

Radiofrequência ablativa fracionada: um estudo-piloto com 20 casos para rejuvenescimento da pálpebra inferior

Fractional ablative radiofrequency: a pilot study of twenty cases involving rejuvenation of the lower eyelid

Autores:

Gabriela Casabona¹
Carla Presti²
Merlei Manzini³
Carlos D'Apparecida Santos Machado Filho⁴

¹ Estagiária de cirurgia de Mohs da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP) – São Paulo (SP), Brasil.

² Residente do terceiro ano de dermatologia da Faculdade de Medicina do ABC (FMABC) – Santo André (SP), Brasil.

³ Estagiária de transplante capilar e tricologia da Faculdade de Medicina do ABC (FMABC) – Santo André (SP), Brasil.

⁴ Titular da disciplina de dermatologia da Faculdade de Medicina do ABC (FMABC) – Santo André (SP), Brasil.

Correspondência para:

Dra. Gabriela Casabona
Rua Dr. Veiga Filho 350 cjto 106
01229-000 – São Paulo – SP
E-mail: grcasabona@uol.com.br

Data de recebimento: 26/08/2013

Data de aprovação: 26/12/2013

Trabalho realizado na Faculdade de Medicina do ABC (FMABC) – Santo André (SP), Brasil.

Suporte Financeiro: Nenhum
Conflito de Interesses: Nenhum

RESUMO

Introdução: A pele é um marcador da idade cronológica e da aparência, de grande importância para a autoestima e a qualidade de vida. A radiofrequência ablativa fracionada é um dos tratamentos que visam retardar os efeitos do envelhecimento.

Objetivos: Descrever princípios de funcionamento, metodologia e resultados do rejuvenescimento em pálpebras inferiores tratadas com radiofrequência ablativa fracionada e consequente dano termal observado na histopatologia.

Métodos: Foram selecionadas 20 pacientes do sexo feminino com envelhecimento da pele da pálpebra inferior para tratamento com o método. Em uma delas, submetida concomitantemente à blefaroplastia superior, foi realizada a radiofrequência ablativa fracionada no fragmento de pele a ser retirado da pálpebra superior para estudo anatomopatológico e mensuração do dano termal. A avaliação dos resultados clínicos foi realizada através de comparação fotográfica e análise de questionários de satisfação respondidos pelas pacientes.

Resultados: A comparação fotográfica mostrou efeito de retração cutânea importante na pele das pálpebras inferiores, e a análise dos questionários revelou grau de satisfação significativo. Dez por cento dos pacientes apresentaram como complicação hiperpigmentação local reversível. Notou-se dano ablativo e não ablativo até derme reticular superficial com efeito termal desprezível nas laterais.

Conclusão: A radiofrequência ablativa fracionada mostrou-se segura, eficaz e de baixo custo, porém, mais estudos devem ser realizados para determinar os melhores parâmetros, assim como o número de sessões para obtenção do melhor resultado com menor percentual de efeitos colaterais.

Palavras-chave: tratamento por radiofrequência pulsada; rejuvenescimento; envelhecimento da pele; técnicas de ablação; coagulação por laser; lasers.

ABSTRACT

Introduction: The skin is a marker of chronological age and appearance, being important for self-esteem and quality of life. Fractional ablative radiofrequency is one of the treatments aimed at delaying the effects of aging.

Objective: To describe the operating principles, methodology, and results of rejuvenation of the lower eyelids when treated with fractional ablative radiofrequency, and the resulting thermal damage observed on histology.

Methods: Twenty female patients with aging skin on the lower eyelids were selected for treatment with this method. In one of the patients, who concurrently underwent upper blepharoplasty, ablative fractional radiofrequency was carried out on the skin fragment to be removed from the upper eyelid for anatomical-pathological examination and measurement of thermal damage. The evaluation of clinical results was performed using photographic comparison and analysis of satisfaction questionnaires answered by patients.

Results: Photographic comparison showed significant skin retraction effects on the skin of the lower eyelids, while the analysis of questionnaires revealed a significant degree of patient satisfaction. Ten percent of patients experienced reversible local hyperpigmentation as a complication. Ablative and non-ablative damage was observed up to the superficial reticular dermis, with negligible thermal effects on the sides.

