

Os benefícios do uso da tecnologia no tratamento de rejuvenescimento facial - ultrassom microfocado

The benefits of using technology in facial rejuvenation treatment - micro-focused ultrasound

Los beneficios del uso de la tecnología en el tratamiento de rejuvenecimiento facial - ultrasonido microfocalizado

Flávia Nicéa Camarinha Peres 

Luciane Nicéia Camarinha Peres 

Endereço para correspondência:

Luciane Nicéia Camarinha Peres
Avenida Almirante Wandenkolk, 750
Umarizal
66055-030 - Belém - Pará - Brasil
E-mail: luciane.peres@yahoo.com.br

RECEBIDO: 31.05.2023

MODIFICADO: 05.06.2023

ACEITO: 04.07.2023

RESUMO

Na medida em que a pele envelhece, a elasticidade da mesma diminui drasticamente, e o excesso de flacidez facial é visto como uma grande preocupação estética. Assim, a necessidade social de alcançar resultados estéticos desejáveis e aceitáveis com rápida recuperação e baixo risco acabou levando à expansão do campo de procedimentos e técnicas minimamente invasivas. Essa necessidade causou um interesse particular no ultrassom microfocado como parte de um plano para melhorar o tônus da pele e até promover um lifting na estrutura facial. Diante da hipótese, o objetivo principal deste artigo é revisar a literatura científica sobre o uso de ultrassom microfocado no rejuvenescimento facial e na correção da flacidez cutânea nesta área. Pode-se concluir, por exemplo, que os resultados alcançados pelo ultrassom microfocado são semelhantes aos da cirurgia estética, porém com algumas vantagens que auxiliam na adesão à técnica: resultados rápidos, menor tempo de inatividade e de recuperação e menos efeitos adversos.

PALAVRAS-CHAVE: Ultrassom. Face. Estética.

ABSTRACT

As skin ages, skin elasticity increases significantly, and excess facial sagging and sagging is seen as a major aesthetic concern. Thus, the societal need to achieve desirable and acceptable aesthetic results with fast recovery and low risk eventually led to the expansion of the field of minimally invasive procedures and techniques. This need triggers particular interest in microfocused ultrasound as part of a plan to improve skin tone and even lift the facial structure. Given this hypothesis, the main objective of this article is to review the scientific literature on the use of microfocused ultrasound in facial rejuvenation and correction of skin flaccidity in this area. It can be concluded, for example, that the results achieved by the microfocused ultrasound are similar to those of cosmetic surgery, however with some advantages that help in adherence to the technique: quick results, less downtime and recovery time and fewer adverse effects.

KEYWORDS: Ultrasonics. Face. Esthetics.

RESUMEN

A medida que la piel envejece, su elasticidad disminuye drásticamente y el exceso de flacidez facial se considera una preocupación estética importante. Así, la necesidad social de lograr resultados estéticos deseables y aceptables con una recuperación rápida y de bajo riesgo eventualmente condujo a la expansión del campo de los procedimientos y técnicas mínimamente invasivos. Esta necesidad ha suscitado un especial interés en el ultrasonido microfocalizado como parte de un plan para mejorar el tono de la piel e incluso levantar la estructura facial. Ante esta hipótesis, el objetivo principal de este artículo es revisar la literatura científica sobre el uso del ultrasonido microfocalizado en el rejuvenecimiento facial y la corrección de la flacidez cutánea en esta zona. Se puede concluir, por ejemplo, que los resultados obtenidos por ultrasonido microfocalizado son similares a los de la cirugía estética, pero con algunas ventajas que ayudan a la adherencia a la técnica: resultados rápidos, menor tiempo de inactividad y recuperación, y menos efectos adversos.

PALABRAS CLAVE: Ultrasonido. Cara. Estética.

INTRODUÇÃO

Na medida em que a pele envelhece, a elasticidade cutânea diminui drasticamente, ptose facial redundante e a flacidez são observadas como as principais preocupações estéticas. Métodos como o lifting cirúrgico que objetivam melhorar a flacidez causada pelo envelhecimento da pele são eficientes, mas deixam cicatrizes cirúrgicas visíveis e associam-se à riscos e longo tempo de inatividade. Assim, a demanda social para almejar os resultados cosméticos aceitáveis e buscados com rápida recuperação e baixo risco culminou em uma expansão do setor de procedimentos e técnicas minimamente invasivas, abrindo espaço para o ultrassom microfocado (UMF)¹⁻².

