. 37, n. 1, p. e3078, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32902193/>. Acesso em: 06 de junho de 2022.

JACKSON, C. B. *et al.* Mechanisms of SARS-CoV-2 entry into cells. **NatRevMolCellBiol**, v. 23, n. 1, p. 3-20, 2022. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41580-021-00418-x>. Acesso em 06 jun. 2022

UZUNIAN, A. Coronavirus SARS-CoV-2 and Covid-19. **JBrasPatolMedLab** v. 56, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jbpml/a/Hj6QN7mmmKC4Q9SNNt7xRh/?format=html&lang=en>. Acesso em 06 de jun. 2022

CABRERA M. A.L., PACHECO R.L., BAGATTINI Â. M., RIERA R. Frequency, signs and symptoms, and criteria adopted for long COVID-19: A systematic review. **IntJClinPract**. 2021 Oct;75(10):e14357. doi: 10.1111/ijcp.14357. Epub 2021 Jun 2. PMID: 33977626; PMCID: PMC8236920.

MEHANDRU S, MERAD M. Pathological sequelae of long-haul COVID. **NatImmunol**. 2022 Feb;23(2):194-202. doi: 10.1038/s41590-021-01104-y. Epub 2022 Feb 1. PMID: 35105985; PMCID: PMC9127978.

SAUD, A. *et al.* COVID-19 and myositis: what we know so far. **CurrRheumatolRep**, v. 23, n. 8, p. 1-16, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11926-021-01023-9>. Acesso em 06 jun. 2022

HÜBERS, A.; LASCANO, A. M.; LALIVE, P. H. Management of patients with generalised myasthenia gravis and COVID-19: four case reports. **JNeurolNeurosurgPsychiatryRes**, v. 91, n.

10, p. 1124-1125, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1136/jnnp-2020-323565>. Acesso em 06 jun. 2022.

DESFORGES, M. et al. Neuroinvasive and neurotropic human respiratory coronaviruses: potential neurovirulente agents in humans. **AdvExpMedBiol**, v. 807, p. 75-96, 2014. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-81-322-1777-0_6. Acesso em: 06 jun. 2022.

PENNISI, M. *et al.* SARS-CoV-2 and the nervous system: from clinical features to molecular mechanisms. **IntJMolSci**, v. 21, n. 15, p. 5475, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijms21155475>. Acesso em: 06 jun. 2022

AGHAGOLI, G. *et al.* Neurological involvement in COVID-19 and potential mechanisms: a review. **JNeurocritCare**, v. 34, n. 3, p. 1062-1071, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/S12028-020-01049-4>. Acesso em: 20 set. 2022

HINGORANI, K. S.; BHADOLA, S.; CERVANTES-ARSLANIAN, A. M. COVID-19 and the Brain. **TrendsCardiovascMed**, v. 32, n.6, p. 323-330, ago. 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1050173822000640>. Acesso em: 20 set. 2022.

BENVENUTO, D *et al.*, The 2019-new coronavirus epidemic: evidence for virus evolution. **JMedVirol**, v. 92-4, p. 455-459. Abr. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jmv.25688>. Acesso em: 15 mar. 2022.

JUNIOR *et al.*, Conjugated and Synergistic Therapies in the treatment of COVID-19 Dysfunction - Pain, Weakness, Paresthesia, Respiratory Condition, Memory, Olfactory and Taste: Case Series. **JNovPhysiother**, v. 12, n.10, out. 2022.

PÉREZ, M. M. et al. Acetylcholine, Fatty Acids, and Lipid Mediators Are Linked to COVID-19 Severity. **JImmunol**, v. 209, n. 2, p. 250-261, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.4049/jimmunol.2200079>. Acesso em: 6 jun 2022.

WINEK, K.; SOREQ, H.; MEISEL, A. Regulators of cholinergic signaling in disorders of the central nervous system. **JNeurochem**, v. 158, n. 6, p. 1425-1438, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jnc.15332>. Acesso em: 03 out. 2022.

OMS. Coronavirus (COVID-19). **Google News**. 2022. Disponível em: <https://news.google.com/covid19/map?hl=pt-BR&gl=BR&ceid=BR%3Apt-419>. Acesso em: 21 nov. 2022.

CAPÍTULO 11 - ATUAÇÃO FONOAUDIOLÓGICA NAS SEQUELAS PÓS-COVID-19.

Karina Jullienne de Oliveira Souza

Graduada em Fonoaudiologia na Universidade Norte do Paraná (UNOPAR – 1994), pós-graduação em Acupuntura pelo IBRATE (2008). Especialização no Método Conceito Castillo Morales na terapia de Regulação Orofacial e Corporal (1999 a 2001) na "Fundación Rayo de Sol" (Córdoba, Argentina). Autora da Técnica Therapy Zumbido e sintomas associados para Fonoaudiólogos, ministrante de cursos de Capacitação e Mentoria no CIT Cursos, coautora do livro: Fotobiomodulação e Terapias Combinadas: Protocolos de Tratamento para as sequelas da COVID-19". Coordenadora científica na empresa CIT Cursos Capacitação e Treinamento Profissional em Saúde e Educação (Londrina, PR). Fonoaudióloga pioneira e pesquisadora em Zumbido, com ênfase na área de Motricidade Orofacial e soluções auditivas. Responsável técnica de revenda de aparelhos auditivos, desde a avaliação e adaptação dos aparelhos para surdez e zumbido (Londrina, PR).

ATUAÇÃO FONOAUDIOLÓGICA NAS SEQUELAS PÓS-COVID-19.

Karina Jullienne de Oliveira Souza

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) a pandemia global de SARS-CoV-2 (COVID-19) foi declarada situação de emergência no final de 2019 e início de 2020, causando cerca de 566 milhões de infectados e mais de 6,3 milhões de mortes em todo o mundo (julho/2022). Após o contágio, podem surgir sequelas persistentes por mais de 12 semanas, sendo denominadas de síndrome pós-COVID-19, das quais podemos destacar as manifestações sistêmicas (fadiga e astenia), respiratórias (dispneia e tosse persistente), neuropsiquiátricas (perda de memória, desequilíbrio, anosmia, ageusia e ansiedade) e musculoesqueléticas (mialgia e dores articulares), alterações vocais, deglutição (disfagia orofaríngea), (alterações audiovestibulares) sintomas típicos com manifestações sensorio-neurais de início precoce, como perda auditiva, zumbido e/ou tontura/vertigem. Em meio a tudo que vem ocorrendo os Fonoaudiólogos integram seu trabalho atuando com equipes multi e interdisciplinares, em todo o país.

No início da pandemia sabíamos que o atendimento fonoaudiológico era somente no ambiente hospitalar e/ou na Unidade de Terapia Intensiva. O foco da atuação tem relação com a necessidade de manejo da disfagia e redução do risco de bronco aspiração. Pacientes que evoluem para o quadro mais grave da doença apresentam necessidades de intubação oro traqueal, chegando a ficar entre 10 e 14 dias entubados, respirando por meio de ventilação mecânica. Com a recuperação, e retirada do tubo oro traqueal (extubação), alguns pacientes podem evoluir para um distúrbio da deglutição.

E é nesse momento que o Fonoaudiólogo deverá ser acionado (fase de maior estabilidade do quadro clínico) para realizar a avaliação e intervenção fonoaudiológica. É importante atentar para o quadro respiratório do paciente com Covid-19 pois a incoordenação entre a deglutição e a respiração é fator de alto risco para bronco aspiração. É imprescindível utilizar critérios de risco de aspiração, a fim de eleger melhor intervenção a ser feita.

O sintoma mais comum de COVID-19 em pacientes críticos é a síndrome da angústia respiratória aguda (SDRA). A maioria dos pacientes internados no hospital relata sintomas de falta de ar e tosse, e muitos deles acabam com suporte respiratório invasivo ou não invasivo em unidade de terapia intensiva (UTI). Entre os pacientes na UTI, uma complicação frequente após a intubação e extubação é a disfagia orofaríngea: um tipo de distúrbio da deglutição que surge devido as disfunções da cavidade oral, faringe, laringe, ou esfíncter esofágico superior e é causada por certas condições de saúde associadas a condições anatômicas, respiratórias ou neurológicas.

