



## **Fotoenvelhecimento: Aspectos Clínicos**

Gabriel Lucena Diniz<sup>1</sup>, Bárbara Manha Utino<sup>2</sup>, Ana Clara de Carvalho Barone<sup>3</sup>, Ana Luiza de Alencar Amaral<sup>4</sup>

 <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n10p784-803>  
Artigo recebido em 18 de Agosto e publicado em 08 de Outubro

### **ARTIGO DE REVISÃO**

#### **RESUMO**

**Introdução:** O fotoenvelhecimento, também chamado de envelhecimento extrínseco, é o envelhecimento prematuro da pele resultante da exposição prolongada e repetida à radiação solar. As mudanças de fotodanos são sobrepostas às mudanças causadas pelo envelhecimento cronológico (chamado de envelhecimento intrínseco ou programado) e são responsáveis pela maioria das características associadas à idade da aparência da pele. As características clínicas salientes do fotoenvelhecimento incluem rugas finas e grossas, despigmentação e perda de elasticidade. Os fotodanos podem ser parcialmente prevenidos e revertidos com proteção solar adequada e vários medicamentos prescritos. No entanto, as preocupações com o fotoenvelhecimento são principalmente cosméticas e são influenciadas por diferenças geográficas, cultura e valores pessoais. **Objetivos:** discutir os aspectos clínicos de fotoenvelhecimento. **Metodologia:** Revisão de literatura integrativa a partir de bases científicas de dados da Scielo, da PubMed e da BVS, no período de janeiro a abril de 2024, com os descritores "Photoaging" AND "Clinical Aspects". Incluíram-se artigos de 1990-2024 (total 109), com leitura de 05 artigos na íntegra. **Resultados e Discussão:** Os sinais clínicos do fotoenvelhecimento incluem rugas, lentiginas, hiperpigmentação manchada, ceratose actínica, perda de translucidez e elasticidade e textura xerótica. A proteção contra o sol, incluindo a prevenção do sol e o uso de protetores solares e roupas de proteção, é a primeira linha de defesa contra o fotoenvelhecimento. Sugerimos o uso regular de protetores solares de amplo espectro, que fornecem proteção contra a radiação ultravioleta A (UVA) e ultravioleta B (UVB), para pacientes que desejam prevenir o envelhecimento prematuro da pele. O uso de protetor solar é aconselhável para indivíduos com todos os tipos de pele e especialmente para aqueles com pele levemente pigmentada (fototipos I, II e III) que vivem em áreas com altos níveis de irradiação solar. Sugerimos retinóides tópicos como a terapia de primeira linha para pacientes que desejam tratamento para fotoenvelhecimento. Preferimos a tretinoína tópica a outros retinóides porque é o agente mais amplamente estudado e está disponível em concentrações múltiplas. A tretinoína tópica pode ser usada para fotoenvelhecimento leve a grave em pacientes de todos os protótipos de pele. O creme ou gel tópico de tretinoína 0,02% ou 0,025% aplicado a cada dois dias, de preferência à noite, é um regime inicial comum. Hidratantes contendo cosmeceúticos, como antioxidantes, vitaminas ou extratos vegetais, podem ser usados em

conjunto com retinóides tópicos para o tratamento do fotoenvelhecimento. As terapias processuais usadas para melhorar os sinais de fotoenvelhecimento, incluindo peelings químicos, toxina botulínica injetável, preenchimentos injetáveis de tecidos moles e resurfacing a laser, são outras opções.

**Conclusão:** Fotoenvelhecimento é o envelhecimento prematuro da pele responsável pela maioria das alterações associadas à idade da pele, especialmente em indivíduos com histórico de exposição prolongada e repetida à radiação solar e naqueles com pele clara e menos pigmentada. É resultante da perda da integridade estrutural da matriz extracelular dérmica.