O processo de rejuvenescimento facial sem o uso de cirurgias e pouco invasivo culminam no aumento do uso de neurotoxinas e de preenchimentos injetáveis, além de técnicas de sustentação da pele utilizando recursos eletrotermofototerapêuticos. Pacientes com a pele da face flácida procuram por tratamentos seguros, eficazes, rápidos e não invasivos, que rejuvenesçam essa região. Essa demanda causou um interesse especial pelo ultrassom microfocado por fazer parte do plano para melhorar o tônus da pele e ainda promover um lifting nas estruturas faciais³.

Este se trata de um procedimento estético, que causa o aquecimento do tecido, e que pode ser utilizado em qualquer parte do corpo. Diferente de outros métodos, o High Intensity Focused Ultrassound (HIFU) ou UMF pode penetrar nos tecidos mais profundamente sem aquecer as estruturas da pele, fazendo com que seja possível utilizar temperaturas mais altas em camadas mais profundas da pele, podendo atingir até o Sistema Músculo Aponeurótico Superficial (SMAS) com o intuito de causar a desnaturação térmica focalizada do colágeno e neocolagênese⁴.

O UMF é tido como uma opção não invasiva para o tratamento de flacidez facial. O que difere o UMF de outras técnicas atuais é sua capacidade de atingir os tecidos mais profundos sem causar danos à epiderme. O UMF induz pequenos pontos de coagulação térmica controlados na derme média e no Sistema Aponeurótico Muscular Superficial, causando uma contração imediata induzida pelo calor do colágeno desnaturado, iniciando a produção de novo colágeno e a remodelação do mesmo, seguida pela firmeza da pele, culminando em resultados parecidos com cirurgias de lifting fácil, todavia de forma não invasiva⁵⁻⁶.

O UMF possui entrega precisa de energia de ultrassom em profundidade predefinida e mapeamento de pele. A tecnologia permite a coagulação térmica precisa usando calor pontual de 65°C sem danificar a epiderme, a camada mais externa da pele. Estudos clínicos demonstraram que o HIFU é bastante eficaz como um dispositivo não invasivo de levantamento e modelagem, especialmente na parte superior da face, face inferior e pescoço⁷.

Diante do pressuposto, esse artigo possui como objetivo principal revisar a literatura científica a respeito do uso do UMF durante o processo de rejuvenescimento facial, assim como na correção da flacidez da pele dessa região. O estudo possui ainda três objetivos secundários: pesquisar sobre a anatomia da pele e suas camadas; estudar sobre a forma como se dá o envelhecimento facial, e por fim, dissertar sobre o uso do UMF durante os procedimentos faciais para o rejuvenescimento dessa região, enfatizando as indicações e contraindicações.

REVISÃO DE LITERATURA

Anatomia da Pele e Suas Camadas

A pele, o maior órgão do corpo humano, é composta por aproximadamente 2 m² (metros quadrados) e pesa em média 3 ou 4 quilos. A pele é um órgão de revestimento do organismo, que isola e faz a comunicação com os meios⁸.

Esse órgão protege o corpo contra agressões químicas, físicas e biológicas, evitando a penetração de agentes extrínsecos, e ao mesmo tempo, impede a perda de substâncias intrínsecas⁹. Por possuir uma estrutura ativa, a pele tem a capacidade de se reparar e se renovar. Possui também um importante potencial de impermeabilidade, sendo extremamente importante para a homeostase, pois proporciona termorregulação, controle hemodinâmico, bem como produção e secreção de suor, sebo, queratina e melanina¹⁰⁻¹¹.

Por fim, a pele ainda desempenha a função sensorial através de intermédios que propiciem o reconhecimento do toque, maciez e também a exalação de cheiros e sensibilidade⁹. A mesma possui três camadas: hipoderme (profunda), derme (mediana) e epiderme (externa)¹².

A hipoderme trata-se da camada mais profun-

da da pele, compõe-se de tecido adiposo, e participa como uma reserva de nutrientes, além de realizar o isolamento térmico e também proteger de pressões e de traumas externos¹³.

A derme é a camada que comporta os vasos, nervos e anexos epidérmicos, e interage com a epiderme, portando possui um papel parcial de regular a temperatura corporal, propiciando suporte na irrigação vascular e em consonância com as células de Langerhans, trabalhando na proteção do sistema imunológico⁹. Essa faixa é composta de gel, rico em mucopolissacarídeos e três tipos de fibras: elásticas, colágenas e reticulares¹³.