O cenário da pandemia tem mudado em relação a atuação do Fonoaudiólogo ser somente no ambiente hospitalar, devido as sequelas apresentadas após o período de internação mesmo recebendo alta hospitalar, necessitam de atendimento ambulatorial e clínico para reabilitação dessas sequelas, hoje recebemos pacientes pós-covid-19 independente se a doença foi de forma grave ou leve.

Universidade de Oxford (Inglaterra) observou que muitas pessoas infectadas receberam alta e tiveram sintomas persistentes como falta de ar, fadiga, ansiedade e depressão por pelo menos três meses. No Brasil, estudo similar foi realizado pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), apontando resultados semelhantes, onde mais de 40% dos pacientes se queixaram de fadiga, mais de 30% reclamaram de dor de cabeça, quase 30% falaram que têm problema de memória e mais de 20% apresentavam sonolência excessiva diurna.

A disfonia pode ser definida como uma alteração da comunicação oral determinada pela dificuldade de emissão vocal, perda de potência da voz, falta de volume e projeção, variações na frequência da voz, além de baixa resistência vocal. Sendo um sintoma possível em pacientes com COVID-19, e tem participação excessiva dos músculos intrínsecos e extrínsecos da laringe durante a fonação, além de limitar a comunicação, causando um impacto negativo na qualidade vocal.

Os distúrbios da voz também estão presentes nos pós-COVID-19 devido à própria doença, ou secundária à ventilação mecânica invasiva (VMI) nos casos graves da doença. As evidências indicam que a duração da intubação está associada à prevalência e gravidade das lesões laríngeas, levando a um risco aumentado de disfonia (76%) e disfagia (49%) após a extubação. Além disso, Lechien et al., estimou que um quarto dos pacientes com COVID-19 apresentaram sintomas de disfonia leve a moderada.

O Departamento de Anatomia da Universidade de Mons. (Bélgica) encontrou no epitélio das cordas vocais em indivíduos com COVID-19 alta expressão da enzima conversora de angiotensina 2 (ACE). Esses dados podem explicar a etiologia do edema de pregas vocais na disfonia relacionada ao COVID-19.

Pacientes com COVID-19, especialmente aqueles que apresentaram quadros graves, frequentemente desenvolveram disfagia e disfonia durante o curso da doença. Inúmeros fatores etiológicos ligaram a disfonia/COVID-19, incluindo neuropatia vagal pós viral, fator inflamatório que causa edema ou inflamação das cordas vocais, lesão das cordas vocais devido a tosse forte ou vômito, lesão de intubação que inclui granuloma de prega vocal, paralisia de prega vocal, luxação da articulação croco-aritenóidea e disfonia secundária a função pulmonar deficiente ou causa psicogênica (SANIASIAYA, J.; KULASEGARAH, J.; NARAYANAN, P. 2021; MILES et al. 2022)

A Fotobiomodulação (FBM) aplicada à voz têm sido uma estratégia complementar na reabilitação de pacientes disfônicos pós-COVID-19 ou no trabalho de treinamento/condicionamento de vozes profissionais que também tiveram comprometimento muscular, fraqueza e fadiga vocal após a manifestação dos sintomas e permaneceram com as sequelas tanto na fase aguda ou crônica.

A Fotobiomodulação possui ação anti-inflamatória, analgésica, antiedematosa e drenante, auxilia na redução da fadiga muscular após o uso da voz por tempo prolongado, tanto na fala, quanto no canto. A ação do laser diminui a tensão muscular nos músculos esqueléticos relacionados às pregas vocais, reduz os danos musculares causados pelo COVID-19 e também contribui para melhor desempenho funcional das pregas vocais e extensão vocal, além de favorecer o aumento da circulação sanguínea local.

Sars-CoV-2 emprega o receptor ACE2 como meio de entrada na célula hospedeira, sendo uma determinante chave da transmissibilidade do vírus. Portanto, é característico que pacientes com síndrome pós-COVID-19 apresentem anosmia e ageusia, que são consideradas complicações neurológicas.

Novas tecnologias de tratamento, como as tecnologias fotônicas associadas (terapias combinadas), associação da pressão negativa com a fotobiomodulação, essa terapia a vácuo é capaz de aliviar a tensão muscular promovendo analgesia. Estudos mostram que a aplicação da vacuoterapia na região cervical produz vermelhidão local, resultando em aumento da circulação sanguínea e relaxamento muscular. Além disso, o realinhamento das fibras ocorre por meio da diminuição da pressão de deslizamento sobre a fáscia, proporcionando relaxamento da região tratada.

Quando associado com o laser, o quadro analgésico e anti-inflamatório é amplificado, potencializando os benefícios da técnica combinada.

Essas tecnologias permitem atender as necessidades da síndrome pós-COVID-19 como doenças inflamatórias e dolorosas, atuando diretamente nas sequelas sistêmicas, respiratórias, neuropsíquicas e musculoesqueléticas, alterações audiovestibulares, buscando enfrentar de forma mais eficaz a tomada de decisão clínica aliada ao tratamento reabilitador tradicional.

Segundo Enwemeka (2004) e Karu, (2006), o uso da fotobiomodulação promove diversos efeitos benéficos como redução do edema e do processo inflamatório, aumento dos efeitos analgésicos, cicatrização tecidual, síntese de colágeno e produção de ATP atuando na regulação da homeostase.

Os lasers de baixa intensidade produzem luz vermelha e infravermelha, que são absorvidas por estruturas fotossensíveis, como a citocromo C oxidase, unidade da cadeia respiratória mitocondrial.

Isso gera um aumento no transporte de elétrons, no potencial de membrana mitocondrial e na produção de adenosina trifosfato (ATP). Os canais iônicos são fotossensíveis e, ao absorver fótons, aumentam a concentração de íons de cálcio intracelular. Esses processos estimulam efeitos anti-inflamatórios, imunomoduladores, analgésicos e reparadores teciduais.

Em quadros de edema e inflamação, por exemplo, a terapia luminosa melhora a microcirculação local, a angiogênese, inibe mediadores químicos e ativa células de defesa e enzimas antioxidantes. Na regeneração tecidual, por sua vez, as evidências demonstram eficácia tanto em lesões superficiais como também em tecidos mais profundos, mostrando-se eficiente na proliferação de fibroblastos, na síntese e organização de colágeno e na indução de neovascularização.

LASER de baixa intensidade age sobre o desempenho muscular, reduzindo fadiga, aumentando força, resistência muscular e melhorando marcadores químicos. A atuação do fonoaudiólogo na equipe multiprofissional no tratamento do paciente com COVID-19 é de grande importância, especialmente na reabilitação. A intervenção fonoaudiológica é necessária para minimizar os agravamentos da doença e melhorar a qualidade de vida.

Dentre as diversas fontes de luz que podem ser utilizadas para esse fim, na Fonoaudiologia destacam-se o LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Irradiation) de baixa potência e o LED (Light Emitting Diodes), sobretudo os comprimentos de onda na faixa do vermelho (635–700 nanômetros) e infravermelho próximo (808-1100 nanômetros). O efeito do LASER usado na terapia por fotobiomodulação não é térmico e nem invasivo.

Reabilitação Fonoaudiológica nas sequelas do COVID-19.

Recursos Utilizados em Fototerapia.

Equipamento Duo é um laser de baixa intensidade para utilização em procedimentos Fonoaudiológicos e possui 2 comprimentos de onda. Laser vermelho 660nm e laser infravermelho 808nm e Fotobiomodulação sistêmica vascular transcutânea (ILIB).

Equipamento Vacum Laser é o único equipamento disponível no mercado que combina vacuoterapia e fototerapia em uma única plataforma. Apresenta 6 LASERS com 2 comprimentos de ondas, Laser vermelho 660 nm e laser infravermelho 808 nm.

Fotobiomodulação na reabilitação da Deglutição e Disfagia Orofaríngea pós-COVID-19.

1-Língua

(Aumentar tonicidade da língua, ajudar na mobilidade e execução dos movimentos da língua no

disparo da deglutição).