Conclusion: Fractional ablative radiofrequency was proven safe, effective, and cost-effective in skin rejuvenation, nevertheless further studies should be conducted with the aim of determining the optimal parameters, as well as the ideal number of sessions needed to achieve the best result with the lowest percentage of side effects.

Keywords: pulsed radiofrequency treatment; rejuvenation; skin aging; ablation techniques; laser coagulation; lasers.

INTRODUÇÃO

A aparência é preocupação antiga da humanidade, fato que levou à criação de inúmeras práticas cosméticas.¹ A pele, por ser o órgão mais evidente do corpo humano, tornou-se um marcador da idade cronológica e da aparência, sendo importante fator para a autoestima e para a boa qualidade de vida. Os pacientes cada vez mais buscam tratamentos que visam retardar os efeitos do envelhecimento, sejam eles relacionados com o avanço da idade ou mesmo ocasionados pelas ações do meio ambiente.²

A região palpebral é um dos primeiros locais a sofrer esses efeitos não só porque a derme local é fina (a espessura total da pele varia entre 400 e 800 micras), como também por ser área cosmética pequena, em que a ação da musculatura promove reabsorção da gordura profunda e favorece a quebra das fibras colágenas periorbitárias.³ O rejuvenescimento dessa área envolve muito mais do que apenas a melhora da pele; são necessárias também volumização local, correção da hipertrofia muscular e melhora da sustentação tarsal, o que se consegue, em geral, através de técnicas invasivas, como blefaroplastia, toxina botulínica e preenchimento.³

Para o sucesso no rejuvenescimento dessa área cosmética tão importante deve ser feito exame acurado da pálpebra e de sua estrutura de sustentação que é a lamela posterior (septo, bolsas de gordura e tarso), e da lamela anterior (pele, subcutâneo e músculo orbicular).⁴ Uma das grandes preocupações no uso de qualquer técnica de rejuvenescimento da pele da pálpebra inferior consiste em não causar retração da lamela anterior a ponto de gerar ectrópio como complicação. Assim, a profundidade da pele atingida pela técnica e a densidade são de grande importância.⁵ Outras complicações menores, como hiperpigmentação, eritema persistente e hipocromia, também estão descritas.

Peelings químicos com ácido tricloroacético (ATA) e fenol (fórmula descrita por Baker Gordon) foram as primeiras técnicas para melhora da pele da pálpebra inferior.⁶ O *peeling* de ATA 50% ou fenol produz coagulação de proteínas até a derme papilar ou reticular, e sua penetração muitas vezes não é previsível, como nas tecnologias com laser.⁷ Em sua maioria as complicações são relacionadas a infecção, hipopigmentação focal, hiperpigmentação pós-inflamatória e eritema persistente, mas não ectrópio.⁸ Posteriormente, algumas tecnologias ablativas, como radiofrequência ablativa e laser de CO₂ não fracionados, foram largamente usadas. Essas tecnologias davam maior precisão ao tratamento, podendo chegar a profundidades acima de 1mm, o que significa lesão térmica de toda a lamela anterior; muitas vezes causavam ectrópio.⁹ Grandes inconvenientes dessas técnicas eram também o período de recuperação após o procedimento (de sete a dez dias) e as complicações que, segundo Alster, em levantamento, feito em 2003, de 500 casos de CO₂ não fracionado, chegavam a 37%.¹⁰ Com o aparecimento das tecnologias fracionadas muitos dos problemas acima foram sanados.¹¹ Houve redução de 40% para 9% de complicações do tipo hiperpigmentação e raros casos de ectrópio. O período de recuperação diminuiu, mas muitas vezes havia necessidade de mais de uma sessão para se obter resultados semelhantes.¹² Esse é um dos motivos

que nos incentivou a pesquisa de novas possibilidades terapêuticas para o rejuvenescimento cutâneo, entre elas a radiofrequência ablativa fracionada (RFAF).

