



LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO REFERENTE A UTILIZAÇÃO DE TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA NA VISUALIZAÇÃO DE ADIPÓCITOS LOCALIZADOS NA REGIÃO ABDOMINAL E FEMORAL APÓS APLICAÇÃO PERCUTÂNEA DE CO₂.

Amanda Rossi Caetano¹, Veronica Cristina Gomes Soares², Ingrid Tardit da Silva^{3,A}

¹Discente da Universidade Paulista – UNIP, Campus Jundiaí-SP, Brasil.

²Docente da Universidade Paulista – UNIP, Campus Jundiaí-SP, Brasil.

³Docente Instituto Ingrid Tardit Saúde Integrativa Ltda – FACOP, Brasil.

RESUMO

Introdução. A carboxiterapia se destaca por ser uma técnica de fácil manipulação e pela diversidade de tratamentos estéticos devido seu estímulo circulatório e epitelial. **Objetivo.** Avaliar através de revisão bibliográfica como as imagens registradas a partir do aparelho de termógrafo podem auxiliar na visualização do procedimento estético utilizando carboxiterapia para o tratamento de celulite e gordura localizada. **Materiais e Métodos.** Foram utilizados ao todo 20 trabalhos de pesquisa extraídos do banco de dados BVS - que compõem as seguintes bases de dados: Scientific Eletronic Library (SCIELO), Medline, PubMed e Literatura Latino-Americana e do Caribe (LILACS) a partir de métodos comparativos e de análise para chegar ao objetivo proposto. Inicialmente o projeto tomava a forma de pesquisa experimental, porém considerando as adversidades da pesquisa e algumas limitações, foi considerado que a revisão de literatura é uma escolha ideal para o tema proposto. **Resultados e Discussão.** Baseando-se 20 revisões bibliográficas, foi possível observar que o estudo relacionando a carboxiterapia e termografia são assuntos escassos na íntegra por serem inéditos, porém foi possível comparar estudos clínicos utilizando a termografia infravermelha relacionado a outras evidências como recurso auxiliar. **Conclusão.** A utilização de termógrafo clínico para identificação da eficácia da carboxiterapia é uma alternativa útil por ser um método confiável, não invasivo e seguro.

Palavras-chave: Carboxiterapia, gordura localizada, adiposidade, termógrafo, tratamento.

ABSTRACT

Introduction. Carboxytherapy stands out for being an easy-to-use technique and for the diversity of aesthetic treatments due to its circulatory and epithelial stimulation. **Objective.** To evaluate through a bibliographic review how images recorded by a thermograph device can help in the visualization of the aesthetic procedure using carboxytherapy for the treatment of cellulite and localized fat.

^AAutor correspondente: Ingrid Tardit da Silva – Email: thortardit@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2357-2036>

Materials and Methods. A total of 20 research papers extracted from the BVS database - which comprise the following databases: Scientific Electronic Library (SCIELO), Medline, PubMed and Latin American and Caribbean Literature (LILACS) - were used using comparative and analytical methods to achieve the proposed objective. Initially, the project took the form of experimental research, but considering the adversities of the research and some limitations, it was considered that the literature review is an ideal choice for the proposed theme. Results and Discussion. Based on 20 bibliographic reviews, it was possible to observe that studies relating carboxytherapy and thermography are scarce in their entirety because they are unpublished, but it was possible to compare clinical studies using infrared thermography in relation to other evidence as an auxiliary resource. Conclusion. The use of a clinical thermograph to identify the effectiveness of carboxytherapy is a useful alternative because it is a reliable, non-invasive, and safe method.

Keywords: Carboxytherapy, localized fat, adiposity, thermograph, treatment.

INTRODUÇÃO

Já há muito mencionada a pandemia da Covid-19 que ganhou amplitude e notoriedade nos últimos anos, revolucionou e incentivou pesquisas científicas e avanços tecnológicos em diversas áreas do conhecimento e o mercado da medicina estética não deixou de acompanhar à passos largos e atrair cada vez mais pessoas na busca do autocuidado¹.

Alguns pacientes das clínicas de estética buscam diminuir não só os sinais da idade, mas da quarentena em seus rostos, que relatam a aparência cansada e rugas presentes na pele. Eles desejam um efeito 'anti-quarentena' mais do que anti-envelhecimento².

Este cenário de comunicação a distância e os olhares voltados sempre para o "eu" alavancou o movimento conhecido como "efeito Zoom" com o isolamento social e na possibilidade quase nula em ter um convívio mais próximo com colegas e familiares, o mundo pós pandêmico apresenta tecnologias aliadas ao diagnóstico do paciente e sua busca por tratamentos assertivos que sejam explorados com a qualidade esperada².

Tecnologias essas abordadas neste trabalho de conclusão de curso que estão associadas com as alterações bioquímicas e metabólicas a partir da seleção de parâmetros adequados ao tratamento do paciente. A avaliação termográfica concreta é um instrumento de extrema relevância para conduta terapêutica e objeto de estudo para análises dos resultados, auxiliando na redução dos riscos, de intercorrências e possíveis complicações de acordo com a anamnese (histórico familiar, hábitos, disfunção estética, cirurgias eletivas, entre outros aspectos relevantes) de cada paciente, pois cabe ressaltar que a saúde estética da pele é reflexo direto do que está acontecendo intrinsecamente no corpo³.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O tratamento atualmente estético denominado como carboxiterapia teve início na França (década de 30) onde para melhorar os sintomas de pacientes com doenças inflamatórias devido ao aumento da circulação local, os doentes eram submetidos a banhos em águas saturadas de dióxido de carbono⁴.

Posteriormente, ao longo dos anos, foi constatado que a aplicação de injeções subcutâneas de Co2 melhoravam a concentração local de oxigênio pelo efeito Bohr - considerando a afinidade pelo oxigênio dependente do pH do meio⁵, foi constatado também o aumento da circulação periférica em tecidos isquêmicos⁶.