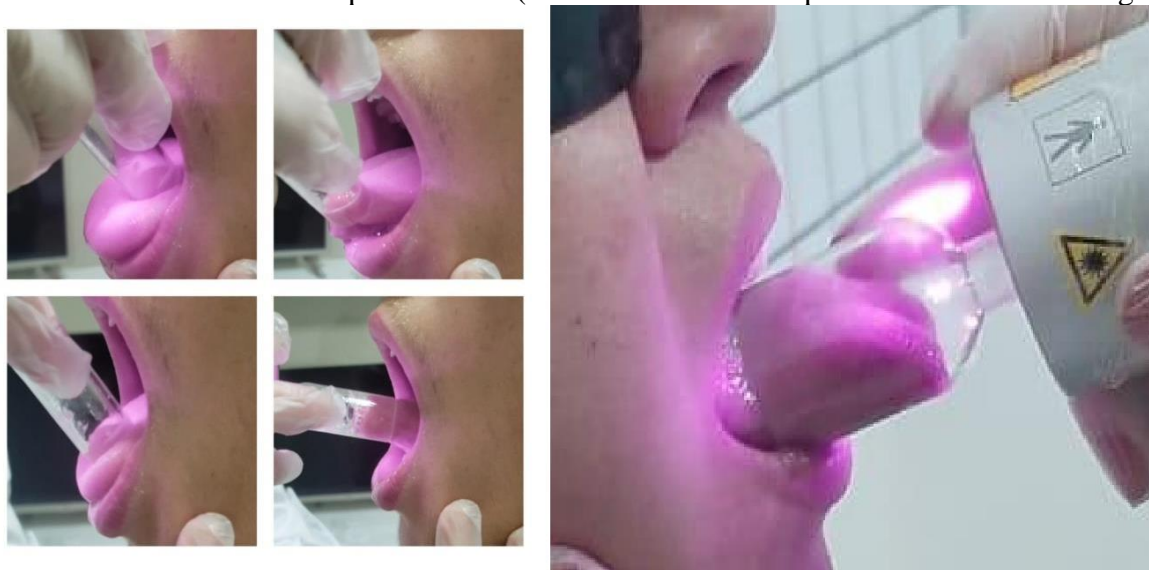
Equipamento Vacum Laser marca MMOptics

Modo pulsado MP9 -150mbar

Tempo:02 minutos

Laser: comprimento de onda infravermelho em toda extensão da língua (dorso, laterais e ponta) para fazer a liberação e aumentar a performance muscular.

Ventosa de vidro de 16 mm ou copo de 30mm (escolha da ventosa depende do tamanho da língua).



Fonte: autoria própria

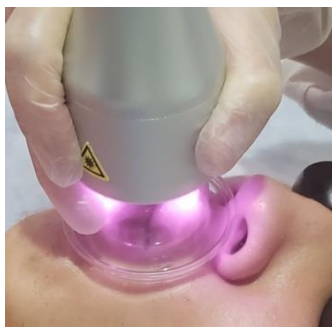
2-Lábios

Alongamento e fortalecimento dos lábios, aumentar a performance muscular e a pressão intraoral favorecendo o vedamento labial na deglutição e no controle da sialorreia.

Modo pulsado MP9 -100mbar

02 minutos comprimento de onda vermelho e infravermelho simultâneos

Ventosa de acrílico 40mm.



Fonte: autoria própria

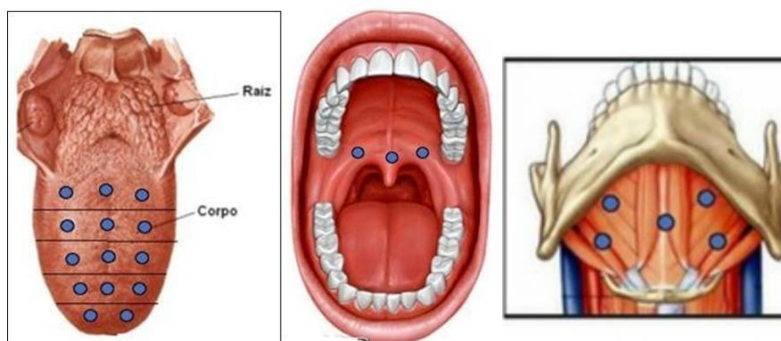
3-Língua, Palato Mole e Músculos Supra hioideos

Equipamento Duo marca MMOptics (pontual).

Comprimento de onda infravermelho.

Dosimetria: 2J (20segundos) por ponto em toda extensão da língua, no palato mole, músculos supra hioideos (digástrico, milo-hióideo, gênio-hióideo, estilo-hioideo)

Após aplicação realizar exercícios de Língua (mobilidade e motricidade de língua antes do treino da deglutição para ajudar na performance muscular e na deglutição.



4- Respiração e Voz

A Fotobiomodulação é um excelente recurso utilizado na reabilitação das alterações vocais e dos profissionais da voz, pois traz inúmeros benefícios como o aumento da capacidade respiratória, melhora do rendimento vocal, atuando diretamente nos músculos envolvidos na produção vocal.

4 –a) Diafragma:

Equipamento Vacum Laser marca MMOptics

Modo Pulsado MP9 -200mbr

Tempo 02 minutos em cada lado do diafragma com os dois comprimentos de onda vermelho e

infravermelho simultâneos, ventosa 60mm; varredura em toda extensão do diafragma (ativar propriocepção).

Passo a Passo



Fonte: autoria própria

4-b) Treino da Função respiratória

Após aplicação do vacum laser treinar Função respiratória.

Fazer sopro contínuo e intermitente.

Usar jogo de garrafas, bexigas, bolinhas de sabão e Respirom

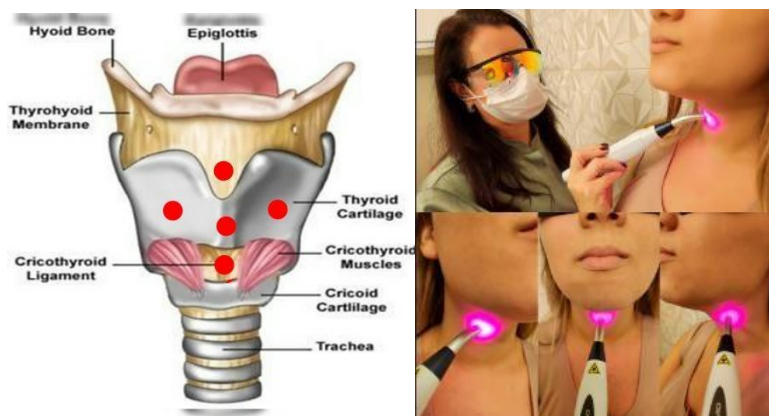
5-Laringe (prega vocal)

Quanto às questões vocais, a Fotobiomodulação aplicada à região laríngea tem como objetivo melhorar a qualidade vocal, melhor desempenho funcional das pregas vocais e extensão vocal, além de favorecer o aumento da circulação sanguínea local.

Local de aplicação: A aplicação deve ser local na laringe (cartilagem) na região lateral, no meio, acima, abaixo em direção da prega vocal.

Protocolo: Laser Infravermelho – 4J ou 40 segundos em cada ponto.

Equipamento Laser DUO marca MMOptics (pontual).



Fonte- autoria própria

Após aplicação do laser pontual realizar exercícios vocais e exercícios sem oclusivos para o trato vocal (ETVSO). Os ETVSOs afetam a pressão sub glótica e a adução glótica, dependendo do grau de resistência ao fluxo de ar.

Exercícios de voz ressonante (por exemplo, / m: /, / n: / e / z: /) podem promover oscilação das pregas vocais de amplitude relativamente alta e de baixo impacto. Esses exercícios podem reduzir a inflamação aguda das pregas vocais.

6-) Fotobiomodulação Sistêmica Vascular Transcutânea

Associar a Terapia Sistêmica em todos os protocolos citados anteriormente.

Equipamento DUO marca MMOptics

Comprimento de onda vermelho (I.1).

