

DERMATOLOGIA E PROCEDIMENTOS ESTÉTICOS

Edição XXI

CAPÍTULO 12

ESTRESSE OXIDATIVO E INFLAMAÇÃO CUTÂNEA NA DERMATOLOGIA ESTÉTICA

CAROLINA MANSUR FARIA¹
CLARA BOTELHO COSTA¹
VIVIAN GOMES TAVEIRA SAMPAIO KUBRUSLY²

1. Discente – Medicina da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

2. Docente – Medicina da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

Palavras-chave: Estresse Oxidativo; Fotoenvelhecimento; Dermatologia Estética.

DOI

10.59290/2027150596

EP EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

O estresse oxidativo corresponde ao desequilíbrio entre a produção de espécies reativas de oxigênio (ROS) e a capacidade antioxidante do organismo, promovendo alterações celulares e danos celulares e teciduais progressivos. As ROS são produzidas fisiologicamente durante o metabolismo celular, especialmente nas mitocôndrias, desempenhando funções importantes na sinalização celular e nos mecanismos de defesa do organismo. Entretanto, quando produzidas em excesso, podem desencadear processos inflamatórios, dano oxidativo ao DNA, proteínas e lipídios de membrana, contribuindo para o envelhecimento celular e para o desenvolvimento de diversas alterações dermatológicas (PILLAI *et al.*, 2005).

A pele representa a principal barreira de proteção do organismo contra agentes externos e encontra-se continuamente exposta a fatores ambientais capazes de induzir a formação excessiva de radicais livres. Entre os principais fatores extrínsecos relacionados ao aumento do estresse oxidativo cutâneo destacam-se a radiação ultravioleta, a poluição atmosférica, o tabagismo, a alimentação inadequada e o estresse emocional crônico. Associados ao envelhecimento fisiológico, esses fatores promovem alterações estruturais e funcionais importantes na pele, favorecendo o envelhecimento precoce e o desenvolvimento de alterações estéticas cutâneas (BAUMANN, 2007). Além disso, alterações estruturais da epiderme e da derme relacionadas ao envelhecimento favorecem redução da capacidade antioxidante cutânea e maior suscetibilidade ao dano oxidativo (SAMPAIO; RIVITTI, 2018).

A radiação ultravioleta constitui um dos principais agentes relacionados ao fotoenvelhecimento cutâneo, sendo responsável pela geração excessiva de espécies reativas de oxigênio

e pela ativação de vias inflamatórias celulares. A exposição solar crônica estimula a produção de citocinas pró-inflamatórias e a ativação de metaloproteinases da matriz extracelular, enzimas responsáveis pela degradação de fibras de colágeno e elastina da derme. Como consequência, ocorre perda da elasticidade cutânea, surgimento de rugas, flacidez e alterações da textura da pele (FISHER *et al.*, 2002).

Além disso, estudos recentes demonstram que a inflamação crônica de baixa intensidade associada ao envelhecimento, denominada “*inflammaging*”, possui papel relevante na fisiopatologia do envelhecimento cutâneo. Esse processo caracteriza-se pela persistência de mediadores inflamatórios que favorecem o dano oxidativo contínuo e a degradação progressiva da matriz extracelular, contribuindo para o comprometimento funcional e estético da pele (FRANCESCHI; CAMPISI, 2014).

Nesse contexto, a dermatologia estética contemporânea tem direcionado crescente atenção ao desenvolvimento de estratégias terapêuticas antioxidantes e anti-inflamatórias capazes de minimizar os danos oxidativos e retardar o envelhecimento cutâneo. Entre as principais abordagens utilizadas destacam-se a fotoproteção, antioxidantes tópicos e sistêmicos, como vitamina C, vitamina E, niacinamida e resveratrol, além de procedimentos estéticos voltados à bioestimulação de colágeno e reparação cutânea (DRAELOS, 2010).

Dessa forma, compreender os mecanismos envolvidos no estresse oxidativo e na inflamação cutânea torna-se fundamental para o desenvolvimento de estratégias preventivas e terapêuticas mais eficazes na dermatologia estética. Assim, o presente estudo tem como objetivo discutir os mecanismos fisiopatológicos relacionados ao estresse oxidativo cutâneo e sua associação com o envelhecimento da pele, bem

como abordar as principais estratégias terapêuticas antioxidantes utilizadas na dermatologia estética contemporânea.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura realizada no período de maio a junho de 2026, por meio de pesquisas nas bases de dados PubMed, Medline e SciELO, além de consulta em livros científicos da área da dermatologia estética. Foram utilizados os seguintes descritores em inglês e português: “*oxidative stress*”, “*skin aging*”, “*photoaging*”, “*inflammaging*”, “”, “*antioxidants*”, “estresse oxidativo”, *reactive oxygen species* “fotoenvelhecimento”, “inflamação cutânea” e “dermatologia estética”.