As condições físico-químicas do metabolismo humano quando em perfeita harmonia e equilíbrio dos processos fisiológicos é definido como homeostasia. Os sistemas de controle como o feedback negativo ou retroalimentação negativa auxiliam para que a variação existente do fator orgânico retorne para os níveis normais. Exemplo deste controle é o nível aumentado da concentração de Co2 percebida pelo centro respiratório através do sistema nervoso central que determina a respiração em velocidade mais rápida e profunda, levando ao aumento da concentração de O2 pela inspiração e aumento da expiração de Co2⁷.

Um dos principais produtos do metabolismo celular é o ácido carbônico (H2CO3) encontrado dentro do eritrócito e excretado através dos pulmões sob a forma de gás carbônico (Co2), por este motivo a sistematização de processos orgânicos está diretamente relacionada com o fluxo sanguíneo em capilares baseada na necessidade metabólica e variação da pressão arterial. O fluxo sanguíneo em elevadas concentrações e a consequente vasodilatação devido a diminuição da oferta de oxigênio acarreta no relaxamento do tecido muscular do vaso sanguíneo e a liberação de substâncias vasodilatadoras pelas células epiteliais até os esfíncteres pré-capilares, meta arteríolas e arteríolas, causando dilatação. São elas: adenosina, o dióxido de carbono, os compostos fosfatados de adenosina, a histamina, os íons potássio e os íons hidrogênio⁸.

A reação local de um tecido lesionado após agressão ocorre como resposta inespecífica à inflamação⁹. A histamina liberada após lesão ou inflamação deste tecido vascularizado derivada de mastócitos e basófilos no sangue e consequente aumento da porosidade capilar produzidos, faz com que uma grande quantidade de líquido extravase da circulação para os tecidos, causando edema¹⁰.

O hidrogênio liberado a partir da dissociação de íons do ácido carbônico que é levada para dentro do eritrócito, se liga na hemoglobina formando hemoglobina reduzida e oxigênio,

aumentando assim a afinidade com a molécula de O₂, levando à condução de gás carbônico aos capilares periféricos e desassociação nos capilares pulmonares¹⁰.

Os métodos complementares utilizados na avaliação de inflamação local carecem de maior precisão, desta forma, o termógrafo objeto de estudo relevante para o projeto, são imagens térmicas visuais que representam a radiação infravermelha invisível captada pelos sistemas infravermelhos. Compostos por pixels e cada um deles correspondem a um sensor do detector da câmera¹¹.

Considerando que a indução de Co₂ no tecido epitelial causa inflamação, e admitindo que a inflamação gera calor¹², é possível afirmar que o nível inflamatório pode ser avaliado através da medida de temperatura.

O fator determinante para a temperatura corporal é o equilíbrio entre a produção e perda de calor, pois o funcionamento normal do corpo depende da temperatura corporal relativamente constante considerando que a velocidade das reações químicas e processos enzimáticos variam com a temperatura.

Existem diferentes tipos de propagação e transmissão de calor nos tecidos do corpo humano. A troca de calor, característica das moléculas que estão em movimento e a quantidade de movimentação proporcional à temperatura colidem com substâncias mais frias, ocorrendo a denominada condução. O oposto ocorre na convecção que repele a energia térmica para longe do contato como o que acontece com objetos em contato com o ar e temperaturas diferentes que alteram a gravidade - ar mais quente sobe e o mais frio desce¹³.

A radiação é a transferência de calor por radiação eletromagnética infravermelha sem que haja contato de objetos, ou seja, ocorre a transferência de calor de um corpo para outro devido a diferença de temperatura. O tecido adiposo marrom é considerado uma fonte de calor considerável, visto que essa gordura representa uma alta taxa de metabolismo¹³.

A injeção de gás carbônico medicinal é realizada de forma cutânea e subcutânea. Seu principal objetivo é o estímulo circulatório e epitelial, produção de colágeno e tratamento com gordura localizada pelo estímulo da lipólise, onde ocorre o aumento da pressão e/ou força do gás e consequente rompimento da membrana do adipócito. Tratamento de celulite também pode ser realizado através da aplicação de carboxiterapia que ocasiona a diminuição da trama fibrótica. Sua utilização está presente como recurso terapêutico em feridas abertas, úlceras e decência cirúrgica. Efeito contundente: Aumento da oxigenação pela indução do fluxo sanguíneo através da hipercapnia e aumento da disponibilidade local de oxigênio (O₂) causado pela liberação da hemoglobina relacionada à redução do pH, processo definido como efeito Borh¹⁴. A terapia com Co₂ é segura, de baixo custo, sem toxicidade ou efeitos colaterais¹⁵.

Excesso de gordura localizada pode ser caracterizado como acúmulo demasiado de adipócitos que são células específicas com a função de armazenamento de lipídios na forma de triacilglicerol sem comprometer a estrutura e integridade funcional que ocorre por intermédio da enzima lipase lipoproteica que

dificulta a captação dos triglicerídeos pelo adipócito. O conjunto de tecido adiposo é composto por tecido conjuntivo, tecido nervoso, células do estroma vascular, nódulos linfáticos, células imunes, fibroblastos e pré-adipócitos¹³.

O tecido adiposo marrom, mencionado anteriormente, é um importante termorregulador, conforme pesquisas em ratos citadas no livro Fisiologia Médica, por Ganong. Os ajustes termo regulatórios envolvem respostas locais e respostas reflexas gerais, ou seja, como esse mecanismo é capaz de fazer trocas de calor com o ambiente, espera-se que o mesmo ocorra na superfície da pele, pois quando os vãos sanguíneos cutâneos são resfriados, eles respondem de forma sensível a hormônios liberados, como catecolaminas, fazendo com que as arteríolas e vênulas sofram constrição, direcionando o sangue para fora da pele. O mesmo pode ocorrer em trocas denominadas como trocas contracorrentes, onde as veias profundas correm em proximidade das artérias, o calor é transferido do sangue quente arterial para o sangue frio venoso, mantendo assim o calor nas pontas das extremidades, conservando o calor corporal¹³.

A superabundância de gordura na região abdominal é frequentemente observada em homens pelas doses menores de hormônio estrógeno, denominada como biótipo androide, diferente do biótipo ginóide que é o acúmulo de gordura na região das coxas e quadris com maior prevalência em mulheres pela maior produção de hormônios progesterona e estrógeno¹³.