**Palavras-chave:** Fotoenvelhecimento, Aspectos Clínicos.

## ***Photoaging: Clinical Aspects***

### **ABSTRACT**

**Introduction:** Photoaging, also called extrinsic aging, is the premature aging of the skin resulting from prolonged and repeated exposure to solar radiation. Photodamage changes are superimposed on changes caused by chronological aging (called intrinsic or programmed aging) and are responsible for most of the age-associated characteristics of skin appearance. Salient clinical features of photoaging include fine and coarse wrinkles, depigmentation, and loss of elasticity. Photodamage can be partially prevented and reversed with adequate sun protection and various prescription medications. However, concerns about photoaging are mainly cosmetic and are influenced by geographic differences, culture and personal values. **Objectives:** discuss the clinical aspects of photoaging. **Methodology:** Integrative literature review based on scientific databases from Scielo, PubMed and VHL, from January to April 2024, with the descriptors "Photoaging" AND "Clinical Aspects". Articles from 1990-2024 (total 109) were included, with 05 articles being read in full. **Results and Discussion:** Clinical signs of photoaging include wrinkles, lentigines, mottled hyperpigmentation, actinic keratosis, loss of translucency and elasticity, and xerotic texture. Sun protection, including sun avoidance and the use of sunscreens and protective clothing, is the first line of defense against photoaging. We suggest regular use of broad-spectrum sunscreens, which provide protection against ultraviolet A (UVA) and ultraviolet B (UVB) radiation, for patients who wish to prevent premature skin aging. The use of sunscreen is advisable for individuals with all skin types and especially for those with lightly pigmented skin (phototypes I, II and III) who live in areas with high levels of solar irradiation. We suggest topical retinoids as first-line therapy for patients desiring treatment for photoaging. We prefer topical tretinoin over other retinoids because it is the most extensively studied agent and is available in multiple concentrations. Topical tretinoin can be used for mild to severe photoaging in patients of all skin types. Topical tretinoin cream or gel 0.02% or 0.025% applied every other day, preferably at night, is a common initial regimen. Moisturizers containing cosmeceuticals, such as antioxidants, vitamins or plant extracts, can be used in conjunction with topical retinoids to treat photoaging. Procedural therapies used to improve signs of photoaging, including chemical peels, injectable botulinum toxin, injectable soft tissue fillers, and laser resurfacing, are other options. **Conclusion:** Photoaging is the premature aging of the skin responsible for most age-associated changes in the skin, especially in individuals with a history of



prolonged and repeated exposure to solar radiation and in those with fair, less pigmented skin. It results from the loss of structural integrity of the dermal extracellular matrix.

**Keywords:** Photoaging, Clinical Aspects.

Instituição afiliada -1 -Médico, UNIFAI - Centro Universitário de Adamantina; 2 -Médica, UNIFAI - Centro Universitário de Adamantina; 3- Médica, Faculdade de Medicina de Itajubá;4- Médica, Centro Universitário IMEPAC – Araguari.

**DOI:**

**Autor correspondente:** *Gabriel Lucena Diniz* – [cmaganhinmed@gmail.com](mailto:cmaganhinmed@gmail.com)

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

## INTRODUÇÃO

O fotoenvelhecimento, também chamado de envelhecimento extrínseco, é o envelhecimento prematuro da pele resultante da exposição prolongada e repetida à radiação solar [ 1 ]. As alterações do fotodano são sobrepostas às alterações causadas pelo envelhecimento cronológico (o chamado envelhecimento intrínseco ou programado) e são responsáveis pela maioria das características da aparência da pele associadas à idade. As características clínicas salientes do fotoenvelhecimento incluem rugas finas e grossas, despigmentação e perda de elasticidade.

O fotodano pode ser parcialmente prevenido e revertido com proteção solar adequada e vários medicamentos prescritos. No entanto, as preocupações com o fotoenvelhecimento são principalmente cosméticas e são influenciadas por diferenças geográficas, cultura e valores pessoais.

O fotoenvelhecimento é responsável pela maioria dos problemas cosméticos de pele associados à idade em populações com pele levemente pigmentada. Em um estudo transversal de 1400 residentes de uma comunidade de Queensland, Austrália, com idades entre 20 e 54 anos, 83 por cento apresentaram sinais de fotoenvelhecimento [ 2 ]. Em outro estudo australiano, alterações na textura da pele de fotoenvelhecimento moderado a grave foram observadas em 72 por cento dos homens e 47 por cento das mulheres com menos de 30 anos [ 3 ].

Os fatores de risco para o fotoenvelhecimento incluem idade, sexo masculino, fototipos de pele I a III, alta exposição ocupacional ou recreativa ao sol e viver em locais geográficos com alta irradiação solar [ 2 ]. Indivíduos com pele levemente pigmentada apresentam maior risco de fotodanos e câncer de pele induzido pelo sol. A quantidade de tempo gasto na luz solar ao longo da vida é um fator de risco essencial para o fotoenvelhecimento.

Em indivíduos com pele escura pigmentada, o enrugamento não é facilmente aparente até a idade de aproximadamente 50 anos, e a gravidade não é tão acentuada quanto em indivíduos com pele levemente pigmentada de idade semelhante [4]. Um estudo descobriu que o aparecimento de rugas em mulheres chinesas ocorreu em média 10 anos mais tarde do que em mulheres francesas [5]. No entanto, em mulheres

chinesas, o aparecimento de manchas hiperpigmentadas foi um sinal mais precoce e proeminente de fotoenvelhecimento do que em mulheres francesas.