A eletrocirurgia de alta frequência teve seu início em 1978 quando Maness e col.¹³ definiram a frequência ideal para corte e coagulação de uma corrente alternada, ou seja, que alterna sua polaridade em 4.000.000 ciclos/segundo. Essa frequência está na faixa de rádio FM, passando por isso a ser chamada de radiofrequência. Correntes alternadas de alta frequência geram campo magnético que é liberado na ponta do eletrodo acoplado ao aparelho, de tal maneira que a ação do sistema será obtida por ondas eletromagnéticas e não por corrente elétrica, o que explica efeito muito semelhante ao laser de CO₂. Trata-se, portanto, de um processo de corte e/ou coagulação, dependendo do tipo de corrente selecionada. Se a corrente for frenada, será de coagulação; se for sinusoidal pura, será de corte; se for sinusoidal frenada, será de corte com coagulação. A intensidade de “freios” adicionados à corrente (*low blend* ou *high blend*) determinará a intensidade de coagulação ou efeito termal. A alta frequência faz com que cargas negativas e positivas oscilem dentro das células elevando a temperatura rapidamente a 100°C e acarretando sua vaporização. O tipo de ponteira usada vai determinar a concentração de energia num ponto; então, quanto menor a área de contato (ponta do eletrodo), maior o poder de ablação ou evaporação. Existem três modos de aplicação: *Cut* (20% de coagulação e 80% corte), *Low Blend* (50% de coagulação e 50% corte) e *High Blend* (80% coagulação e 20% corte).

Desde a descoberta, por Rox Anderson,¹⁴ das vantagens do fracionamento aplicado a algumas formas de luz para o rejuvenescimento cutâneo, várias outras pesquisas foram feitas, e hoje temos diferentes tipos de aparelhos de laser, radiofrequência e infravermelho que se utilizam dessa propriedade como forma de manter os tratamentos mais seguros e eficazes. Iniciou-se, então, o desenvolvimento do fracionamento da RFAF. Os primeiros intentos, com sucesso, do uso da radiofrequência ablativa não fracionada para rejuvenescimento foram para *resurfacing* da pálpebra inferior. São, porém muito dependentes do operador e provocaram complicações por excesso de efeito termal.

A radiofrequência é radiação entre 30KHz e 300MHz no espectro eletromagnético que gera calor. Esse tipo de calor alcança os tecidos mais profundos, criando energia e forte calor sobre as camadas mais profundas da pele, mantendo a superfície resfriada e protegida, ocasionando a contração das fibras colágenas existentes e estimulando a formação de novas fibras, tornando-as mais eficientes na sustentação da pele. Os efeitos térmicos da radiofrequência provocam a desnaturação do colágeno, promovendo imediata e efetiva contração de suas fibras, ativando fibroblastos e levando à neocolagenese, à reorganização das fibras colágenas e ao subsequente remodelamento do tecido.^{15,16} A RFAF é procedimento novo que utiliza sistema de fracionamento energético randômico que respeita o tempo de relaxamento térmico tecidual de maneira semelhante ao laser de CO₂ fracionado, porém empregando fonte energética distinta.^{17,18}

Objetivos

- Demonstrar, através do tratamento de pálpebras inferiores com RFAF, o efeito *tightening*, ou seja, de contração do tecido com melhora da textura e aspecto da pele e seu consequente rejuvenescimento.
- Demonstrar, através de estudo anatomopatológico, o efeito termal RFAF na pele submetida a esse procedimento e tentar quantificá-lo.

MÉTODOS

Estudo prospectivo, para o qual foram selecionadas aleatoriamente 20 pacientes do Ambulatório de Dermatologia da Faculdade de Medicina do ABC, que desejavam rejuvenescimento periorbitário e que apresentavam redundância da pele palpebral inferior. Foi indicada a RFAF como método para melhora da pele da pálpebra inferior. Casos de protrusão das bolsas de gordura foram tratados com blefaroplastia transconjuntival para que a pele não fosse tocada. Foram incluídas pacientes com fototipos I – IV, com idade entre 40 e 65 anos, do sexo feminino. As pacientes foram orientadas a usar fotoproteção solar 50 durante pelo menos 30 dias antes do procedimento e suspender uso de retinoides tópicos uma semana antes. O estudo foi realizado segundo as diretrizes recomendadas pela Declaração de Helsinki de 2000, atualizada em 2008; todas as pacientes assinaram termo de consentimento livre esclarecido para o procedimento e termo para autorização de fotografia.