Foi a partir da RESOLUÇÃO CNE/CES Nº. 2, de 19/02/02¹⁶ que instituiu as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Biomedicina, portanto, o profissional biomédico com a graduação específica na área de saúde estética, poderá exercer esta atividade respeitando áreas afins e procedimentos invasivos não-cirúrgicos na área de estética que são também de competência dos profissionais da área de saúde, dentre eles estando inserido o biomédico. A prática da técnica de carboxiterapia com base nas alterações termográficas que antecedem o procedimento, garante um planejamento estratégico de tratamento e obtenção de resultados significativos com fundamentações científicas.

De acordo com a pesquisa realizada em 2014, que contou com um grupo de 16 especialistas em práticas estéticas, pode-se afirmar que os responsáveis pela manipulação de injetáveis devem buscar a seleção adequada de produtos e praticar as técnicas adequadas para minimizar as reações adversas¹⁷. O Brasil sendo um dos países com maior demanda por técnicas não cirúrgicas injetáveis e rejuvenescimento facial na busca de um melhor bem-estar pessoal, a atuação do Biomédico Esteta na promoção da saúde e restabelecimento da autoestima dos pacientes por meio de procedimentos estéticos é de grande importância.

OBJETIVOS

Objetivos Gerais

O presente estudo teve como objetivo avaliar através de revisão bibliográfica, como as imagens registradas a partir do aparelho de termógrafo podem auxiliar na visualização do

procedimento estético utilizando carboxiterapia para o tratamento de celulite e gordura localizada.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo de revisão integrativa da literatura de abordagem qualitativa se fundamenta na competência de sintetizar o conhecimento científico através de análises do conhecimento exposto por outros autores em relação ao tema apresentado. A revisão cumpriu criteriosamente as seguintes etapas: formulação da questão norteadora; seleção dos estudos tendo como base a temática abordada, o ano de publicação e idioma; seleção dos estudos por seus títulos e resumos, seleção pelo texto na íntegra; e posteriormente, extração dos dados dos estudos incluídos; avaliação e interpretação dos resultados e por fim, apresentação da revisão do conhecimento produzido.

Essa abordagem metodológica apresenta valores e ideais diferentes entre si e não anulam a perspectiva uma da outra, mas diferentes percepções agregam valor para uma pesquisa aplicada e subjetiva sobre o fenômeno estudado. Análises qualitativas buscam aprofundar os dados obtidos com diferentes fontes de evidências, desta forma, a tendência é diminuir a confirmação do pesquisador nos pressupostos sobre o tema investigado¹⁸.

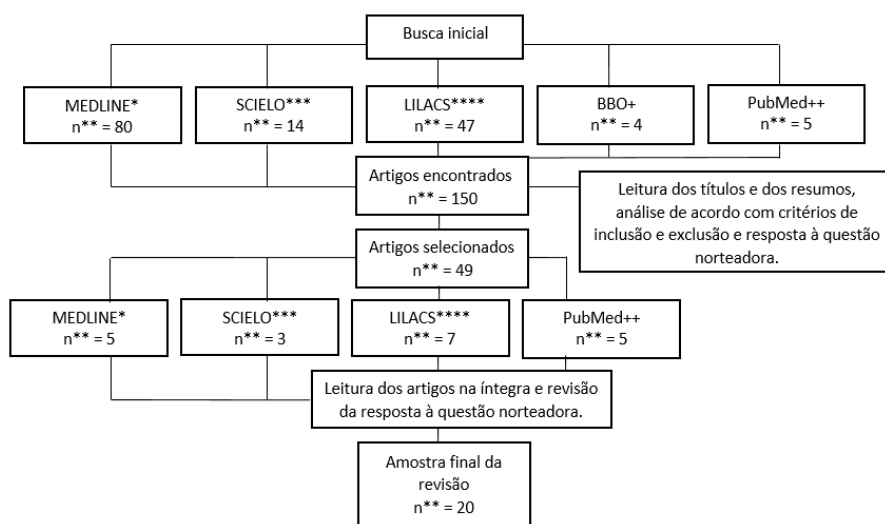
O referente estudo foi produzido através da coleta de artigos bibliográficos em bases de dados acadêmicos para atingir aos objetivos propostos. A busca contou com textos completos disponíveis na Biblioteca Virtual de Saúde (BVS) que compõem as seguintes bases de dados: Scientific Electronic Library (SCIELO), Medline, PubMed, Literatura Latino-Americana e do Caribe

(LILACS), entre outras. Os temas e levantamentos referenciados foram elaborados e analisados de forma sucinta, confrontando os intelectos e fazendo comparação dos estudos. Foram aplicados os seguintes descritores: Carboxiterapia, Termografia Clínica e Gordura Localizada.

Foram estabelecidos os seguintes critérios de inclusão: publicações de natureza quantitativa e qualitativa, nos idiomas português e/ou inglês, no período de 2010 a 2023, que pudessem responder à seguinte questão norteadora: Como é possível avaliar as alterações das imagens registradas a partir do aparelho de termógrafo no procedimento de carboxiterapia para o tratamento de celulite e gordura localizada? A escolha pelo recorte temporal justifica-se em razão do anseio de analisar as produções de forma que o alcance da investigação fosse o mais abrangente possível. Foram considerados critérios de exclusão os documentos de natureza editorial (cartas, comentários, notas breves) e relatos de experiências.

Ao final, foram selecionadas 49 publicações para leitura na íntegra visando garantir maior confiabilidade e validação do material selecionado a ser analisado nesta revisão. Nesse processo de seleção, foram refinados os textos que realmente respondiam à questão de interesse, que possuíam adequação metodológica e com discussão consistente da temática proposta. Após a leitura, as publicações que apresentaram alguma discordância de sua aceitação para compor a amostra final foram novamente analisadas, sendo excluídas ou não. Cessada a etapa de pré-seleção e seleção do material, permaneceram 20 publicações, que contemplam a amostra final que compõe esta revisão (Figura 1).

Figura 1 - Identificação, seleção e inclusão das publicações que compuseram a revisão integrativa.



Fonte: Autores, 2023.