A epiderme, por sua vez, é a camada externa do corpo humano, composta por tecido epitelial estratificado, avascular, pavimentoso e queratinizado¹⁰. Compõe-se em sua maior parte de queratinócitos, que se dispõem em quatro camadas: basal, espinhosa, granulosa e córnea, da mais profunda a mais superficial, em ordem. Há ainda a camada esporádica, a lúcida¹⁴.

A função desempenhada pela camada basal é participar do processo de mitose, regenerando a epiderme. Na camada espinhosa, inicia-se o processo de queratinização. O estrato granuloso é caracterizado pela presença de um grande número de grânulos de queratina que perdem seus núcleos após a maturação, se achatam e tem como resultado a formação de queratina⁹. O estrato córneo trata-se da camada mais externa da epiderme, sobre a qual são depositados os produtos e tratamentos existentes no mercado⁸.

Por fim, entra a camada córnea e a granulosa, na qual se encontra o estrato lúcido, todavia o mesmo só aparece em locais em que a pele é mais espessa, como por exemplo, a sola do pé, e provém da fricção em excesso⁹. Outros tipos de células encontradas na epiderme são os melanócitos que produzem melamina, as células de Langerhans imunogênicas e células de Merkel que se integram ao sistema nervoso¹⁴.

Envelhecimento Facial

Envelhecer é um processo progressivo e natural, onde ocorrem mudanças, estímulos exógenos e endógenos, que influenciam no processo singular de envelhecimento da pele. A pele possui grande influência para a homeostasia orgânica, preservando a eficácia celular. Propicia proteção química, física, contra radiação ultravioleta (UV) e de desidratação¹⁵.

Este processo é controlado por fatores intrínse-

cos (hereditários ou genéticos) e extrínsecos (ambientais) que alteram todos os componentes da anatomia humana. O processo extrínseco ou foto envelhecimento é resultado dos danos causados pelo contato direto com o meio ambiente, bem como das alterações cutâneas decorrentes da exposição prolongada ao sol, que culminam no envelhecimento cronológico da pele¹⁶.

O processo intrínseco, por sua vez, conhecido como envelhecimento cronológico da pele é determinado apenas pelas mudanças cutâneas que ocorrem ao longo do tempo. Na medida em que o sujeito envelhece, a pele se torna mais vulnerável, haja vista que algumas funções diminuem naturalmente¹⁷.

O “relógio biológico” afeta a pele do mesmo modo que afeta os órgãos internos, devido a degeneração de células, funcionais irreversível. O declínio que ocorre de maneira natural nas funções da pele evidencia-se clinicamente por mudanças físicas, como: adelgaçamento da pele, redução do turgor, pele seca e presença de equimoses¹⁷. Assim, pode-se afirmar que o envelhecimento é um processo degenerativo multifatorial, associado ao estresse oxidativo, foto envelhecimento e resposta inflamatória¹⁸.

No processo de envelhecimento, é necessário distinguir entre alterações estruturais, funcionais fisiológicas e patológicas. Encontram-se variações na espessura da derme e epiderme, anexos da pele e densidade nervosa em diferentes áreas do corpo. Podem-se observar também deposições variáveis do colágeno dérmico o que, talvez, possa influenciar no processo de envelhecimento. A redução da síntese de colágeno é contínua, tornando-se menos elástica e mais rígida¹⁵.

O envelhecimento cronológico ou intrínseco é inevitável e provoca alterações estruturais e funcionais em todas as camadas da pele. Com o tempo, acontece uma redução da renovação celular epidérmica que, na pele jovem adulta leva em torno de 28 dias, e na pele envelhecida, 40-60 dias, causando uma redução na espessura da pele, e dessa forma, afetando a função da barreira da pele, esfoliação e reparação da célula. Em peles maduras, os corneócitos tendem a se aglutinar à superfície, levando a uma aparência escamosa e textura rugosa. Na derme há diminuição do número de fibroblastos junto com colágeno e elastina, levando ao aparecimento de rugas, perda de elasticidade e violação do leito de microcirculação da pele, o que reduz o suprimento de sangue para a pele e contribui para a atrofia da pele e anexos¹⁹.