Em uma das pacientes que foi concomitantemente submetida à blefaroplastia superior, realizamos disparos com a mesma configuração utilizada nas pálpebras inferiores na pele a ser retirada, que foi enviada para estudo histopatológico, realizado em cortes verticais e horizontais corados por hematoxilina e eosina.

Todos os procedimentos foram realizados sob anestesia local infiltrativa com solução de soro fisiológico 0,9% 30ml associado à lidocaína 2% 10ml, adrenalina 1/1000 0,4ml e bicarbonato de sódio 8,4% 1ml. Os pacientes foram submetidos a sessão única de radiofrequência ablativa fracionada com três passadas na pálpebra inferior, o que significa que 80% da pele da região foi tratada. A pele foi umidificada com gaze e soro fisiológico estéril com cuidado para não deixar excesso de soro sobre a superfície cutânea (filme de líquido) evitando assim possível queimadura local pelo aquecimento desse filme de líquido. Empregou-se aparelho Wavetronic 5000 (Loktal Medical Electronics Industria e Comércio Ltda, São Paulo, SP) e a ele acoplou-se o sistema megapulse HF FRAXX (Loktal Medical Electronics Industria e Comércio Ltda, São Paulo, SP) dotado de circuito eletrônico de fracionamento de energia, por sua vez conectado a uma caneta com 64 microagulhas de 0,2mm espessura e 0,8mm de comprimento montadas em corpo de teflon, divididas em oito colunas de oito agulhas cada. A seguir configuramos os parâmetros. Selecionamos potência de 60% no potenciômetro do Wavetronic 5000 que equivale a 46watts e a opção *Cut*. A caneta foi mantida sempre perpendicular e encostada na pele umedecida e entre um disparo e outro usamos um *overlap* de 2mm para que aplicação ficasse bastante uniforme. Quando comprimimos

o pedal de disparo, as 64 agulhas da caneta não são energizadas ao mesmo tempo, mas sim em colunas de oito agulhas em sequência preestabelecida – no caso, a sequência denominada 2. Essa seleção realiza-se pela tecla P (programa), seguida pela tecla E (*enter*). A entrega da energia é randomizada, ou seja, transaciona entre as colunas de forma predeterminada, de tal maneira que duas colunas subjacentes não disparam em sequência, o que permite resfriamento entre os disparos e menor dano térmico (Figura 1).

O sistema megapulse permite, através da tecla *ACTIVE*, que nada mais é do que o tempo ativo de corrente ou o tempo em que a pele fica exposta ao calor, selecionar o tempo de corrente em milissegundos (ms) de cada coluna de oito agulhas. A variação é de 0 a 320ms. Selecionamos 60ms. Além disso, também permite variar o tempo de repouso ou tempo de relaxamento térmico entre as oito colunas através da tecla *DELAY*, que varia entre 60 e 320ms. Selecionamos 60ms. Através de aplicações seriadas anteriores em pele de porco, descobriu-se que o valor ideal de *Active* e *Delay* seria 60 milissegundos (mseg) para que a lesão térmica se assemelhasse à de um laser de CO₂ fracionado. A escolha inicial desses parâmetros foi realizada pensando-se em termos de quantidade de energia suficiente (345mJ) para o tratamento com segurança (Figura 2). Cada disparo da caneta realizará 64 perfurações na pele (Figura 3).

Os cuidados pós-tratamento foram o uso de solução de dexpanthenol a 5% no local várias vezes ao dia durante cinco dias e mantido filtro solar FPS 50.¹⁹

Os resultados clínicos foram avaliados comparando-se as fotos tiradas antes e 30 dias depois do procedimento; e as pacientes responderam a questionário com relação a sua satisfação, classificada em três categorias: muito satisfeita, satisfeita e insatisfeita.