*MEDLINE – Medical Literature Analysis and Retrieval System Online; ***SciELO – Scientific Electronic Library Online; ****LILACS – Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde; +BBO – Bibliografia Brasileira de Odontologia; ++ PubMed – National Library of Medicine (NLM); || **n – Número.

Finalizando a trajetória metodológica, as publicações foram analisadas exaustivamente, interpretadas e sintetizadas em um quadro sinóptico que pode ser conferido no próximo capítulo (Tabela 1), com a descrição das características do título, ano, objetivos e tipo de estudo/nível de evidência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os pesquisadores consideraram que a escassez de artigos científicos disponíveis na íntegra, a baixa quantidade de participantes da pesquisa anteriormente experimental e a qualidade inferior do aparelho termógrafo adquirido, referiam-se a dados insuficientes para que fossem alcançados resultados satisfatórios, desta forma, a iniciativa dos pesquisadores em escolher um aparelho termógrafo de qualidade que evidencie a eficácia do tratamento e agregue resultados satisfatórios em pesquisas futuras, optou-se em seguir com a pesquisa no formato qualitativo a fim de apoiar a sociedade acadêmica na composição de material para pesquisa científica sobre o tema em questão.

Considerando a ausência de publicações da carboxiterapia

em equivalência ao uso do termógrafo e que a pesquisa experimental atribuída ao projeto seria a pesquisa piloto para avaliação prática da eficácia de ambas as combinações, cerca de 30% das pesquisas selecionadas refere-se a carboxiterapia e suas aplicações, enquanto 70% do total pesquisado, são sobre as aplicabilidades, resultados, discussões e análises do termógrafo.

Analisadas as informações e dados relevantes das 20 publicações selecionadas, é possível constatar que 57% das pesquisas são dos últimos 4 anos, sendo 2020 – (19%); 2021 – (9,5%); 2022 – (23,8%) e 2023 – (4,7%), o que reflete a contemporaneidade do tema e consideração do ideal de pesquisa para estudos futuros.

No que tange ao idioma de publicação, 50% são em língua inglesa e 50% são publicações extraídas de origem portuguesa.

Para melhor identificação das publicações que compõem esta revisão, construiu-se um quadro síntese com informações pertinentes ao título; ano da publicação; bases de dados e bibliotecas virtuais de referência; classificação quanto ao tipo de estudo e objetivo original da publicação (Tabela 1).

Tabela 1 - Síntese das publicações utilizadas nesta revisão.

| N | Título | Ano | Bases de Dados / Bibliotecas Virtuais | Tipo de Estudo / Nível de Evidência | Objetivo do Estudo |
|----------|--|------------|---|--|---|
| 1 | Adaptação à prótese híbrida de extremidade superior: estudo termográfico de um caso ¹⁹ . | 2010 | LILACS**** Revista Fisioterapia e Pesquisa | Estudo de caso | Verificar, por meio de termografia, a adaptação à prótese híbrida de extremidade superior de um sujeito do sexo masculino. |
| 2 | Análise termográfica da ação do jato de plasma no tratamento de rugas faciais - série de casos clínicos ²⁰ . | 2021 | LILACS**** - Revista de Ciências Médicas e Biológicas | Estudo de caso | Avaliar o padrão de variação térmica do tecido tratado com jato de plasma, através da termografia infravermelha. |
| 3 | Porcentagem de gordura e temperatura dos membros inferiores em ciclistas recreativos durante teste incremental ²¹ . | 2019 | LILACS**** - Revista Brasileira de Ciência e Movimento | Estudo de caso | Avaliar as variações de temperatura das coxas em um teste incremental de ciclismo em ciclistas recreacionais saudáveis com dois diferentes percentuais de gordura. |
| 4 | Comportamento da temperatura da pele no exercício por meio da termografia infravermelha: uma revisão integrativa ²² . | 2021 | LILACS**** - Revista Brasileira de Ciência e Movimento | Revisão de literatura | Realizar uma análise crítica sobre os principais aspectos metodológicos empregados nas pesquisas sobre a resposta da temperatura da pele por termografia infravermelha, bem com seu comportamento durante diferentes formas de exercício, além de descrever as alterações que ocorrem no decorrer do processo de recuperação de até uma hora. |

| | | | | | |
|----|---|------|---|----------------------|--|
| 5 | Intervenção fisioterapêutica na dor e no mapa termográfico de idosas submetidas à cirurgia de câncer de mama ²³ . | 2017 | LILACS**** - Fisioterapia Brasil | Estudo quantitativo | Avaliar os efeitos da fisioterapia na dor e mapa termográfico de idosas submetidas à cirurgia de câncer de mama. |
| 6 | The use of thermography and its control variables: a systematic review ²⁴ . | 2020 | LILACS**** - Rev Bras Med Esporte | Revisão Sistemática | Realizar uma revisão sistemática sobre o uso da termografia como uma avaliação funcional para a identificação e prevenção de lesões musculares e das variáveis de controle utilizadas em sua aplicabilidade. |
| 7 | O uso da camera termográfica no diagnóstico auxiliar do aspecto celulítico ²⁵ . | 2022 | LILACS**** - Revista O Mundo da Saúde | Estudo Observacional | Verificar o uso da termografia como método auxiliar no diagnóstico de possíveis alterações circulatórias na região glútea, sem tratamento medicamentoso com substâncias fotossensíveis ou em uso da isotretinoína, ou ainda em tratamento tópico específico na região de nádegas. |
| 8 | Objective, measurable assessment of the elasticity of the skin around the eyes following the carboxytherapy treatment ²⁶ . | 2022 | MEDLINE* - Original Article | Estudo clínico | Avaliação objetiva, baseada em aparelhos, do efeito da carboxiterapia na pele e elasticidade ao redor dos olhos. |
| 9 | Carboxytherapy with oxygen propulsion treatment of cellulite is more effective in women not affected by periodontal disease ²⁷ . | 2020 | MEDLINE* - JOURNAL OF BIOLOGICAL REGULATORS & HOMEOSTATIC AGENTS | Estudo clínico | Avaliar se a carboxiterapia, enriquecida com propulsão de oxigênio, é uma ferramenta eficiente para o tratamento da celulite, pretendendo ser uma redução da circunferência das diferentes áreas do corpo tratadas. Também é levantado a hipótese de que a celulite e a doença periodontal, compartilhando uma condição inflamatória sistêmica comum, poderiam afetar uma à outra. |
| 10 | Quality survey on efficacy of carboxytherapy for localized lipolysis ²⁸ . | 2016 | MEDLINE* - Jornal de Dermatologia Cosmética Publicado por Wiley Periodicals | Estudo clínico | Avaliar a eficácia da carboxiterapia em locais localizados, comparando com o lado não tratado como controle, nos mesmos indivíduos |
| 11 | The Influence of Carboxytherapy on Scar Reduction ²⁹ . | 2022 | MEDLINE* - Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology | Estudo clínico | Avaliar a eficácia da carboxiterapia em cicatrizes de estrias. |
| 12 | An overview of the role of carboxytherapy in dermatology ³⁰ . | 2022 | MEDLINE* - J Cosmet Dermatol. 2 | Artigo de revisão | Revisar algumas indicações da modalidade Carboxiterapia em dermatologia e dermatologia estética. |