A exposição prolongada ao sol causa inflama-

ção crônica, pois a quantidade de elastina aumenta proporcionalmente à quantidade de exposição solar e causa uma aparência anormal com o passar do tempo. Tem relação direta com as fibras elásticas, elastose, envelhecimento da pele e exposição à radiação (UV), diminuindo a espessura e o entrelaçamento das fibras elásticas na derme papilar e reticular¹⁵.

No envelhecimento da face, por sua vez, acontece à redução da sustentação e da elasticidade na pele, reabsorção e a remodelação da estrutura óssea, atrofia e deslocamento dos compartimentos de gordura e redução do tônus muscular da face. Ocorre ainda que, nos arcos característicos da juventude e nas áreas de iluminação, aparecem áreas aplainadas ou côncavas e ptoses teciduais, consequência das mudanças estruturais e musculares e do envelhecimento cutâneo²⁰.

São quatro pilares principais para a ocorrência do envelhecimento facial: flacidez cutânea, ação muscular depressora, redução volumétrica dos compartimentos de gordura e perda da sustentação profunda devido ao remodelamento ósseo. Ele culmina de uma junção de queda dos tecidos moles e diminuição volumétrica dos tecidos de gordura²⁰. Compartimentos de gorduras profundas fornecem estrutura e suporte para o meio da face. O aumento do volume do compartimento de gordura profunda da bochecha melhora a projeção anterior da bochecha e a redução do sulco nasolabial, acredita-se que a perda da elasticidade tecidual, aliada ao movimento repetitivo de contração muscular e gravidade cause a queda dos tecidos²¹.

O papel do ligamento de retenção nesse processo ainda não é esclarecido. Alguns autores sugerem que manter os ligamentos frouxos faz com que os tecidos moles que eles sustentam se soltem e caiam²². Outra visão é que os ligamentos de retenção permanecem relativamente fortes, enquanto o tecido sem suporte entre eles (em espaços e compartimentos) caem com o tempo. Esse fenômeno é responsável pelas “marcas e cicatrizes” do envelhecimento na face, que aparecem como linhas e sulcos²³.

A perda de gordura subcutânea, perda de força gravitacional, deterioração da forma muscular com o passar da idade, perda de cartilagem e óssea, contribuem para a formação de rugas faciais. Conforme seus aspectos histológicos e sua patogênese podem ser reconhecidos quatro tipos de rugas: rugas de expressão, que são causadas por expressões repetidas dos músculos faciais; rugas atróficas, resultados da atrofia dos feixes de fibras colágenas na derme reticular e também

no tecido subcutâneo; rugas elásticas, que são linhas permanentes e progressivas e que aparecem em áreas de exposição ao sol, como lábio superior, nuca e bochechas; e por fim, rugas gravitacionais, que se desenvolvem devido ao efeito gravitacional, culminando em dobras e flacidez²⁴.

O local em que se encontram os ligamentos retentores é onde aparece o sulco. Talvez um dos sinais mais visíveis do envelhecimento seja o sulco nasojugal e sua extensão lateral, o sulco palpebral. Esses sulcos referem-se à localização do ligamento lacrimal e orbicular, respectivamente, e marcam a localização da junção pálpebra-bochecha²³.

A perda de dente resulta na reabsorção da maxila e da mandíbula, o que leva à diminuição generalizada de tamanho e volume. O envelhecimento facial é o resultado de uma combinação de alterações nos tecidos moles e esqueléticas. A perda óssea em regiões específicas do esqueleto facial contribui significativamente para as características de envelhecimento da face²³.

A partir da terceira década de vida, os primeiros sinais do envelhecimento facial são perceptíveis, um deles é a ptose de sobrancelhas que é resultante do aumento da flacidez da pele, da força da gravidade e de repetidas contrações musculares na região periorbital. Em um primeiro momento, as alterações acontecem em um nível anatômico abaixo da pele, e no decorrer do tempo, se tornam aparentes na superfície, em locais onde não existe quantidade de gordura significativa. Nos jovens, os primeiros sinais de envelhecimento facial acontecem onde não há gordura superficial, associados a atrofia da região, devido à perda de gordura profunda, nas regiões peribucal (ao redor da boca) e periorbital (ao redor dos olhos). A progressão do envelhecimento a partir daí produz mudanças extras nos tecidos moles e em determinadas regiões ósseas, levando a mudanças em proporções faciais²⁴.

Existem, atualmente, inúmeros protocolos de rejuvenescimento facial, tanto para idosos em busca de melhorias, quanto para pessoas que buscam retardar ou prevenir os sinais desse envelhecimento. Trata-se de métodos minimamente invasivos, usados para amenizar as mudanças que ocorrem na face devido ao envelhecimento natural.