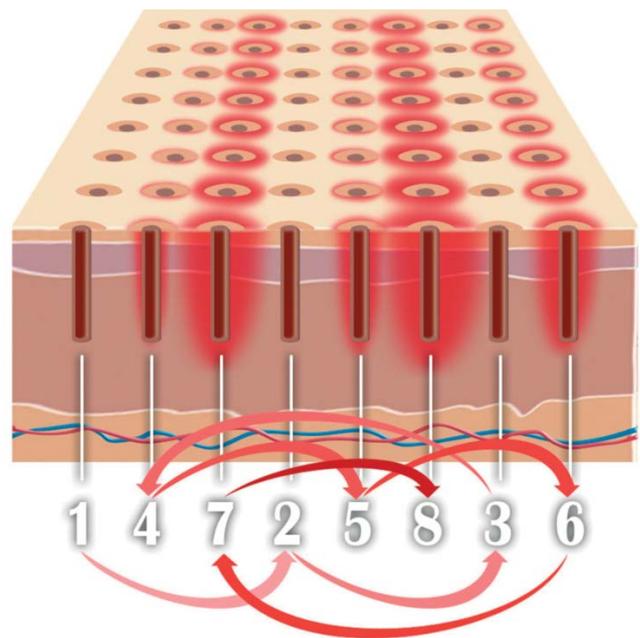


FIGURA 1: Fracionamento do disparo (sequência de coluna)

A avaliação histopatológica foi realizada através da medição em milímetros (mm) do efeito termal na pele.

RESULTADOS

Avaliando-se as fotos tiradas antes e depois do procedimento pudemos observar, com sessão única de radiofrequência fracionada, o efeito de contração na pele das pálpebras inferiores com consequente melhora da textura cutânea e diminuição das rítes locais (Figuras 4 e 5).

Das 20 pacientes, 18 ficaram muito satisfeitas (90%) e apenas duas (10%) apenas satisfeitas com os resultados. Duas (10%) apresentaram hiperpigmentação pós-inflamatória da região tratada, que se resolveu após o uso da combinação hidroquinona/tretinoína tópica durante 15 dias. Em todos os casos as crostas se formaram em até dois dias após o procedimento e demoraram, em média, 10 dias para desaparecer. O eritema teve duração média de 17 dias, e o edema durou três dias.

Com relação ao estudo anatomopatológico do corte vertical, verificou-se que o furo da agulha na epiderme, ou seja, a perfuração ablativa, mediou 0,1mm (100µm), e o efeito termal na derme ou efeito não ablativo mostrou sua destruição medindo 0,1mm (100µm) de profundidade com desprezível efeito termal lateral (Figura 6). Já no corte horizontal, observamos o efeito termal na derme subjacente ao furo da agulha e o espaçamento de 1mm entre as agulhas com preservação total de tecido entre as perfurações (Figura 7).

DISCUSSÃO

A RFAF constitui mais uma possibilidade para o tratamento do envelhecimento cutâneo. É procedimento que emite ondas que alcançam as camadas mais profundas da pele, gerando sobre elas energia e forte calor, porém mantendo a superfície resfriada e protegida. Pudemos observar que o procedimento consegue atingir a profundidade de 100 micras, ou seja, atinge derme papilar, em que causa ablação e coagulação de proteínas ao redor pelo dano térmico residual. Isso tanto leva à contração das fibras colágenas existentes quanto estimula a formação de novas fibras, tornando-as mais eficientes na sustentação da pele. O resultado deste estudo mostrou que esse procedimento pode



FIGURA 3: Aspecto das perfurações visto por lupa estereoscópica

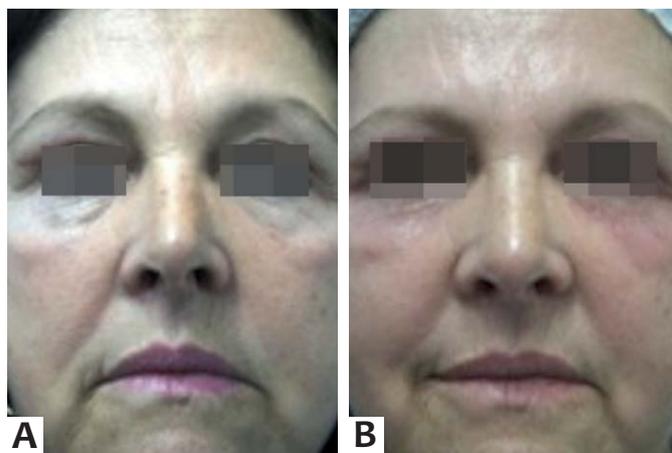


FIGURA 4: **A:** Foto pré-tratamento – observar flacidez e rítes em pálpebras inferiores **B:** Foto 30 dias após sessão de RFAF mostrando melhora da textura e flacidez da pele e atenuação das rítes