| | | | | | |
|----|---|------|-----------|--|---|
| 13 | Avaliação da mama na lactação por termografia e presença de dor ³¹ . | 2015 | SCIELO*** | Estudo descritivo, experimental, de abordagem quali quantitativa | Identificar evidências científicas das alterações na mama puerperal baseadas no exame clínico, na medição da dor por algometria de pressão e termografia. |
| 14 | Can body mass index influence the skin temperature of adolescents? A preliminary study with the use of infrared thermography ³² . | 2022 | SCIELO*** | Estudo clínico | O objetivo deste estudo foi verificar se a Tsk sofre interferência de diferentes classificações de IMC em adolescentes |
| 15 | Termografia médica infravermelha aplicada à medicina do esporte ³³ . | 2016 | SCIELO*** | Artigo de revisão | Avaliar e comparar os diversos tipos de imagens termográficas aplicadas à medicina do esporte. |
| 16 | Carbon Dioxide Therapy in the Treatment of Cellulite: An Audit of Clinical Practice ³⁴ . | 2010 | PUBMED++ | Estudo clínico | Demonstrar a eficácia da carboxiterapia para tratamento de celulite. |
| 17 | Diagnostic accuracy of infrared thermal imaging for detecting COVID-19 infection in minimally symptomatic patients ³⁵ . | 2020 | PUBMED++ | Estudo Observacional | Avaliar a precisão diagnóstica de imagens térmicas infravermelhas para detecção da infecção por COVID-19. |
| 18 | Prevenção de isquemia hepática normotérmica durante perfusão hepática in situ com três diferentes soluções de preservação: análise experimental através de termografia por radiação infravermelha em tempo real ³⁶ . | 2010 | PUBMED++ | Estudo clínico | Determinar a aplicabilidade da termografia por radiação infravermelha no monitoramento da perfusão hepática in situ com diferentes soluções de preservação |
| 19 | Best Practices for Body Temperature Measurement with Infrared Thermography: External Factors Affecting Accuracy ³⁷ . | 2023 | PUBMED++ | Estudo Observacional | Destacar a importância da calibração precisa e do controle ambiental para leituras confiáveis de temperatura e sugerem faixas adequadas para esses fatores, com o objetivo de aprimorar os documentos padrão atuais e as diretrizes de melhores práticas. |
| 20 | Termografia no infravermelho associado a lógica fuzzy para avaliação do pé de idosos portadores de diabetes mellitus tipo 2 ³⁸ . | 2020 | PUBMED++ | Estudo clínico | Desenvolver um procedimento padronizado para detectar regiões isquêmicas e/ou neuropáticas a partir de imagens termográficas da planta dos pés direito e esquerdo, de forma a auxiliar no diagnóstico e contribuir para o planejamento efetivo do tratamento da DM-II reduzindo a incidência de úlceras nos pés em indivíduos diabéticos. |

Fonte: Autores, 2023

*MEDLINE – Medical Literature Analysis and Retrieval System Online; ***SciELO – Scientific Electronic Library Online; ****LILACS – Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde; +BBO – Bibliografia Brasileira de Odontologia; ++ PubMed – National Library of Medicine (NLM).

O quadro 1 apresenta a distribuição das 20 publicações analisadas ao longo do projeto segundo os critérios de inclusão adotados. Foi observado uma maior concentração de publicações

extraídas nos anos de 2020 e 2022 envolvendo ambos os assuntos de carboxiterapia e termografia infravermelha.

Quadro 1 - Distribuição do número de publicações de carboxiterapia e termografia, segundo os critérios de análise.

| ANO | 2010 | 2015 | 2016 | 2017 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Número de publicações | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 5 | 1 |

Fonte: Autores, 2023.

A carboxiterapia é um tratamento muitas vezes utilizado na medicina estética; sua aplicabilidade envolve diversos tipos de lipodistrofias. A aplicação intradérmica e intercutânea de CO₂ é utilizada para realizar o descolamento da camada epitelial da pele, frequentemente utilizado em situações com imperfeições e aspectos irregulares^{30,34}. Este tratamento é reconhecido para melhorar diversas condições que vão desde a adiposidade localizada, cicatrização de feridas e também celulite²⁸. O efeito vasodilatador e a reorganização do colágeno intradérmico da carboxiterapia apresenta inúmeras vantagens na dermatologia estética.

Os efeitos causados pelo tratamento são observados logo nas fases iniciais, geralmente após duas sessões ou ao longo de 7 a 14 dias. Nota-se melhora na forma dos tonsus e dos parâmetros estéticos da pele em visualizações clínicas.

Distintos estudos marcaram a eficácia da carboxiterapia no manejo de adiposidades localizadas por meio de exames clínicos e histológicos. Constata-se reduções mensuráveis na espessura da gordura subcutânea do abdômen, coxa e joelho³⁰.