O fotoenvelhecimento é o envelhecimento prematuro da pele que é responsável pela maioria das alterações da pele associadas à idade, especialmente em indivíduos com histórico de exposição prolongada e repetida à radiação solar e naqueles com pele clara e menos pigmentada. O fotoenvelhecimento resulta da perda da integridade estrutural da matriz extracelular dérmica. Embora a radiação ultravioleta (UV), e em particular a radiação ultravioleta A (UVA), tenha um papel patogênico importante, comprimentos de onda além do espectro UV (luz infravermelha e visível) também contribuem para danos à pele [ 6-8 ].

Alterações microscópicas na pele fotodanificada incluem atrofia epidérmica com afinamento da camada espinhosa, junção dermoepidérmica achatada com perda de cristas retais, diminuição do conteúdo de colágeno e deposição de massas amorfas de fibras elásticas anormalmente espessadas, enroladas e desintegradas e produtos de degradação do colágeno (elastose solar). Aumento do número de melanócitos atípicos e células epidérmicas atípicas também podem ser observados [ 9-11 ].

Ressalta-se o objetivo em discutir os aspectos clínicos de fotoenvelhecimento.

## **METODOLOGIA**

O presente artigo trata-se de uma revisão de literatura integrativa sobre os aspectos clínicos de fotoenvelhecimento, com os seguintes descritores: "Photoaging" AND "Clinical Aspects", com foco no levantamento bibliográfico de produções científicas atuais e conceituadas na comunidade acadêmica, com base nas melhores evidências. Há de se construir uma nova perspectiva e linha de pensamento sobre a dermatologia, com referências teóricas em caminhos conceituais e desmistificação de terminologias.

Foi realizada uma profunda pesquisa de artigos de revisão a partir de bases científicas da Scielo, da PubMed e da BVS, no período de janeiro a abril de 2024, com descritores em inglês "Photoaging" AND "Clinical Aspects" e correspondentes em português. Incluíram-se artigos de 2019 a 2024, com total de 109 estudos. Após exclusão

de artigos que abordavam outros critérios, foram eleitos 05 artigos para leitura na íntegra.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO:**

O fotoenvelhecimento é o envelhecimento prematuro da pele que é responsável pela maioria das alterações da pele associadas à idade, especialmente em indivíduos com histórico de exposição prolongada e repetida à radiação solar e naqueles com pele clara e menos pigmentada. O fotoenvelhecimento resulta da perda da integridade estrutural da matriz extracelular dérmica. Embora a radiação ultravioleta (UV), e em particular a radiação ultravioleta A (UVA), tenha um papel patogênico importante, comprimentos de onda além do espectro UV (luz infravermelha e visível) também contribuem para danos à pele.

### **- Características clínicas**

As alterações cutâneas induzidas pelo sol variam entre os indivíduos, refletindo diferenças intrínsecas na vulnerabilidade e capacidade de reparação. Idade, sexo, localização geográfica e tipo de pele são fatores que influenciam a gravidade e a aparência clínica do fotoenvelhecimento [16 -20].

**- Fotoenvelhecimento em indivíduos com fototipos I a IV** - Em indivíduos com fototipos claros, as alterações induzidas pelo sol incluem rugas finas e grossas, elastose solar, lentigos, pigmentação mosqueada, ceratoses actínicas, telangiectasias, perda de translucidez e elasticidade, textura xerótica e cor amarelada [ 21-25 ].

Em populações com tipos de pele I ou II, alterações atróficas e displásicas (por exemplo, ceratoses actínicas) com rugas finas são sinais comuns de fotoenvelhecimento. Em contraste, em indivíduos com tipos de pele III ou IV, as características predominantes incluem aumento da espessura da pele, rugas profundas e aparência coriácea [ 26 ].

Máculas hiperpigmentadas e hiperpigmentação mosqueada também são características comuns da pele fotodanificada nos fototipos I a IV [ 27 ].

Em um estudo que comparou mulheres chinesas da mesma idade com mulheres francesas brancas com exposição solar semelhante ao longo da vida, embora o início das

rugos tenha ocorrido 10 anos mais tarde em mulheres chinesas, elas tiveram uma prevalência maior e aparecimento mais precoce de manchas hiperpigmentadas em comparação com mulheres francesas [ 5 ]. Em outro estudo que comparou características de envelhecimento da pele em mulheres alemãs, japonesas e chinesas com idades entre 30 e 90 anos, manchas pigmentares nas bochechas foram um sinal típico de envelhecimento extrínseco da pele nas duas populações do Leste Asiático em todas as faixas etárias, mas também foram comuns em mulheres alemãs mais velhas [28-31].