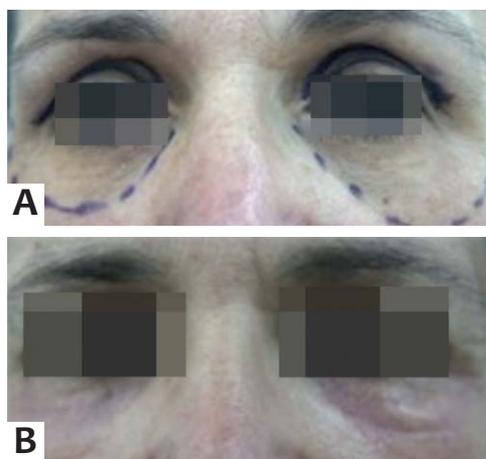


FIGURA 5: **A:** Foto pré-tratamento – observar flacidez e rítes em pálpebras inferiores **B:** Foto 30 dias após sessão de RFAF mostrando melhora da textura e flacidez da pele e atenuação das rítes



FIGURA 2: Seleção do tempo de corrente de cada coluna (60ms) e do tempo de relaxamento entre as colunas (60ms)

ser considerado tratamento útil para o rejuvenescimento periorbitário e por esse motivo há, hoje, vários estudos em andamento tentando demonstrar esses efeitos não só nas pálpebras, mas em toda a face, em cicatrizes de acne, cicatrizes inestéticas e estrias

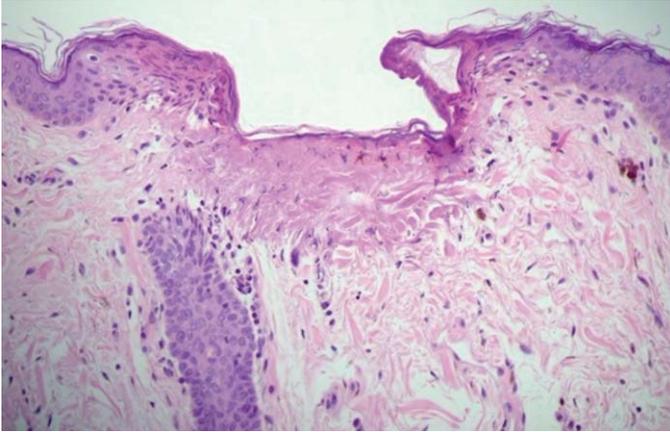


FIGURA 6: Controle histológico corado pela técnica de HE, mostrando 0,1mm de efeito ablativo na epiderme e 0,1mm de efeito não ablativo na derme com mínimo efeito lateral

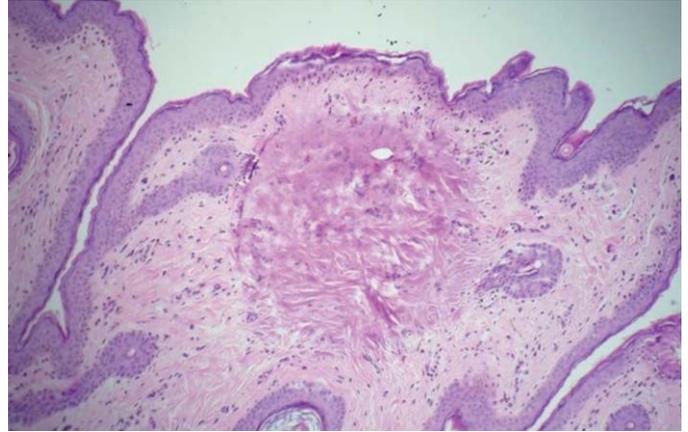


FIGURA 7: Corte horizontal mostrando efeito termal não ablativo na base da agulha medindo 200µm correspondendo ao diâmetro da agulha com mínimo efeito termal lateral

atróficas recentes e antigas. Os efeitos colaterais foram facilmente resolvidos com conduta expectante, hidratação adequada, proteção solar e terapêutica tópica clareadora pós-operatória.²⁰