A causa da vasodilatação periférica é devido a injeção controlada de dióxido de carbono nos tecidos que causa reação inflamatória e estimulação local na concentração de íons CO₂ e H⁺ (hidrogênio) presente no líquido extracelular, provocando relaxamento imediato dos músculos lisos dos vasos sanguíneos resultando na sua extensão temporária. Este efeito de melhor oxigenação e melhora geral do metabolismo nos tecidos, podem ser considerados os principais mecanismos da carboxiterapia. Além disso, a hipóxia e a inflamação também causados pela aplicação de CO₂ nos tecidos, são fatores de estímulo indutor de neovascularização²⁹.

Cerca de 80% à 90% de mulheres pós-púberes são afetadas pela condição inestética denominada celulite. Esta predisposição genética de etiologia multifatorial que compreende fatores anatômicos, gênero, deficiência em drenagem linfática dos linfonodos, alterações vasculares e inflamatórias e estilo de vida. Os resultados do tratamento para essa lipodistrofia ginóide podem além de melhorar a textura superficial da pele, potencializar a redução da circunferência da região tratada. A administração de

CO₂, promove significativamente diminuição a região como pernas e coxas e redução da escala de gravidade da celulite, desta forma, uma celulite de grau 3, pode passar a ser de grau 2. Análises e pesquisas realizadas a partir de observações histológicas, confirmam os efeitos lipolíticos destas eficácias²⁷.

A melhora da microcirculação necessária para o bom funcionamento das células da pele, como os fibroblastos, é pouco observada em tratamentos estéticos que prometem duração de efeitos duradouros. A degradação de colágeno antigo para a substituição de colágeno novo, é garantido na aplicação de carboxiterapia que aumenta a quantidade de fibras de elastina que estão em falta em quadros celulíticos. Após resultados de pesquisas indicarem que o estiramento dos tecidos durante o tratamento de CO₂ induz inflamação da pele e leva à sua regeneração (remodelação da matriz extracelular), através da ativação de macrófagos, células endoteliais e fibroblastos. O surgimento de novos vasos capilares que auxiliam na irrigação dos tecidos se assemelha ao padrão e característica da pele jovem. A estimulação mecânica também pode desempenhar um papel na ativação de fibroblastos e fatores de crescimento²⁶.

A faixa de normalidade da temperatura interna mantida pelo corpo humano está entre 36,1 °C e 37,8 °C. O desequilíbrio eletrolítico, variações térmicas ambientais e exercício físico são fatores que podem desestabilizar o estado de homeostasia e equilíbrio, causando perturbações ao meio interno²².

Estudos realizados ao longo dos anos, demonstrou significativo potencial de aplicação da tecnologia da termográfica infravermelha e seu espectro de variáveis aplicações na medicina atual, como detecção de câncer, medicina esportiva, estudos de termorregulação dos pés, detecção de sinusite, diagnóstico de artrite, detecção de doenças neonatais, avaliação de esclerose múltipla, avaliação de distúrbios vasculares associados ao diabetes, dermatologia, monitoramento da dor, odontologia e procedimentos cirúrgicos³⁷.

A utilização de imagem infravermelha demonstrou grande importância segundo estudos realizados, devido sua capacidade de compreensão da fisiologia de termorregulação humana em diferentes ocasiões. Pode ser classificado também como método

simples, seguro e não invasivo²⁵.

Atualmente na área de diagnóstico médico, existem variados mecanismos envolvidos em respostas termorregulativas, métodos esses que permitem melhor entendimento da leitura da temperatura interna gástrica, retal ou esofágica por termosensores fixados juntos à pele pela temperatura timpânica oral, e mais recentemente, a termografia infravermelha. Essa tecnologia desempenha papel crucial na leitura, interpretação e nos ajustes térmicos corporais que regulam a troca de calor pela vasoconstrição ou vasodilatação²².

A ocorrência de uma vasodilatação e a consequente neovascularização e neocolanogênese sucedida da abertura de capilares, são consequência de lesões térmicas no tecido que provocam alterações nos padrões tissulares²⁴.

O termorreceptores da pele que reconhecem a temperatura ambiental são denominados Corpúsculos de Ruffini. A elevação da temperatura corporal resulta na vasodilatação e aumento do fluxo sanguíneo; enquanto que a vasoconstrição ocorre devido a diminuição de temperatura causando a redução de fluxo sanguíneo local da pele. Essa transferência de calor pode ser associada a métodos como convecção, condução, radiação e evaporação relacionados a processos fisiológicos. Desta forma, os mecanismos de termorregulação são complexos e ainda não muito bem compreendido³³.

Considerando que a temperatura do ambiente influencia diretamente a temperatura da pele, o seu controle é essencial para garantir o bom funcionamento da termografia infravermelha, sendo assim, evita-se o efeito de diferentes ajustes termorregulatórios causados pelo próprio corpo humano²⁰. Não obstante a originalidade e relevância dos dados atuais, as limitações devem ser abordadas²¹.

Além do controle externo de temperatura, a rigidez no estabelecimento do perfil térmico, onde é considerado o IMC (Índice de Massa Corporal) e composição corporal é de grande importância. Sem este parâmetro, pode-se gerar uma referência inadequada caso o sujeito seja hipertérmico ou hipotérmico³².

A precisão na mensuração de temperatura, considera-se a compensação de todas as fontes de radiação presentes no ambiente. Para utilização destes parâmetros, a câmera termográfica deve estar ajustada para as seguintes adequações: A) A emissividade do objeto; B) A temperatura aparente refletida; C) A distância entre o objeto sob análise e a câmera termográfica; D) A umidade relativa; E) A temperatura atmosférica³⁸.

Em estudos realizados utilizando o mapa termográfico de idosas submetidas à cirurgia de câncer de mama, observou-se o aumento da temperatura da área comprometida conforme esperado, devido ao processo inflamatório instalado que pode ser percebido neste momento²³.

Outros estudos realizados utilizando a avaliação da mama na lactação por termografia, alterações fisiológicas foram detectadas por meio da termografia, comprovadamente um método de análise fisiológica²⁸.

As peles sem alteração visível no relevo cutâneo se mostram mais uniformes nas imagens da termografia com coloração pouco

variada e com temperaturas aproximadas. Já em peles afetadas, onde são analisados aspectos celulíticos, há pontos mais quentes que as regiões não afetadas, com coloração forte e não há um tom uniforme ou próximo de estar²⁵.