Aplicação do Ultrassom Microfocado (UMF) para Rejuvenescimento Facial: Indicações e Contra-indicações

Na medida em que a pele envelhece, a elasticidade cutânea reduz significativamente, e a ptose facial redundante, bem como a flacidez é observada frequentemente como as principais preocupações com a estética. Procedimentos e métodos como o lifting cirúrgico para a flacidez da pele relacionada ao envelhecimento são eficazes, mas podem deixar cicatrizes visíveis e estão associados a um risco e inatividade prolongados. Entretanto, a demanda pública para conseguir alcançar resultados cosméticos aceitáveis com rápida recuperação e mínimo risco culminou em uma expansão no setor de procedimentos pouco invasivos, dando espaço ao ultrassom microfocado (UMF)²⁵⁻²⁶.

O ultrassom é um aparelho eletroterápico que permite por meio de cabeçote transdutor a emissão de oscilações mecânicas e cinéticas. Durante a aplicação possui a função de permear sobre o organismo alcançando diferentes camadas da pele, causando efeitos não térmicos e térmicos²⁷.

O ultrassom microfocado, por sua vez, surgiu em um Congresso de Dermatologia nos Estados Unidos da América, e atualmente é conhecido tanto pela Federal Drug Administration (FDA) no país, quanto pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) no Brasil. A tecnologia do ultrassom microfocado de alta intensidade trata-se do resultado do avanço de ultrassons convencionais para uma modalidade terapêutica com potencial mais vasto²⁸.

Recentemente, o ultrassom microfocado teve seu uso implantado em um ambiente laboratorial como uma técnica grandemente eficaz nos tratamentos estéticos. Uma característica bastante relevante no tratamento facial é sua capacidade de criar micro lesões térmicas na profundidade ideal na derme reticular assim como na camada fibromuscular chamada de Sistema Musculo Aponeurótico Superficial (SMAS)²⁸.

DISCUSSÃO

O UMF trata-se de um tratamento cosmético criado para atender a grande demanda do público que busca por rejuvenescimento não invasivo da pele, inclusive facial. Ele pode ser aplicado no tecido subcutâneo, utilizando temperaturas acima de 60°C, produzindo pequenos pontos de coagulação térmica com profundidade de até 55 mm no interior da camada reticular média a profunda da derme e também da

subderme. Vale salientar que as camadas papilares epidérmicas e dérmicas da pele continuam inalteradas^{25,29}.

Aplicar calor nesses pontos discretos de coagulação térmica faz com que as fibras colágenas dos planos faciais, assim como o platisma e sistema musculo-aponeurótico superficial e a derme reticular profunda, se desnaturem, estimulando, contraindo e impulsinando a neossíntese de colágeno e conseqüentemente o enrijecimento da pele²⁶.

Observando o sistema musculo aponeurótico superficial facial, é possível obter de forma não invasiva uma melhor firmeza em regiões flácidas da face e do pescoço, além de melhorar a aparência das rugas. O ultrassom microfocado, em geral, usa uma energia de ultrassom consideravelmente pequena para esse tipo de tratamento, 0.4 - 1.2 J/mm², com uma frequência de 4 - 10 MHz e profundidade focal entre 1.5 - 4.5 mm²⁹.

Essa técnica não invasiva deve ser utilizada com muito cuidado mesmo apresentando poucos efeitos adversos, conforme se encontra em evidências científicas, e, os poucos que surgem podem ser evitados pelos profissionais. Diferentemente dos métodos invasivos, o ultrassom microfocado oportuniza ao paciente alta segurança em sua aplicabilidade, o que justifica sua aplicação segura. Os efeitos adversos podem ser eritema, equimose, paralisia transitória, perda da sensibilidade, edema e dor, o que torna necessário tomar alguns cuidados de precaução para não gerar danos para o paciente³⁰.

Ainda pode-se citar um desconforto que acontece frequentemente durante o tratamento, mas que pode ser minimizado se administrados previamente anti-inflamatórios não esteroides como o ceterolaco e ibuprofeno, ou um analgésico como paracetamol via oral³¹. Além disso, ainda se recomenda definir um protocolo de tratamento que use a configuração de energia mais baixa possível, dentro da dosimetria ideal para que se chegue ao resultado desejado³².