Tempo 30 minutos na Artéria Radial



Fonte: autoria própria

REFERÊNCIAS

- 1- <https://crefono3.org.br/view/pacientes-pos-covid-exigem-atendimentos-especializados/2265>
- 2- <https://www.fonoaudiologia.org.br/o-fonoaudiologo-no-combate-a-covid-19/>
- 3- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7281885>
- 4- Hoffmann M, Kleine-Weber H, Krüger N, Mueller MA, Drosten C, Pöhlmann S. O novo coronavírus 2019 (2019-nCoV) usa o receptor de coronavírus SARS ACE2 e a protease celular TMPRSS2 para a entrada nas células-alvo . BioRxiv . Publicado online em 31 de janeiro de 2020. doi: 10.1101 / 2020.01.31.929042
- 5- Verdolini Abbott K, Li NYK, Branski RC et al. Vocal exercise may attenuate acute vocal fold inflammation. *J Voice*. 2012; 26 (e1-814.e13): 814 . Disponível [https://www.jvoice.org/article/S0892-1997\(20\)30316-7/fulltext](https://www.jvoice.org/article/S0892-1997(20)30316-7/fulltext)
- 6- Pan C, Chen L, Lu C, et al. Recrutabilidade pulmonar na síndrome do desconforto respiratório agudo associado à SARS-CoV-2: um estudo observacional em um único centro . *American J Respir Crit Care Med* . 2020; 201 (10): 1294-1297.
- 7- Brodsky MB, Levy MJ, Jedlanek E, et al. Lesão laríngea e sintomas de vias aéreas superiores após intubação oro traqueal com ventilação mecânica durante cuidados intensivos.
- 8- Abreu de Oliveira, P., Maria Guimarães dos Santos , R., Monteiro, F., Deusimara da Silva Medeiros Walraven, M., Saldanha Diógenes, R., de Fátima Santiago Capistrano, S. e Cristina Lima Nobre de Moraes , A. 2022. Disfonia pós-infecção por COVID-19: Uma revisão de literatura. *Revista de Casos e Consultoria*. 13, 1 (jul. 2022).
- 9- Moldofsky H, Patcai J. Chronic widespread musculoskeletal pain, fatigue, depression and disordered sleep in chronic post-SARS syndrome; a case-controlled study. *BMC Neurology*. 2011; 11(1): 37.
- 10- Carfi A, Bernabei R, Landi F (2020) Persistent symptoms in patients after acute COVID-19. *JAMA* 324(6):603–605.
- 11- Assaf G, Davis H, McCorkell L, Wei H, O'Neill B, Akrami A (2020) What does COVID-19 recovery actually look like? An analysis of the prolonged COVID-19 symptoms survey by patient-led research team. The COVID-19 Body Politic Slack Group, London Contract. 2020 May(2)
- 12- FILLIS, M. M. A.; LASKOVSKI, L.; FELCAR, J. M.; TRELHA, C. S. Prevalência de sintomas persistentes em indivíduos infectados pelo novo coronavírus após 30 dias de diagnóstico. *Revista de Saúde Pública do Paraná*, v. 4, n. 4, p. 44-60, 23 dez. 2021.
- 13- Junior AEA, Rodrigues TZ, Garcia V, Simão G, Carbinatto FM, et al. (2022) Conjugated and Synergistic Therapies in the treatment of COVID-19 Dysfunction - Pain, Weakness,

Parestheria, Respiratory Condition, Memory, Olfactory and Taste: Case Series. *J Nov Physiother* 12: 545.

14- de Souza VB, Ferreira LT, Sene-Fiorese M, Garcia V, Rodrigues TZ, de Aquino Junior AE, Bagnato VS, Panhoca VH. Photobiomodulation therapy for treatment olfactory and taste dysfunction COVID-19-related: A case report. *J Biophotonics*. 2022 Aug;15(8):e202200058. doi: 10.1002/jbio.202200058. Epub 2022 May 17. PMID: 35445797.

CAPÍTULO 12 - FOTOBIMODULAÇÃO NO ZUMBIDO PÓS-COVID-19.

Karina Jullienne de Oliveira Souza

Graduada em Fonoaudiologia na Universidade Norte do Paraná (UNOPAR – 1994), pós-graduação em Acupuntura pelo IBRATE (2008). Especialização no Método Conceito Castillo Morales na terapia de Regulação Orofacial e Corporal (1999 a 2001) na "Fundación Rayo de Sol" (Córdoba, Argentina). Autora da Técnica Therapy Zumbido e sintomas associados para Fonoaudiólogos, ministrante de cursos de Capacitação e Mentoria no CIT Cursos, coautora do livro: Fotobiomodulação e Terapias Combinadas: Protocolos de Tratamento para as sequelas da COVID-19". Coordenadora científica na empresa CIT Cursos Capacitação e Treinamento Profissional em Saúde e Educação (Londrina, PR). Fonoaudióloga pioneira e pesquisadora em Zumbido, com ênfase na área de Motricidade Orofacial e soluções auditivas. Responsável técnica de revenda de aparelhos auditivos, desde a avaliação e adaptação dos aparelhos para surdez e zumbido (Londrina, PR).

FOTBIOMODULAÇÃO NO ZUMBIDO PÓS-COVID-19.

Karina Jullienne de Oliveira Souza

Introdução

O zumbido é um distúrbio muito comum caracterizado pela percepção do som nos ouvidos ou na cabeça na ausência de uma fonte sonora externa. Estudos epidemiológicos em todo o mundo relataram prevalência de zumbido entre 5% e 43%. No entanto, não existe um critério padrão para o diagnóstico do zumbido, a heterogeneidade da doença em termos de gravidade e impacto é substancial. Embora muitas pessoas possam se habituar ao zumbido, outras são gravemente afetadas pelo distúrbio mesmo após procurar tratamento médico.

O zumbido subjetivo é um sintoma complexo caracterizado como uma percepção sonora sem qualquer estímulo acústico externo ou interno (Jastreboff, 2003), sendo objeto de grande número de estudos, especialmente devido às suas consequências na qualidade de vida do paciente.

O zumbido é considerado um sintoma e não uma doença específica. E pode ter uma ou várias causas. Aparece em qualquer idade é mais frequente na terceira idade. Ocorre em cerca de 28 milhões de indivíduos no Brasil.

Principais causas: infecções no ouvido podem ser causada por bactérias, fungos, vírus, levando a uma alteração na pressão do ouvido por acúmulo de líquidos no orelha média, causando zumbido no ouvido, dor, sensação de plenitude auricular. Essas infecções da orelha média, doenças que bloqueiam o canal auditivo (como uma infecção da orelha externa (otite externa), excesso decera no conduto auditivo, ou corpos estranhos, problemas com a trompa de Eustáquio (que conecta a orelha média à parte posterior do nariz) devido a alergias ou outras causas de obstrução.

Otosclerose (crescimento anormal dos ossículos, no tecido da orelha media, o que afeta a capacidade da audição provocando perda auditiva). Exposição a sons altos ou explosões (trauma acústico). Envelhecimento (presbiacusia). Certos medicamentos que lesionam o ouvido (medicamentos ototóxicos). Doença de Ménière, Disfunções Temporomandibulares.

Outras causas geralmente envolvem ruídos dos vasos sanguíneos próximos ao ouvido. Nesses casos, o som vem com cada batida do pulso (pulsátil). Causas incluem fluxo turbulento através da artéria carótida ou da veia jugular. O ruído mais comum é o som do fluxo sanguíneo rápido ou turbulento nos vasos principais do pescoço. Este fluxo sanguíneo pode ocorrer por causa de uma contagem reduzida de hemácias (anemia) ou por um bloqueio das artérias (aterosclerose) e pode piorar

nas pessoas com hipertensão arterial mal controlada (hipertensão). Alguns tumores pequenos da orelha média, chamados de paragangliomas, são ricos em vasos sanguíneos. Embora os tumores sejam pequenos, eles estão muito próximos das estruturas que captam o som no ouvido e o fluxo sanguíneo através deles pode, por vezes, ser ouvido (apenas em um ouvido). Às vezes, se desenvolvem vasos sanguíneos deformados que envolvem conexões anômalas entre artérias e veias (deformações arteriovenosas) na membrana que recobre o cérebro (a dura-máter). Se essas deformações ficarem próximas ao ouvido, a pessoa, às vezes, consegue ouvir o sangue correndo através delas.

Fatores não-auditivos e referentes ao estilo de vida também pode ser causas de zumbido como as doenças como artrites, depressão, ansiedade, insônia, estresse e fadiga muscular. Os espasmos dos músculos do palato ou dos pequenos músculos da orelha média produzem sons de estalos. Esses sons não acompanham o ritmo do pulso. Os ditos espasmos geralmente não têm uma causa conhecida, mas podem ser devidos a tumores, lesões cranianas ou doenças que afetam a bainha dos nervos (por exemplo, esclerose múltipla).