Atualmente, os termovisores evoluíram e facilitaram o seu manuseio e transporte, oferecendo imagens com maior qualidade e detalhamento, além de apresentarem maior sensibilidade térmica e precisão nos resultados. Os termovisores utilizados em coletas envolvendo seres humanos devem conter uma resolução mínima de 320x240 pixels, caso contrário os resultados podem ser influenciados²².

Em pesquisas de práticas de exercício físico em associação a utilização de termografia infravermelha, observou-se a elevação gradual da temperatura durante a fase de recuperação dos atletas que pode ser explicada pelo aumento do fluxo sanguíneo cutâneo, objetivando aprimorar as trocas de calor para o meio externo e restabelecer a homeostase térmica corporal. As respostas da termografia após o exercício de força também são influenciadas pela composição corporal; devido à baixa condutividade térmica da camada de gordura subcutânea, os mecanismos de condução e evaporação que são afetados. Consequentemente, as respostas termorregulatórias pós-exercício são mais lentas em indivíduos com maior percentual de gordura. Existe influência das condições ambientais de radiação solar, vento, chuva e pode impactar os resultados descritos, exigindo assim linhas de estudos altamente desafiadores para uma total compreensão deste fenômeno²².

Estudos futuros devem comparar as respostas térmicas em indivíduos de diferentes sexos e idades e as respostas térmicas decorrentes da prática de modalidades desportivas devem ser implementadas²².

CONCLUSÃO

A síntese dos achados do estudo a partir da busca por revisões bibliográficas permitiu o delineamento de questões norteadoras voltadas para visualização da eficácia da utilização do aparelho termógrafo como facilitador na visualização do tratamento de carboxiterapia.

Baseando-se nos artigos selecionados e mencionados ao longo da pesquisa, a utilização de termografia infravermelha é eficaz e segura para diversos tipos de avaliações, desta forma, a hipótese para utilização do termógrafo na rotina da biomedicina estética, mais especificamente, no tratamento de carboxiterapia, é afirmada, pois a visualização do termógrafo após a vasodilatação do tecido provocada pela aplicação do CO₂, poderia ser visualizado pela termografia infravermelha devido a alteração de calor detectado pelo aparelho.

Sendo assim, considerando a escassez de pesquisas envolvendo a carboxiterapia e a termografia infravermelha relacionadas, os autores encorajam a realização de mais estudos que contemplem e associam a visualização das alterações fisiológicas provocadas pelo tratamento de carboxiterapia na visualização de adiposidades na região abdominal e femoral do corpo, a partir da leitura de imagens registradas pelo aparelho