Essa técnica tem permitido rejuvenescimento bastante interessante com baixo custo e baixo índice de complicações. Por ser aparelho que não tem consumíveis e não necessita obrigatoriamente de resfriadores e nem de fonte de luz, torna-se mais acessível e de mais fácil manutenção quando comparado ao laser, além de demonstrar resultados muito semelhantes.^{21,22}

O tratamento do envelhecimento da pele periorcular é um desafio, e há muito tempo novas tecnologias vêm surgindo, a maioria com resultados insatisfatórios.

O laser de CO₂ até hoje vem-se destacando, tanto nos resultados cosméticos quanto na baixa incidência de efeitos colaterais e rápida recuperação pós-operatória. Tem, entretanto, alto custo, o que limita seu uso.²³⁻²⁷

Algumas das limitações deste estudo consistem no fato de ter sido realizada apenas uma sessão de radiofrequência, o que pode afetar o resultado final real. Há estudos em andamento

mostrando resultados clínicos significativos com o número de sessões variando de três a cinco. Não podemos afirmar, portanto, que os resultados que obtivemos seriam os melhores possíveis. Além disso não há consenso ainda a respeito do número de passadas ideais e nem do número de sessões máximas ou mínimas para um resultado considerado ótimo.

Ainda há muito a ser estudado nesse novo recurso terapêutico, como análise da área tratada a longo prazo com exame anatomopatológico, definição de padrões na energia aplicada, novas possibilidades terapêuticas e até comparações dos parâmetros utilizados no laser de CO₂ para o mesmo escopo.

CONCLUSÃO

A RFAF neste trabalho mostrou-se segura, eficaz e de baixo custo no arsenal do rejuvenescimento periorbitário como em outros estudos já publicados.⁶ Mais estudos devem ser realizados para determinar os melhores parâmetros, assim como número ideal de sessões para obtenção do melhor resultado com menor percentual de efeitos colaterais. ●

AGRADECIMENTO

Ao Dr. Gilles Landmann (patologista) a realização do estudo histopatológico.