As doenças sistêmicas são aquelas que acometem todo o corpo e não apenas o ouvido como diabetes. Doenças cardiovasculares estão a hipertensão arterial e a insuficiência cardíaca. Essas doenças podem diminuir o aporte sanguíneo para as estruturas do ouvido, fazendo com que elas funcionem mal. O zumbido surge como um sintoma de alerta de que a perfusão sanguínea não está adequada para o ouvido.

Estresse contínuo pode causar o zumbido no ouvido por um mecanismo que chamamos de multifatorial, quando estão envolvidas várias alterações que levam ao sintoma. Nesse caso perceber o gatilho para o zumbido é fácil, devendo ele estar associado a picos de ansiedade ou irritação. Tonturas também podem estar associadas. Atualmente a Síndrome pós-COVID-19 Longa considerada um fator causal de zumbido, após a manifestação da doença ou quando os sintomas não estão mais presentes, mas o zumbido permanece por um longo período.

A perda auditiva, zumbido e vertigem são manifestações relatadas por pacientes com síndrome pós-Covid. Estudos mostram que as células ciliadas externas da cóclea sofrem alterações deletérias devido à infecção por COVID-19, que são importantes na transmissão do som. Devido à comunicação entre a orelha interna e a cavidade nasal através da trompa de Eustáquio e a característica neuro trópica do coronavírus, pode-se dizer que o vírus possui mecanismos e meios favoráveis à infecção do ouvido.

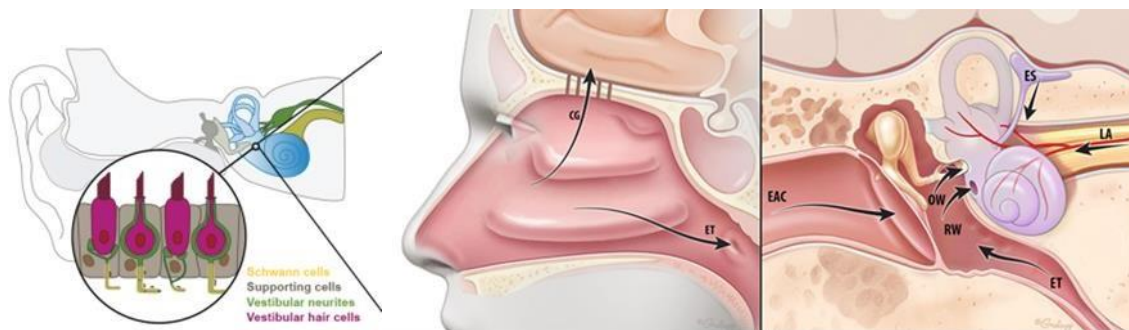
Dependendo do local comprometido durante a infecção, funções como equilíbrio e audição podem ser afetadas. Jeong et al (2021), demonstram que o tecido da orelha interna co-expressa os receptores ACE2. Sabendo que o método de entrada celular do coronavírus é através da conexão Spike

com a proteína receptora ACE2. Ao atuar neste local a audição é afetada e pode ocorrer zumbido. Além disso, o equilíbrio (que acontece devido à estrutura labiríntica da orelha interna) também é afetado. Existem duas causas possíveis de vertigem em pacientes pós-COVID-19, que podem estar relacionadas à perda auditiva. O Sars-cov-2 pode causar problemas de microcirculação, afetando o suprimento de sangue para o ouvido interno (labirinto), o que pode levar à perda auditiva. A labirintite pode ser causada por alterações neurológicas, como degeneração axonal focal e perda de células ganglionares vestibulares, o que reforça a neuro inflamação que está na origem desta patologia.

Estudos extensivos indicam que o coronavírus da síndrome respiratória aguda grave (SARS-CoV-2) envolve sistemas sensoriais humanos, podendo causar perda auditiva, zumbido e tontura (Jafari, Kolb e Mohajerani, 2022), persistindo após a recuperação do paciente, descrito como uma das sequelas pós Síndrome Covid-19. Jafari, Kolb e Mohajerani, 2022 reforçam as manifestações otológicas da SARS-CoV-2 como a incidência de zumbido, perda auditiva neurossensorial, otalgia, entre outras. Contudo, apenas a associação com zumbido e perda auditiva foram estatisticamente significativas, sendo notificados 12.247 casos de tinnitus pós-coronavírus.

Os mecanismos presumidos de perda auditiva neurossensorial induzida por vírus incluem: perda de audição, zumbido, vertigens, tonturas, ou desequilíbrios por invasão direta e danos nas estruturas da orelha interna, incluindo o órgão de Corti e o nervo vestibulo-coclear; danos e inflamação imuno-mediadas, incluindo neuro-infamação; e reativação do vírus latente na orelha interna. Embora os coronavírus sejam uma causa comum de infecção do ouvido médio, o seu papel na infecção da orelha interna não tem sido estudado de forma crítica (Jeong et al, 2021).

Esquema 1: demonstra como o vírus SARS-CoV-2 entra na orelha interna, segundo Jeong et al, 2021. Esquematisando órgãos da extremidade vestibular humana da orelha interna incluindo células capilares vestibulares, células de suporte, células de Schwann, e neurônios vestibulares.



Jeong et al, 2021 demonstra os caminhos potenciais para a entrada vírus SARS-CoV-2 na orelha interna, onde as setas indicam potenciais caminhos através do nariz (CG) e foramina olfativa (OF) para a orelha central e sistema nervoso; através do saco endolinfático (ES); através da artéria

labiríntica (LA) para finalmente chegar à estria vasculares; através da janela redonda (RW) e da janela oval (OW), assim atinge as membranas através da trompa de Eustáquio (ET) ou canal auditivoexterno (EAC), ouvido médio e mastoide.

A infecção pelo SARS-CoV-2 pode levar a uma vasta gama de complicações extrapulmonares, sensoriais e neurológicas, tais como disfunções olfativas e/ou gustativas de início súbito e alterações otológicas, sintomas e complicações neurológicas a longo prazo. Demonstrou-se que a neuro invasão pelo SARS-CoV-2 está associado ao mecanismo da enzima conversora de angiotensina 2 (ACE2) como receptor funcional do vírus. Este receptor enzimático encontra-se normalmente nos alvéolos pulmonares do tipo 2, sendo também expresso por muitas células, incluindo células gliais e neurônios, e podem causar envolvimento neurológico através de mecanismos diretos ou indiretos. A suspeita de COVID-19 baseia-se principalmente nos seus sintomas típicos, com manifestações neurológicas precoces, tais como perda auditiva, zumbido e/ou tontura/vertigem, que podem ser mal diagnosticados causando uma maior propagação do vírus. Da mesma forma, a linha temporal do desenvolvimento do vírus desde os sintomas iniciais até às complicações moderadas ou graves, é de aproximadamente cinco dias, sendo este tempo suficientemente longo para o vírus entrar e danificar os nervos e núcleos cranianos do troncocerebral, com extensa investigação sobre manifestações da COVID-19 no olfato, na gustação (Agyeman et al, 2020, Rocke et al, 2020).

Perda auditiva, zumbido e vertigem são manifestações relatadas na síndrome pós-Covid. As células capilares externas cocleares sofrem alterações deletérias devido à infecção por COVID-19, que são importantes na transmissão do som, explicando o zumbido relatado. Devido à comunicação entre a orelha interna e a cavidade nasal através da trompa de Eustáquio e a característica neuro trópica do SARS-CoV-2, com mecanismos e meios favoráveis para a infecção do ouvido. Dependendo do local comprometido durante a infecção, funções como o equilíbrio e a audição podem ser afetadas. Jeong et al (2021) demonstram que o tecido da orelha interna co-expressa os receptores ACE2, o que conecta a entrada celular do SARS-CoV-2 (conexão Spike) com a proteína receptora ACE2. Assim a audição é afetada e o zumbido pode ocorrer. Além disso, o equilíbrio (que acontece devido à estrutura labiríntica da orelha interna) também pode ser afetado. Há duas possíveis causas de vertigem em pacientes pós-COVID-19, relacionadas à perda auditiva, podendo causar problemas de microcirculação, afetando o suprimento de sangue para a orelha interna (labirinto), conduzindo à perda auditiva. A labirintite associa-se às alterações neurológicas, tais como degeneração axonal focal e perda de células ganglionares vestibulares, reforça a neuro inflamação que é a causa desta patologia (Junior AEA et al, 2022)

Assim, o zumbido está em constante estudo, contando sempre com novas abordagens de

tratamento, destaca-se a terapia a laser de baixa potência (LLLT), que se diferencia das outras terapias devido a estimulação dos mecanismos de reparo celular pela proliferação das células da orelha interna, aumento de produção de adenosina trifosfato (ATP), produção de colágeno, assim melhorando o fluxo sanguíneo na orelha interna e ativando as mitocôndrias das células ciliadas, segundo Dehkordi et al., 2015; Lee et al., 2019). Os canais iônicos são fotossensíveis e, ao absorver os fótons, aumentam a concentração de íons cálcio intracelular, com isso os processos estimulam os efeitos anti-inflamatórios, imunomoduladores, analgésicos e reparadores teciduais (Junior AEA et al, 2022).