Os critérios de inclusão adotados foram: artigos científicos publicados nos idiomas inglês e português, disponibilizados na íntegra, publicados preferencialmente nos últimos 10 anos e que abordassem a relação entre estresse oxidativo, inflamação cutânea, envelhecimento da pele e terapias antioxidantes na dermatologia estética. Também foram incluídos estudos clássicos amplamente utilizados na literatura científica para fundamentação fisiopatológica do tema, além de capítulos de livros científicos reconhecidos na área da dermatologia.

Os critérios de exclusão compreenderam artigos duplicados, trabalhos publicados apenas em formato de resumo, estudos que não abordavam diretamente a temática proposta e publicações sem relevância científica para os objetivos deste estudo.

Após a aplicação dos critérios de seleção, os artigos foram submetidos à leitura detalhada para análise e extração das principais informações relacionadas aos mecanismos fisiopatológicos do estresse oxidativo cutâneo, aos fatores associados ao fotoenvelhecimento, ao processo de “*inflammaging*” e às principais estratégias

terapêuticas antioxidantes utilizadas na dermatologia estética contemporânea. Os resultados foram organizados de forma descritiva e divididos em categorias temáticas para melhor compreensão do conteúdo abordado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da literatura evidencia que o estresse oxidativo desempenha papel central nos processos de envelhecimento cutâneo e no desenvolvimento de alterações estéticas da pele. As espécies reativas de oxigênio (ROS), quando produzidas em níveis superiores à capacidade antioxidante do organismo, promovem danos ao DNA, às proteínas estruturais e aos lipídios de membrana, comprometendo a integridade celular e favorecendo o aparecimento de sinais clínicos do envelhecimento.

Entre os fatores extrínsecos relacionados ao aumento da produção de ROS, a radiação ultravioleta destaca-se como o principal agente desencadeador do fotoenvelhecimento. A exposição solar crônica promove ativação de vias inflamatórias intracelulares, aumento da produção de citocinas pró-inflamatórias e ativação de metaloproteínases da matriz extracelular. Essas enzimas degradam fibras de colágeno e elastina, responsáveis pela sustentação e elasticidade da pele, contribuindo para o surgimento de rugas, flacidez e alterações da textura cutânea (FISHER *et al.*, 2002).

Inflamação crônica e “*inflammaging*”

Estudos recentes demonstram que o envelhecimento cutâneo não está relacionado apenas ao dano oxidativo direto, mas também à manutenção de um estado inflamatório crônico de baixa intensidade, conhecido como “*inflammaging*”. Esse processo caracteriza-se pela produção persistente de mediadores inflamatórios, mesmo na ausência de infecções ou agressões

agudas, sendo considerado um dos principais mecanismos biológicos associados ao envelhecimento. Entre os mediadores mais envolvidos destacam-se as citocinas pró-inflamatórias, como interleucina-6 (IL-6), fator de necrose tumoral alfa (TNF- α) e interleucina-1 β (IL-1 β), que contribuem para a manutenção do microambiente inflamatório e para a progressão do dano tecidual (FRANCESCHI; CAMPISI, 2014).

Na pele, o *inflammaging* está intimamente relacionado ao aumento da produção de espécies reativas de oxigênio e à redução gradual da capacidade antioxidante celular. Esse desequilíbrio promove ativação contínua de vias de sinalização inflamatória, como NF- κ B e AP-1, responsáveis pela expressão de genes envolvidos na resposta inflamatória e na produção de metaloproteínas da matriz extracelular. Como consequência, ocorre degradação progressiva das fibras de colágeno e elastina, comprometendo a firmeza, a elasticidade e a capacidade de reparação cutânea.

Além da radiação ultravioleta, fatores como poluição atmosférica, tabagismo, alimentação inadequada e estresse emocional também contribuem para a manutenção desse ambiente pró-inflamatório. Esses fatores aceleram o envelhecimento cutâneo ao potencializarem os mecanismos oxidativos e favorecerem alterações estruturais da epiderme e da derme.