REFERÊNCIAS

1. Tierney EP, Hanke CW. Recent trends in cosmetic and surgical procedure volumes in dermatologic surgery. *Dermatol Surg.* 2009;35(9):1324-33.
2. Louarn C. Midface region: functional anatomy, ageing process, indications and concentric malar lift. *Ann Chir Plast Esthet.* 2009;54(5):411-20.
3. McKinney P, Zukowski ML, Mossie R. The fourth option: a novel approach to lower-lid blepharoplasty. *Aesthetic Plast Surg.* 1991;15(4):293-6.
4. Roberts TL 3rd. Laser blepharoplasty and laser resurfacing of the periorbital area. *Clin Plast Surg.* 1998;25(1):95-108.
5. Nanni CA, Alster TS. Complications of carbon dioxide laser resurfacing. An evaluation of 500 patients. *Dermatol Surg.* 1998;24(3):315-20.
6. Glogau RG, Matarasso SL. Chemical peels. Trichloroacetic acid and phenol. *Dermatol Clin.* 1995;13(2):263-76.
7. Stuzin JM. Phenol peeling and the history of phenol peeling. *Clin Plast Surg.* 1998;25(1):1-19.
8. Dailey RA, Gray JF, Rubin MG, Hildebrand PL, Swanson NA, Wobig JL, et al. Histopathologic changes of the eyelid skin following trichloroacetic acid chemical peel. *Ophthalmol Plast Reconstr Surg.* 1998;14(1):9-12.
9. Haina D, Landthaler M, Braun-Falco O, Waidelich W. Comparison of the maximum coagulation depth in human skin for different types of medical lasers. *Lasers Surg Med.* 1987;7(4):355-62.
10. Tanzi EL, Alster TS. Single-pass carbon dioxide versus multiple-pass Er:YAG laser skin resurfacing: a comparison of postoperative wound healing and side-effect rates. *Dermatol Surg.* 2003 Jan;29(1):80-4.
11. Manstein D, Herron GS, Sink RK, Tanner H, Anderson RR. Fractional photothermolysis: a new concept for cutaneous remodeling using microscopic patterns of thermal injury. *Lasers Surg Med.* 2004;34(5):426-38.
12. Neumann KC, Baca ME, Piazza RC 3rd, VanderWoude DL, Renucci JD. Outcomes of fractional CO₂ laser application in aesthetic surgery: a retrospective review. *Aesthet Surg J.* 2010;30(6):845-52.
13. Maness WL, Rober FW, Clark RE, Cataldo E, Haddad AW. Tissue damage from electrosurgical power output variations in hamster tongues. *J Prosthet Dent.* 1979;42(4):456-60.
14. Alexiades-Armenakas MR, Dover JS, Arndt KA. Fractional laser skin resurfacing. *J Drugs Dermatol.* 2012;11(11):1274-87.
15. Maness WL, Roeber FW, Clark RE, Cataldo E, Riis D, Haddad AW. Histologic evaluation of electrosurgery with varying frequency and waveform. *J Prosthet Dent.* 1978;40(3):304-8.
16. Bloom BS, Emer J, Goldberg DJ. Assessment of safety and efficacy of a bipolar fractionated radiofrequency device in the treatment of photo-damaged skin. *J Cosmet Laser Ther.* 2012;14(5):208-11.
17. Tierney EP, Hanke CW, Petersen J. Ablative fractionated CO₂ laser treatment of photoaging: a clinical and histologic study. *Dermatol Surg.* 2012;38(11):1777-89.
18. Kohl E, Meierhöfer J, Koller M, Zeman F, Klein A, Hohenleutner U, et al. Fractional carbon dioxide laser resurfacing of rhytides and photoaging: a prospective study using profilometric analysis. *Br J Dermatol.* 2013 Dec 26. doi: 10.1111/bjd.12807. [Epub ahead of print].
19. Wanitphakdeedecha R, Phuardchantuk R, Manuskiatti W. The use of sunscreen starting on the first day after ablative fractional skin resurfacing. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2013 Dec 10. doi: 10.1111/jdv.12332. [Epub ahead of print].
20. Hruza G, Taub AF, Collier SL, Mulholland SR. Skin rejuvenation and wrinkle reduction using a fractional radiofrequency system. *J Drugs Dermatol.* 2009;8(3):259-65.
21. Cho SI, Chung BY, Choi MG, Baek JH, Cho HJ, Park CW, Lee CH, Kim HO. Evaluation of the clinical efficacy of fractional radiofrequency micro-needle treatment in acne scars and large facial pores. *Dermatol Surg.* 2012;38(7 Pt 1):1017-24.
22. Ancona D, Katz BE. A prospective study of the improvement in periorbital wrinkles and eyebrow elevation with a novel fractional CO₂ laser-the fractional eyelift. *J Drugs Dermatol.* 2010;9(1):16-21.
23. Luo YJ, Xu XG, Wu Y, Xu TH, Chen JZ, Gao XH, et al. Split-face comparison of ultrapulse-mode and superpulse-mode fractionated carbon dioxide lasers on photoaged skin. *J Drugs Dermatol.* 2012;11(11):1310-4.
24. Passeron T. Lasers. *Ann Dermatol Venereol.* 2012;139 (Suppl 4):S159-65.
25. Tierney EP, Hanke CW. Ablative fractionated CO₂ laser resurfacing for the neck: prospective study and review of the literature. *J Drugs Dermatol.* 2009;8(8):723-31.
26. Hunzeker CM, Weiss ET, Geronemus RG. Fractionated CO₂ laser resurfacing: our experience with more than 2000 treatments. *Aesthet Chan HH, Manstein D, Yu CS, Shek S, Kono T, Wei WI. The prevalence and risk factors of post-inflammatory hyperpigmentation after fractional resurfacing in Asians. Lasers Surg Med.* 2007;39(5):381-5.
27. Chan HH, Manstein D, Yu CS, Shek S, Kono T, Wei WI. The prevalence and risk factors of post-inflammatory hyperpigmentation after fractional resurfacing in Asians. *Lasers Surg Med.* 2007;39(5):381-5.