Os dispositivos a laser concentram o feixe de luz em uma única direção emitindo em comprimento de onda muito específico (Dias et al, 2022). Os dispositivos LLLT são muitas vezes portáteis, sendo que a potência do dispositivo varia de 5 mW a 200 mW (Thabit et al, 2015) e o comprimento de onda varia de 600 a 850 nm, sendo suficiente para apresentar resultados positivos no tratamento do zumbido (Lee et al, 2019).

A Fotobiomodulação é eficaz e proporciona a modulação dos processos inflamatórios locais, bem como melhora da vascularização tecidual (angiogênese) e oxigenação. Dessa forma a Fotobiomodulação pode promover a homeostase metabólica necessária para a restauração da função, devido à natureza inflamatória da COVID-19 e aos efeitos anti-inflamatórios e antioxidante já comprovados na literatura, tornando esta modalidade terapêutica promissora, especialmente nas sequelas relacionadas à COVID, incluindo zumbido.

Segundo LIZARELLI et al., 2021, atualmente a Fotobiomodulação sistêmica vascular pode ter abordagens transcutânea e trans mucosa estimulando a região a nível sistêmico. Esta terapêutica utiliza a irradiação do tecido usando luz vermelha (R) ou infravermelha (NIR) (600-1.100 nm) de lasers de baixa potência ou diodos emissores de luz para modular a função celular na reparação e cicatrização de tecidos. O fotorreceptor citocromo C oxidase na mitocôndria absorve fótons, o que faz com que o óxido nítrico (NO) inibitório se dissocie da enzima, resultando em um aumento no transporte de elétrons, potencial de membrana mitocondrial, síntese de trifosfato de adenosina (ATP) e espécies reativas de oxigênio (ROS). Com este aumento de ROS é ativada diferentes vias de sinalização, como monofosfato de adenosina cíclico, NO e Ca²⁺, conduzindo à ativação de fatores de transcrição e aumento da expressão gênica relacionada à síntese proteica, migração e proliferação celular, sinalização anti-inflamatória, proteínas antiapoptóticas, enzimas antioxidantes. O NO também pode interagir com intermediários reativos de oxigênio e nitrogênio para gerar uma variedade de espécies moleculares antimicrobianas, incluindo COVID-19, que podem interromper a replicação do RNA.(17).

Além disso, o NO aumenta o fluxo sanguíneo para os tecidos, resultando em um aumento de

oxigênio, o que facilita a entrega de células imunes ativadas para a região inflamada (18). O PBM contém propriedades antivirais e anti-inflamatórias que podem ser uma alternativa tratamento para pacientes infectados com COVID-19 com sistema imunológico comprometido (18), além de ser eficaz no tratamento de diferentes sequelas relacionadas à COVID-19(19), promovendo a homeostase metabólica necessária para a restauração da função.

Um dos recursos terapêuticos utilizado Terapia Trans craniana via intranasal (iN-PBMT) sendo uma via que fornece irradiação eficaz ao cérebro, especialmente nas estruturas límbicas e áreas pré-frontais, sendo uma modalidade terapêutica eficaz para distúrbios do sistema nervoso central (SNC). Por meio de vários estudos, está comprovado que o iN-PBMT pode melhorar o fluxosanguíneo cerebral, a atividade metabólica, a neuro gênese e a neuro proteção por via antioxidante e anti-inflamatória. Assim, a administração nasal pode ser uma opção eficaz, eficiente e não invasiva para a entrega de materiais terapêuticos ao SNC. Vários dispositivos intranasais portáteis para iN- PBMT através da abordagem narina comercialmente disponíveis, melhorando a oxigenação e conduzindo ao aumento dos níveis de trifosfato de adenosina em vários tecidos, incluindo o cérebro (DIAS et al, 2022 e HANSON e FREY, 2008; HAMBLIN, 2017).

Terapias combinadas sinérgicas podem contribuir para recuperação ou modulação do zumbido e sintomas associados nas sequelas deixadas pelo Coronavírus. Um dos recursos atualmente utilizados pelos profissionais na área da saúde é a Fotobiomodulação , um recurso não invasivo que consiste na irradiação de uma fonte de luz com comprimento de onda específico, vermelho e/ou infravermelho, visando a bioestimulação, biomodulação dos processos inflamatórios deixados pelo Coronavírus. Dessa forma a Fotobiomodulação nos últimos anos conquistou um espaço considerável dentro da prática Fonoaudiológica, permitindo inovação na realização de tratamentos, associado ao tratamento convencional aos procedimentos realizados pelos Fonoaudiólogos.

O impacto da pandemia do coronavírus em todo o mundo e a existência de sintomas que persistem mesmo após a cura da doença. Trago nesse capítulo alguns dos protocolos de atendimento utilizando com a Fotobiomodulação para o tratamento de sintomas pós-COVID. Portanto, pretendo propor uma intervenção que proporcione recuperação ou diminuição mais rápida e eficiente do Zumbido nos indivíduos acometidos pelo coronavírus.

Protocolo aplicado consiste na modulação do processo inflamatório provocado pelo Coronavírus

1-Terapia Trans craniana por via intranasal

2- Terapia Sistêmica Vascular Transcutânea.

- 1- Para entregar a luz do laser no cérebro PBMT, várias abordagens foram propostas: abordagens trans craniana, intranasal, intraaural e intraoral . Entre essas abordagens, o PBMT intranasal (iN-PBMT) pode superar as limitações do PBMT para fornecer irradiação eficaz para o cérebro, especialmente nas estruturas límbicas e áreas pré- frontais.

A irradiação de luz através da cavidade nasal (método intranasal), sendo que a fonte de luz está localizada dentro da narina na parte posterior do nariz e devido a uma espessura mais fina da etmoidal, pode irradiar diretamente estruturas subcorticais (hipotálamo, tálamo, amígdala, hipocampo) e corticais (córtex orbito frontal) do sistema límbico no cérebro. A fim de alcançar uma fluência adequada no sistema nervoso central.

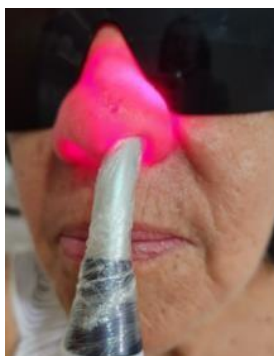
Como os tecidos neurais contêm grandes quantidades de CCO mitocondrial, a aplicação de luz vermelha nas luzes NIR (600-850nm) para terapia de PBM cerebral é altamente atraente. Nos últimos anos, a irradiação vem crescendo rapidamente e seus diferentes mecanismos de ação, incluindo estimulação de canais iônicos e moléculas de água, sugerem que ela pode até ser combinada com vermelho/NIR. Melhorar a função metabólica cerebral, estimular a neuro gênese e a sinaptogênese, regular os neurotransmissores e fornecer neuro proteção via sinalização biológica anti-inflamatória e antioxidante são os efeitos mais importantes da terapia com PBM cerebral. Os resultados gerais de extensos estudos pré-clínicos e clínicos no campo PBM cerebral sugerem que níveis modestos de luz vermelha e NIR mostram efeitos bioestimulatórios sem nenhum dano térmico e podem melhorar os déficits neurocomportamentais associados a muitos distúrbios cerebrais.

Sugestão de protocolo aplicado no método intranasal

Aparelho utilizado potência de 100mw

Comprimento de onda infravermelho (808nm)

Dosimetria 30j ou 30s (05 minutos modo ILIB)em cada narina.