Ademais, a senescência celular desempenha papel importante nesse processo. Células envelhecidas permanecem metabolicamente ativas e passam a secretar diversas substâncias pró-inflamatórias, fenômeno conhecido como fenótipo secretor associado à senescência (SASP – *Senescence-Associated Secretory Phenotype*). Essas moléculas amplificam a inflamação local e favorecem a perpetuação do estresse oxidativo, estabelecendo um ciclo contínuo de dano

celular e remodelação inadequada da matriz extracelular.

Dessa forma, o *inflammaging* representa um elo fundamental entre envelhecimento, estresse oxidativo e alterações estéticas da pele, contribuindo para o surgimento de rugas, flacidez, perda da elasticidade e alterações da textura cutânea. A compreensão desses mecanismos tem impulsionado o desenvolvimento de estratégias terapêuticas voltadas não apenas para o combate aos radicais livres, mas também para a modulação da resposta inflamatória associada ao envelhecimento.

Estratégias terapêuticas na dermatologia estética

Diante da importância do estresse oxidativo na fisiopatologia do envelhecimento da pele, a dermatologia estética tem direcionado esforços para o desenvolvimento de estratégias preventivas e terapêuticas capazes de reduzir os danos oxidativos. A fotoproteção permanece como a principal medida preventiva, uma vez que reduz significativamente a formação de espécies reativas de oxigênio induzidas pela radiação ultravioleta.

Entre os antioxidantes mais utilizados destacam-se a vitamina C, a vitamina E, a niacina-mida e o resveratrol. Esses compostos atuam neutralizando radicais livres, reduzindo a inflamação e favorecendo a síntese de colágeno, contribuindo para a melhora da qualidade e da aparência da pele. Além disso, procedimentos estéticos voltados à bioestimulação de colágeno, como microagulhamento, radiofrequência e tecnologias baseadas em energia, têm demonstrado resultados promissores na reparação cutânea e no retardamento dos sinais do envelhecimento.

Dessa forma, os estudos analisados demonstram que o controle do estresse oxidativo e da inflamação cutânea representa uma estratégia

fundamental para a prevenção do fotoenvelhecimento e para a manutenção da saúde e estética da pele. A associação entre medidas preventivas, hábitos de vida saudáveis e terapias antioxidantes constitui atualmente uma das principais abordagens da dermatologia estética contemporânea.

CONCLUSÃO

Este estudo indica que o desequilíbrio entre a produção de espécies reativas ao oxigênio (ROS) e a capacidade antioxidante do organismo favorece o desenvolvimento do estresse oxidativo, contribuindo para o envelhecimento cutâneo e para o surgimento de alterações na pele. Considerando que a pele constitui a principal barreira de proteção do corpo contra agentes externos, sua integridade deve ser preservada por meio de estratégias capazes de reduzir

os danos causados pelos radicais livres. Nesse contexto, a prevenção do estresse oxidativo deve ser considerada um importante foco dos cuidados com a saúde da pele, uma vez que pode auxiliar na manutenção de suas funções protetoras e na redução dos sinais de envelhecimento precoce.

A dermatologia estética surge como uma importante aliada nesse processo, oferecendo procedimentos e tratamentos que auxiliam na proteção, reparação e renovação cutânea, minimizando os efeitos dos danos oxidativos. Entretanto, novos estudos devem ser realizados para ampliar o conhecimento sobre os mecanismos envolvidos no estresse oxidativo e para avaliar a eficácia das diferentes abordagens dermatológicas na prevenção e no tratamento dessas alterações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAUMANN, L. Skin ageing and its treatment. *Journal of Pathology*, v. 211, p. 241, 2007. doi: 10.1002/path.2098.

DRAELOS, Z.D. Nutrition and enhancing youthful-appearing skin. *Clinics in Dermatology*, v. 28, p. 400, 2010. doi: 10.1016/j.clindermatol.2010.03.019.

FISHER, G.J. *et al.* Mechanisms of photoaging and chronological skin aging. *Archives of Dermatology*, v. 138, p. 1462, 2002. doi: 10.1001/archderm.138.11.1462.

FRANCESCHI, C.; CAMPISI, J. Chronic inflammation (inflammaging) and its potential contribution to age-associated diseases. *Journals of Gerontology*, v. 69, S4, 2014. doi: 10.1093/gerona/glu057.

PILLAI, S. *et al.* Ultraviolet radiation and skin aging: roles of reactive oxygen species, inflammation and protease activation, and strategies for prevention of inflammation-induced matrix degradation. *International Journal of Cosmetic Science*, v. 27, p. 17, 2005. doi: 10.1111/j.1467-2494.2004.00241.x.

SAMPAIO, S.A.P.; RIVITTI, E.A. *Dermatologia de Sampaio e Rivitti*. 4. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2018.