A vantagem de fazer uso do UMF é conseguir chegar nas camadas mais profundas da pele sem queimar ou danificar as camadas mais superficiais. Com ele, é possível alcançar a camada de tecido que mais propicia suporte à pele, o SMAS. Ele encontra-se em contato com a gordura subcutânea e envolve os músculos da mímica do rosto, e compõe-se de colágeno e fibras elásticas, como a derme, todavia, possui o diferencial de oferecer suporte e manutenção da sustentação da pele em longo prazo. Em suma, trata-se de uma

tecnologia que trabalha através de ondas dirigidas em determinados pontos focalizados em camadas mais profundas, como já descritas acima. Seus resultados são progressivos, e aparecem em aproximadamente 180 dias após a aplicação³³.

A frequência da aplicação do UMF vai depender do grau de envelhecimento da pele, e pode variar de uma vez ao ano, a cada 6 ou 3 meses. Houve um aumento no uso desse recurso na prática clínica para tratar flacidez e rugas faciais. Apesar de haver a garantia da segurança no uso ideal do método, a resposta biológica é bem fundamentada³³.

CONCLUSÃO

A busca por procedimentos estéticos não invasivos vem crescendo gradativamente a cada ano. Entre os inúmeros métodos e técnicas existentes no mercado, o ultrassom microfocado se destaca por inúmeros fatores, entre eles, o resultado duradouro e, consideravelmente, rápido.

O equipamento é capaz de atingir as camadas mais profundas e importantes da pele, sendo capaz de causar micro lesões sem que o tecido epitelial superficial e as adjacências sejam danificados. As lesões que o equipamento causa remodela o colágeno, que por sua vez, ocasiona a redução considerável da flacidez, e os resultados duram de 6 a 12 meses, de acordo com o grau de flacidez do paciente.

O ultrassom microfocado vem sendo bastante procurado para substituir procedimentos invasivos, apesar de estes ainda se mostrarem como primeira opção.

Embora os métodos invasivos apresentem um resultado duradouro e eficácia garantida, as técnicas não invasivas por meio de ação térmica ativam o sistema biológico do paciente, induzindo a remodelação das fibras de colágeno.

O equipamento também se mostra eficaz nas linhas de expressão, contorno e tom de pele. No mais, as evidências encontradas por meio dessa revisão são bastante relevantes, pois, apontam a eficiência do UMF no rejuvenescimento facial.

Ainda que os resultados sejam satisfatórios, é necessário que sejam realizados mais estudos na área, haja vista que a tecnologia não para de avançar, e que novas técnicas e métodos surgem desenfreadamente, bem como o aperfeiçoamento da já existente.

REFERÊNCIAS

1. Yalici-Armagan B, Elcin G. Evaluation of microfocused ultrasound for improving skin laxity in the lower face: a retrospective study. *Dermatol Ther.* 2020;33(6):e14132.
2. Khan U, Khalid N. A Systematic review of the clinical efficacy of micro-focused ultrasound treatment for skin rejuvenation and tightening. *Cureus.* 2021;13(12):e20163.
3. Debraj Shome MD, FRCS, MBA, Sapna Vadera MDS, M Shiva Ram MOptom, Stuti Khare MD, Rinky Kapoor MD. Use of micro-focused ultrasound for skin tightening of mid and lower face. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2019;7(12):e2498.
4. França JS, França JNC. Ultrassom microfocado no rejuvenescimento facial: uma revisão integrativa [completion of course work]. João Pessoa (PB): Centro Universitário João Pessoa; 2020.
5. Alam M, White LE, Martin N, Witherspoon J, Yoo S, West DP. Ultrasound tightening of facial and neck skin: a rater-blinded prospective cohort study. *J Am Acad Dermatol.* 2010;62(2):262-9.
6. White WM, Makin IR, Barthe PG, Slayton MH, Gliklich RE. Selective creation of thermal injury zones in the superficial musculoaponeurotic system using intense ultrasound therapy. *Arch Facial Plast Surg.* 2007;9(1):22-9.
7. Fabi SG, Few JW, Moinuddin S. Practical guidance for optimizing patient comfort during microfocused ultrasound with visualization and improving patient satisfaction. *Aesthet Surg J.* 2020;40(2):208-16.
8. Frangie C, Botero AH, Hennessey C, Mark CL, Sanford B, Shipman F, et al. *Milady cosmetologia: ciências gerais, da pele e das unhas.* São Paulo: Cengage Learning; 2018.
9. Harris MINC. *Pele: do nascimento à maturidade.* São Paulo: Senac; 2017.
10. Assis BPN. *Anatomia e fisiologia da pele.* In: Lyon S, Silva RC. *Dermatologia estética: medicina e cirurgia estética.* Rio de Janeiro: Medbook; 2014.
11. Azulay RD. *Dermatologia.* 7 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2017.
12. Vanso YN, Andrade AM, Oliveira JV, Ibanez LS, Malafaia MS. *Tecnologias de entrega de ingredientes ativos aplicados à dermocosméticos [completion of course work].* nima; 2021.
13. Rivitti EA. *Dermatologia de Sampaio e Rivitti.* 4 ed. São Paulo: Artes Médicas; 2018.
14. Petri V. *Guia de bolso de dermatologia.* Rio de Janeiro: Atheneu; 2017.