Fonte arquivo pessoal

Equipamento Laser DUO marca MMOptics

2- Terapia Sistêmica Vascular Transcutânea (ILIB)

O uso da terapia de Fotobiomodulação sistêmica por meio do laser de baixa intensidade, tem se mostrado benéfica e promissora como abordagem ao COVID-19, estudos anteriores mostram sua eficácia, principalmente na redução dos níveis de inflamação, o que pode favorecer o tratamento da doença. Ensaio clínico e estudos com maior amostra populacional são necessários para confirmar essa abordagem, tanto em termos de prevenção quanto de assistência ao tratamento.

Alguns estudos, mostraram que foto hemodinâmica ou ILIB modificada (Intravascular Laser Irradiation of Blood) poderá beneficiar de forma preventiva ou curativas de diversas patologias.

Técnica ILIB consiste na aplicação contínua e direta de laser terapêutico vermelho na região da artéria radial, com a finalidade de combater os radicais livres de oxigênio, podendo ser utilizada no tratamento de várias afecções provocadas pelo coronavírus dentre outras: doenças do sistema respiratório; diabetes e suas complicações; doenças inflamatórias; doenças cardiovasculares; doenças do sistema vascular periférico e cicatrização em geral.

A terapia por meio do ILIB, utiliza a luz não ionizante, para estimular a região a nível sistêmico por meio da aplicação na artéria radial; seu uso estimula a microcirculação, que é resultado de um aumento na produção de trifosfato de adenosina (ATP), óxido nítrico (NO) e reativas espécies de oxigênio (ROS). Estimula o sistema imunológico e a reparação tecidual. A técnica não é considerada invasiva, trazendo conforto ao paciente devido às propriedades anti-inflamatórias, analgésicas e cicatrizantes.

Sugestão de protocolo aplicado na artéria radial

Aparelho utilizado potência de 100mw

Comprimento de onda vermelho (660nm)

Dosimetria 180j (30 minutos modo ILIB).



Fonte arquivo pessoal

Aparelho utilizado Laser DUO marca MMOptics

REFERÊNCIA:

- 1- Jastreboff PJ, Jastreboff MM. Tinnitus retraining therapy for patients with tinnitus and decreased sound tolerance. *Otolaryngol Clin North Am.* 2003 Apr;36(2):321-36.
- 2- Jeong M, Ocwieja KE, Han D, Wackym PA, Zhang Y, Brown A, Moncada C, Vambutas A, Kanne T, Crain R, Siegel N, Leger V, Santos F, Welling DB, Gehrke L, Stankovic KM. Direct SARS-CoV-2 infection of the human inner ear may underlie COVID-19-associated audiovestibular dysfunction. *Commun Med (Lond).* 2021;1(1):44.
- 3- Jafari Z, Kolb BE, Mohajerani MH. Hearing Loss, Tinnitus, and Dizziness in COVID-19: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Can J Neurol Sci.* 2022 Mar;49(2):184-195.
- 4- Dias LD, Blanco KC, Faria CMG, Dozza C, Zanchin EM, Paolillo FR, Zampieri K, Laurenti KC, Souza KJA, Bruno JSA, Sene-Fiorese M, Pinto MCC, Tamae PE, Bello LT, Lizarelli RFZ, Panhoca VH, Júnior AEA and Bagnato VS. - Perspectives on photobiomodulation and combined light-based therapies for rehabilitation of patients after COVID-19 recovery *Laser Physics Letters* 19(4), 2022.
- 5- Junior AEA, Rodrigues TZ, Garcia V, Simão G, Carbinatto FM, et al. (2022) Conjugated and Synergistic Therapies in the treatment of COVID-19 Dysfunction - Pain, Weakness, Parestheria, Respiratory Condition, Memory, Olfactory and Taste: Case Series. *J Nov Physiother* 12: 545
- 6- CORREIA, PRB et al. Photobiomodulation in speech-language-hearing therapy: a profile of professional practice and the level of information of Brazilian speech-language-hearing therapists. *Revista CEFAC.* 2021, v. 23, n.3. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1982-0216/202123312920>.
- 7- Salehpour F, Mahmoudi J, Kamari F, Sadigh-Eteghad S, Rasta SH, Hamblin MR. Brain Photobiomodulation Therapy: a Narrative Review. *Mol Neurobiol.* 2018 Aug;55(8):6601-6636. doi: 10.1007/s12035-017-0852-4. Epub 2018 Jan 11. PMID: 29327206; PMCID: PMC6041198.
- 8- YOO, Shin Hyuk. Terapia de fotobiomodulação intranasal para condições cerebrais: uma revisão. *Lasers Médicos; Engenharia, Pesquisa Básica e Aplicação Clínica*, v. 10, n. 3, p. 132-137, 2021.
- 9- DOMINGOS, O. R. de S. .; FONTES, A. R. de S.; OLIVEIRA, C. E. R. de; CAETANO, C. E. P. .; SILVA, R. A. C. da .; OLIVEIRA, A. de C. C. de. Tratamento pós-COVID com laserterapia - ILIB. *Revista Remecs - Revista Multidisciplinar de Estudos Científicos em Saúde*, [S. l.], p. 64, 2022. Disponível em: <http://revistaremeccs.com.br/index.php/remecs/article/view/874>.

CAPÍTULO 13 - EFLÚVIO TELÓGENO CAUSADO PELA SÍNDROME DO PÓS-COVID E A FOTOBIMODULAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE TRATAMENTO

Alessandra Keiko Lima Fujita

Patricia Kaori Shiraishi

EFLÚVIO TELÓGENO CAUSADO PELA SÍNDROME DO PÓS-COVID E A FOTOBIMODULAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE TRATAMENTO

Alessandra Keiko Lima Fujita

Patricia Kaori Shiraishi

O eflúvio telógeno (ET) é uma das formas de alopecia não cicatriciais caracterizada por queda de cabelo difusa, muitas vezes aguda, e podendo se tornar de forma crônica. O eflúvio telógeno e a queda excessiva de cabelo em repouso ou fase telógena após algum estresse metabólico, alterações hormonais ou medicações. Os eventos desencadeantes comuns são doença febril aguda; infecção grave; cirurgia de grande porte; trauma grave; alterações hormonais pós-parto, particularmente diminuição do estrogênio; hipotireoidismo; interrupção da medicação contendo estrogênio; dieta radical; baixa ingestão de proteínas; ingestão de metais pesados; e deficiência de ferro. Muitos medicamentos têm sido associados ao eflúvio telógeno, mas os mais comuns são betabloqueadores, resinoídes (incluindo excesso de vitamina A), anticoagulantes, propiltiouracil, carbamazepina e imunizações [1].

O folículo piloso (FP) tem um ciclo de vida de três fases, em que consiste em uma fase de crescimento (anágena), uma fase involutiva (catágena) e uma fase de repouso (telógena). O FP geralmente desenvolve cabelos anágenos que podem durar cerca de dois a cinco anos, e 90% dos cabelos do couro cabeludo estão nessa fase. A fase catágena é uma fase mais curta, durando de três a seis semanas, sendo que durante essa fase os FP passam por um processo de morte celular programada (apoptose). E, a fase telógena dura cerca de três a cinco meses, e 10% dos cabelos estão nessa fase. Assim, um novo folículo piloso anágeno começa a crescer sob o cabelo telógeno em repouso e o empurra para fora. Se houver algum tipo de estresse no corpo, pode fazer com que 70% do cabelo anágeno precipite para a fase telógena, causando queda excessiva de cabelo [2].

O eflúvio telógeno causado pós a infecção com SARS-CoV-2 pode ser explicado pela resposta fisiológica dos folículos ao estresse da infecção. Os efeitos pro-inflamatório na vascularização que induz a liberação de citocinas levam prematuramente os FP para o estado catágeno e depois para o telógeno. Geralmente, o eflúvio telógeno inicia 3 a 4 meses após a infecção, porém, a infecção com SARS-CoV-2 existem estudos demonstrando que o ET inicia com menos de 4 semanas após a infecção e, às vezes, durante a infecção [3]. Com isso, suspeita-se que o SARS-CoV-2 pode causar danos direto na fisiologia capilar.