termógrafo, contribuindo com o aumento do dado amostral e apoiando para a pesquisa acadêmica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Brasil Beauty News. Setor de estética em plena forma no Brasil, apesar da pandemia. 2020 Dez. 24. Página 1. [Internet] disponível em: <https://www.brazilbeautynews.com/setor-de-estetica-em-plena-forma-no-brasil-apesar.3879> Acesso em: 20/04/2023.
2. Redação Vogue. VOGUE. 2020 nov. 11. Página 1. [citado 2023 maio. 03]. Disponível em: <https://vogue.globo.com/beleza/pele/noticia/2020/11/saiba-porque-procura-por-procedimentos-esticos-cresceu-durante-pandemia.html> Acesso em 30/04/2023.
3. Salonline. Distúrbio de imagem: como o efeito zoom afeta a nossa relação com o corpo. 2022 jul. 22. Pagina 1. [Internet] disponível em: <https://universo.salonline.com.br/efeito-zoom-e-o-disturbio-de-imagem/> Acesso em: 20/04/2023.
4. Brandi C, D'Aniello C, Grimaldi L, Caiazzo E, Stanghellini E. Carbon dioxide therapy: effects on skin irregularity and its use as a complement to liposuction. *Aesthetic Plast Surg.* 2004;28(4):222-5.
5. B., & JOHNSON, L. GUYTON, AC Tratado de fisiologia médica. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. GANONG, WF Fisiologia médica. Porto Alegre: McGraw-Hill, 2006. AIRES, MM Fisiologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.
6. Di Cio AV, Klein L. Action of subcutaneous injection of carbon on arterial tension. *Prensa Med Argent.* 1950;37(30):1707-9.
7. Singi Glegan. Fisiologia Dinâmica. Texto Básico para os Cursos de Ciências Biológicas. 2ª Edição. São Paulo: Atheneu, 2007. Capítulo 2: Homeostasia; p. 3.
8. Hall, John E. (John Edward). Tratado de Fisiologia Médica [tradução Alcides Marinho Junior ... et al.]. 12ª Edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. Capítulo 17: Controle Local e Humoral do Fluxo Sanguíneo dos Tecidos; p. 201.
9. FRANCO, Marcello et al. Patologia: processos gerais. 2010. São Paulo: Atheneu, 2015. Capítulo 7: Inflamações – Conceitos Gerais e Inflamação Aguda; p. 141.
10. Levitzky, MG. Fisiologia Pulmonar. Barueri. Ed. Manole, 2004, p. 158-161.
11. Veratti, Bruno Atílio. Interpretação Visual de Termogramas. Documento em PDF. Maio, 2015; Volume 4: p 11-12. Disponível em: http://www.termonautas.com.br/pluginAppObj_37_03/IRPalettes4.pdf.
12. KITCHEN, S.; YOUNG, S. Perado de tecidos. In: KITCHEN,S; BAZIN, S. Eletroterapia de Clayton. São Paulo: Manole, 1998. Cap.3.
13. GANONG, W. F. Fisiologia Médica. Rio de Janeiro: Prentice Hall do Brasil, 1998.
14. Borges, dos Santos Fábio. Terapêutica em Estética: Conceitos e Técnicas. 1ª Edição. São Paulo: Phorte Editora, 2016. Capítulo 13: Gordura Localizada: Abordagem terapêutica; p. 533-602.
15. Durães EFR. Durães L DE c, Carneiro FP, Lino Júnior R de S, Sousa JB de. The effect of carbon dioxide therapy on composite graft survival. *Acta Cir Bras* [Internet]. 2013Aug;28(8):589-93. Available from: <https://doi.org/10.1590/S0102-86502013000800006>.
16. Resoluções CFBM. RESOLUÇÃO CNE/CES Nº. 2, de 19/02/02. Serviço Público Federal - Jurisdição ES - MS - RJ - SP (SEDE) - Lei 6.684 de 03 de setembro de 1979 decreto Nº88.439 de 28 de junho de 1983. [Internet]. Disponível em: <https://crbm1.gov.br/resolucoes/> Acesso em: 20/04/2023.
17. Signorini, Massimo MD; Liew, Steven FRACS; Sundaram, Hema MD; De Boule, Koenraad LMD; Goodman, Greg JMD; Monheit, Gary MD; Wu, Yan MD; Trindade de Almeida, Ada RMD; Swift, Arthur MD, CM; Vieira Braz, André MD; Grupo de Consenso Estético Global . Consenso Estético Global: Prevenção e Tratamento de Complicações de Preenchimentos de Ácido Hialurônico - Revisão Baseada em Evidências e Opiniões e Recomendações de Consenso. *Cirurgia Plástica e Reconstrutiva* 137(6):p 961e-971e, junho de 2016. | DOI: 10.1097/PRS.0000000000002184.
18. Morrow, S. (2005). Quality and trustworthiness in qualitative research in counseling psychology. *Journal of Counseling Psychology*, 52(2), 250-260. doi: 10.1037/0022-0167.52.2.250.
19. Luz SCT da, Oliveira TP de, Andrade MC de, Ávila AOV, Rosa FJB de la. Adaptação à prótese híbrida de extremidade superior: estudo termográfico de um caso. *Fisioter Pesqui* [Internet]. 2010Apr;17(2):173-7. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1809-29502010000200014>.
20. DE CERQUEIRA, Carla Barreto Silva et al. Análise termográfica da ação do jato de plasma no tratamento de rugas faciais: série de casos clínicos. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas*, v. 20, n. 2, p. 349-356, 2021.
21. SAMPAIO, Lucas Tavares et al. Porcentagem de gordura e temperatura dos membros inferiores em ciclistas recreativos durante teste incremental. 2019.
22. DIAS, Felipe Augusto Mattos et al. Comportamento da temperatura da pele no exercício por meio da termografia infravermelha: uma revisão integrativa. *Rev. bras. ciênc. mov*, p. [1-27], 2021.
23. DOS SANTOS, Saionara et al. Intervenção fisioterapêutica na dor e no mapa termográfico de idosas submetidas à cirurgia de câncer de mama. *Fisioterapia Brasil*, v. 18, n. 4, 2017.
24. VIEGAS, Fernanda et al. The use of thermography and its control variables: a systematic review. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 26, p. 82-86, 2020.
25. DO VALE SILVA, Julianna Ribeiro; DE ARAÚJO, Maria das Graças Rodrigues; GUERINO, Marcelo Renato. O uso da câmera termográfica no diagnóstico auxiliar do aspecto celulítico. *O Mundo da Saúde*, v. 46, p. 279-288, 2022.
26. KOŁODZIEJCZAK, Anna; ROTSZTEJN, Helena. Objective, measurable assessment of the elasticity of the skin around the eyes following the carboxytherapy treatment. *Journal of Cosmetic Dermatology*, v. 22, n. 5, p. 1560-1564, 2023.
27. SCARANO, A. et al. A carboxiterapia com propulsão de oxigênio no tratamento da celulite é mais eficaz em mulheres não afetadas pela doença periodontal. *Revista de Reguladores*

Biológicos e Agentes Homeostáticos , v. 6, pág. 2337-2342, 2020.

28. LEE, Georgia SK. Quality survey on efficacy of carboxytherapy for localized lipolysis. *Journal of Cosmetic Dermatology*, v. 15, n. 4, p. 484-492, 2016.

29. STOLECKA-WARZECHA, Anna et al. The Influence of Carboxytherapy on Scar Reduction. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*, p. 2855-2872, 2022.

30. BAGHERANI, Nooshin et al. An overview of the role of carboxytherapy in dermatology. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 2023.

31. HEBERLE, Anita Batista dos Santos; ICHISATO, Sueli Mutsumi Tsukuda; NOHAMA, Percy. Avaliação da mama na lactação por termografia e presença de dor. *Acta Paulista de Enfermagem*, v. 28, p. 256-263, 2015.

32. REIS, Hamilton Henrique Teixeira et al. O índice de massa corporal pode influenciar a temperatura da pele dos adolescentes? Um estudo preliminar com o uso de termografia infravermelha. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano* , v.

33. CÔRTE, Ana Carolina Ramos; HERNANDEZ, Arnaldo José. Termografia médica infravermelha aplicada à medicina do esporte. *Revista brasileira de medicina do esporte*, v. 22, p. 315-319, 2016.

34. LEE, Geórgia SK. Terapia com dióxido de carbono no tratamento da celulite: uma auditoria da prática clínica. *Cirurgia plástica estética* , v. 34, p. 239-243, 2010.

35. MARTINEZ-JIMENEZ, Mario A. et al. Diagnostic accuracy of infrared thermal imaging for detecting COVID-19 infection in minimally symptomatic patients. *European journal of clinical investigation*, v. 51, n. 3, p. e13474, 2021.

36. MATIAS, Jorge Eduardo Fouto et al. Prevenção de isquemia hepática normotérmica durante perfusão hepática in situ com três diferentes soluções de preservação: análise experimental através de termografia por radiação infravermelha em tempo real. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, v. 37, p. 211-217, 2010.

37. MAZDEYASNA, Siavash; GASSEMI, Pejman; WANG, Quanzeng. Melhores práticas para medição da temperatura corporal com termografia infravermelha: fatores externos que afetam a precisão. *Sensores* , v. 23, n. 18, pág. 8011, 2023.

38. AZEVEDO, Leandro De Lima. Termografia No Infravermelho Associado A Lógica Fuzzy Para Avaliação Do Pé De Idosos Portadores De Diabetes Mellitus Tipo 2.