15. Esteves MLDB, Brandão BJE. Colágeno e o envelhecimento cutâneo. *BWS J.* 2022;5:1-10.
16. Alves R, Castro Esteves T, Trelles MA. Factores intrínsecos y extrínsecos implicados en el envejecimiento cutáneo. *Cir Plast Iberolat.* 2013;39(1):89-102.
17. Weinmüllner R, Zbiral B, Becirovic A, Stelzer EM, Nagelreiter F, Schosserer M, et al. Organotypic human skin culture models constructed with senescent fibroblasts show hallmarks of skin aging. *NPJ Aging Mech Dis.* 2020;6:4.
18. Vázquez F, Palacios S, Aleman N, Guerrero F. Changes of the basement membrane and type IV collagen in human skin during aging. *Maturitas.* 1996;25(3):209-15.
19. Panwar P, Lamour G, Mackenzie NWC, Yang H, Ko F, Li H, et al. Changes in structural mechanical properties and degradability of collagen during aging associated modifications. *J Biol Chem.* 2015;290(38):23291-306.
20. Coimbra DD, Uribe NC, Oliveira BS. “Quadrilização facial” no processo do envelhecimento. *Surg Cosmet Dermatol.* 2014;6(1):65-71.
21. Rohrich RJ, Avashia YJ, Ira L, Savetsky IL. Prediction of facial aging using the facial fat compartments. *Plast Reconstr Surg.* 2021;147:38S-42S.
22. Coimbra DD, Uribe NC, Oliveira BS. “Quadrilização facial” no processo do envelhecimento. *Surg Cosmet Dermatol.* 2014;6(1):65-71.
23. Alghoul M, Codner MA. Retaining ligaments of the face: review of anatomy and clinical applications. *Aesthet Surg J.* 2013;33(6):769-82.
24. Mokos ZB, Ćurković D, Kostović K, Ćeović R. Facial changes in the mature patient. *Clin Dermatol.* 2018;36(2):152-8.
25. Yalici-Armagan B, Elcin G. Evaluation of microfocused ultrasound for improving skin laxity in the lower face: a retrospective study. *Dermatol Ther.* 2020;33(6):e14132.
26. Khan U, Khalid N. A systematic review of the clinical efficacy of micro-focused ultrasound treatment for skin rejuvenation and tightening. *Cureus.* 2021;13(12):e20163.
27. Agne, JE. Eletrotermofototerapia. 2 ed. Santa Maria: O Autor; 2013.
28. Bazzo KDL. Utilização do ultrassom microfocado no tratamento dos sinais da idade: um estudo piloto [completion of course work]. Foz do Iguaçu (PR): Faculdade União das Américas; 2016.
29. Fabi SG, Goldman MP. Retrospective evaluation of micro-focused ultrasound for lifting and tightening the face and neck. *Dermatol Surg.* 2014;40(5):569-75.
30. Petkevicius AC. Estética in Rio : 13o. Congresso Científico Brasileiro de Estética. Rio de Janeiro: Triall; 2017.
31. Wulkan AJ, Fabi SG, Green JB. Microfocused ultrasound for facial photorejuvenation: a review. *Facial Plast Surg.* 2016;32(3):269-75.
32. Brobst RW, Ferguson M, Perkins SW. Noninvasive treatment of the neck. *Facial Plast Surg Clin North Am.* 2014;22:191-202.
33. Sbrogio GF. Efeitos do ultrassom microfocado no rejuvenescimento facial [monograph]. Sete Lagoas (MG): Faculdade Sete Lagoas - FACSETE; 2022.