Um estudo realizado por Mazeto et al (2022), investigou a presença de SARS-Cov-2 no citoplasma do FP de um paciente com COVID-19 e eflúvio precoce. E por meio de uma biopsia e análise da imagem da bainha radicular externa do folículo em fase anágena foi possível mostrar que no meio capilar existia presença das estruturas virais do SARS-CoV-2. Contudo, a hipótese do estudo sugere que o acúmulo de mitocôndrias danificadas nas células foliculares infectadas, podem ocorrer a liberação de espécies reativas de oxigênio no citoplasma, o que explica as alterações que podem provocar a queda precoce do cabelo.

A fotobiomodulação (FBM) é um procedimento terapêutico, baseado na aplicação de luzes, Lasers ou LEDs, no tecido alvo que tem a capacidade de induzir alterações bioenergéticas a nível celular, provocando efeitos fotoquímicos, fotofísicos e fotobiológicos. A luz é absorvida por moléculas fotorreceptoras (cromóforos), e essa interação é capaz de biomodular respostas celulares, aumentando a produção de energia (ATP), controlando a inflamação e equilibrando o meio biológico.

O estudo para o entendimento do mecanismo da fotobiomodulação no sistema capilar vem se expandido, e sugere que os folículos pilosos na fase anágena é aumentada, assim mantendo mais tempo o crescimento dos cabelos. E acredita-se que isso é devido a capacidade da FBM estimular mitocôndrias das células troncos localizado na raiz do folículo, que levam a produção de ATP e óxido nítrico (ON), bem como a modulação das espécies reativas de oxigênio (EROs). E conseqüentemente, respostas celulares como proliferação, migração e inflamação são reguladas, assim, regenerando os folículos pilosos [5-8].

1. RELATO DE CASO

A seguir irei relatar um caso que foi tratado no K Quadrado – Espaço de Beleza e Terapias Integrativas (São Carlos, SP). Sexo masculino, idade 47 anos, diabetes tipo 2 (controlado), há 15 anos foi diagnosticado com dermatite atópica no couro cabeludo e tratando com medicamentos. Em meados do primeiro semestre de 2021 contraiu COVID-19 e esteve internado por oito dias, e medicado com corticosteroide. Após o término dos medicamentos corticosteroide, iniciou a queda decabelo (eflúvio telógeno) e a dermatite atópica estava descontrolada e agravada (Figura 1-A).

Na análise realizada com o equipamento microscópico digital (Dino-Lite, São Paulo-SP), em toda a pele do couro cabeludo foi observado inflamação e descamação (Figura 1-C). Após as análises macroscópicas e microscópicas foi definido o protocolo para diminuição da inflamação e da descamação.

Figura 1. Eflúvio telógeno e dermatite atópica agravada após contrair COVID-19. A. Imagem macroscópica digital da dermatite atópica no couro cabeludo antes do tratamento. B. Imagem macroscópica digital da dermatite atópica no couro cabeludo logo após o tratamento. C. Imagem microscópica digital da dermatite atópica no couro cabeludo antes do tratamento. D. Imagem microscópica digital da dermatite atópica no couro cabeludo logo após o tratamento.



Fonte: Imagens cedido do arquivo pessoal das autoras.

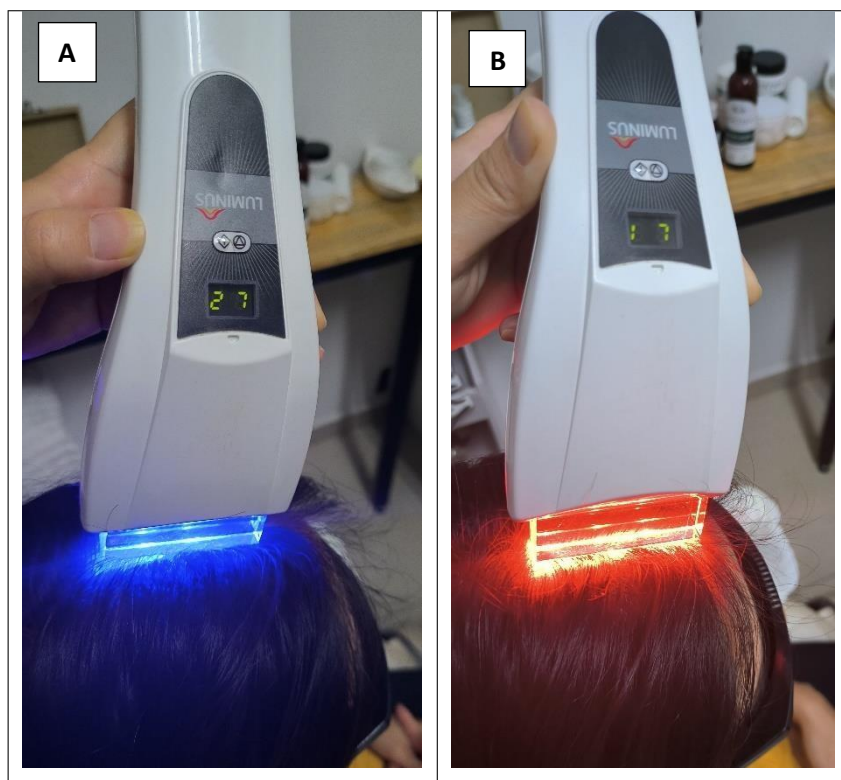
Foi realizado a aplicação de um blend de óleos (óleo vegetal de abacate, óleo essencial de lavanda, melaleuca, cipreste e capim limão) entregando as propriedades terapêuticas de cada óleos e contribuindo para amolecer as peles mortas. Após o tempo de pausa de 10 minutos, foi realizado

higienização e desobstrução do sistema capilar com o shampoo Fine Herbal e aplicado um bálsamo de ação calmante e antioxidante (Fito Capillus – Grandha, Taboão da Serra/SP) para soltar a camada de pele morta que origina a descamação e a coceira.

Finalizando as etapas com ativos cosmeceuticos, foi realizado a aplicação da fotobiomodulação com a equipamento LUMINUS (MMOPTICS – São Carlos/SP), e a aplicação foi realizada usando a luz na região do azul (450 nm, 6 J/cm², 1 min.), e a luz na região do vermelho (660 nm, 12 J/cm², 2 min.) pontualmente.

Ao finalizar o protocolo realizamos as análises macroscópicas e microscópicas digitais (Figura 1-B e 1-D), e obtemos resultados bem positivos em relação ao controle da inflamação e descamação, e durante a semana após o tratamento foi relatado uma diminuição na queda do cabelo. Foi realizado mais 3 sessões, no entanto em uma única sessão já foi possível notar grande melhora em todo o sistema capilar.

Figura 2. Imagem do equipamento LUMINUS (MMOPTICS - São Carlos/SP) sendo aplicado no tratamento das disfunções do couro cabeludo. A. Imagem da aplicação com a luz na região do azul (comprimento de onda 450 nm); e B. Imagem da aplicação com a luz na região do vermelho (comprimento de onda 660 nm).



REFERÊNCIAS

- 1- Hughes EC and Saleh D. Telogen effluvium. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.
- 2- Asghar F, Shamim N, Farooque U, et al. Telogen Effluvium: A Review of the Literature. *Cureus* 2020; 12(5): e8320. DOI 10.7759/cureus.8320
- 3- Sattur SS and Sattur IS. COVID-19 infection: impact on hair. *Indian J Plast Surg.* 2021; 54(4): 521-526.
- 4- Mazeto IFSC, Brommonschenkel CC, Miola AC, Ramos PM, Santos DC, Miot HA. Ultrstructural evidence for anagen hair follicle infection with SARS-COV-2 in early-onset COVID-19 effluvium. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2022. DOI: 10.1111/jdv.18342.
- 5- Hamblim MR. Photobiomodulation for the management of alopecia: mechanisms of action, patient selection and perspectives. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology* 2019, 12, 669–678.
- 6- Avci P et al. Low-level laser (light) therapy for treatment of hair loss. *Lasers Surg Med,* 2014, 46(2), 144-151.
- 7- Carrasco E. et al. Photoactivation of ROS production in situ transiently activates cell proliferation in mouse skin and in the hair follicle stem cell niche promoting hair growth and wound healing. *J Invest Dermatol.* 2015; 135(11): 2611-2622. DOI: 10.1038/jd.2015.248.
- 8- Guo Y, Qu Q, Chen J, Miao Y, Hu Zhiqi. Proposed mechanisms of low-level light therapy in the treatment of androgenetic alopecia. *Laser in Medical Science* 2021; 36:703-713. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10103-020-03159-z>.