Outros sinais de danos fotográficos graves incluem:

- **Púrpura actínica** – Púrpura actínica, também chamada de púrpura senil ou púrpura de Bateman, é um achado relativamente comum em indivíduos mais velhos com histórico de exposição excessiva ao sol. Ela se apresenta como máculas equimóticas localizadas predominantemente na pele fotodanificada dos antebraços e dorso das mãos.

- **Elastose actínica e cutis rhomboidalis nuchae** – A elastose actínica se apresenta como um espessamento difuso e descoloração amarelada da pele resultante de colágeno e tecido elástico desorganizados e danificados. É tipicamente vista em indivíduos mais velhos com pele clara e histórico de exposição crônica ao sol. No aspecto posterior do pescoço, a formação de sulcos profundos resulta em um padrão romboidal típico e irregular.

- **Poikiloderma de Civatte** – Poikiloderma de Civatte se apresenta como pigmentação mosqueada e telangiectasias envolvendo os aspectos laterais do pescoço e a parte superior anterior do tórax em indivíduos com pele levemente pigmentada e histórico de alta exposição solar cumulativa. A área submentoniana é tipicamente poupada.

- **Síndrome de Favre-Racouchot** – A síndrome de Favre-Racouchot é caracterizada pelo desenvolvimento de múltiplos comedões na área periorbital em um fundo de pele severamente fotodanificada [32]. É mais comumente vista em homens mais velhos com pele clara e histórico de exposição crônica ao sol.

- **Hipomelanose gutata idiopática** – A hipomelanose gutata idiopática se apresenta como múltiplas máculas brancas pequenas que geralmente estão localizadas nas superfícies extensoras das extremidades superiores e inferiores [ 33 ]. Sua prevalência

umenta com a idade e é estimada em cerca de 70 a mais de 80 por cento em indivíduos com mais de 40 anos [ 34].

**- Fotoenvelhecimento em indivíduos com fototipos V a VI** — Em indivíduos com tipos de pele V ou VI, os efeitos do fotodano geralmente ocorrem 10 a 20 anos mais tarde e são menos graves do que aqueles observados em indivíduos com pele mais clara, devido a uma menor suscetibilidade aos danos do sol [ 35 ]. Em indivíduos com pele fortemente pigmentada, os melanossomas aumentam em número e tamanho, contêm mais melanina, são mais amplamente distribuídos na epiderme e são degradados mais lentamente, em comparação com a pele levemente pigmentada, levando a uma maior fotoproteção [ 36-40 ].

Em peles mais escuras, o envelhecimento prematuro geralmente se manifesta na face média com sulcos nasolabiais proeminentes, devido ao aumento da flacidez da pele, mas menos rugas [ 41-45 ]. Discromias também podem ser uma característica proeminente nesses pacientes. Outros sinais podem incluir pigmentação mosqueada, pele áspera, dermatose papulosa nigra, ceratoses seborreicas e lentigos solares.

Embora a exposição ultravioleta (UV) seja um determinante importante do envelhecimento da pele em indivíduos com tons de pele claros, seu papel é limitado naqueles com pele altamente pigmentada. Um estudo avaliou a correlação entre pontuações de fotoenvelhecimento e características clínicas, demográficas e de estilo de vida em 75 participantes afro-americanos usando uma escala fotonumérica de 9 pontos projetada para avaliar o grau de fotodano em pele altamente pigmentada [ 46-50 ]. Neste estudo, apenas a idade foi significativamente correlacionada com o envelhecimento da pele; em um modelo de regressão múltipla, a exposição ao sol e o sexo masculino foram fatores contribuintes para o envelhecimento da pele.

### **- Diagnóstico**

O diagnóstico do fotoenvelhecimento é clínico. As alterações típicas da pele incluem rugas finas e grossas, lentigos, pigmentação mosqueada, perda de translucidez e elasticidade e cor amarelada. Na prática clínica, escalas fotográficas de gravidade do fotoenvelhecimento podem ser usadas para avaliação do paciente e decisões de

tratamento [ 51,52 ]. Uma escala fotonumérica para tipos de pele escura também foi desenvolvida [ 53-56 ].

Em ambientes de pesquisa, vários métodos invasivos e não invasivos têm sido usados para quantificar o fotodano, incluindo histopatologia e imuno-histoquímica, topografia da superfície da pele, ultrassom ou microscopia confocal de reflectância [57-60 ].

### **- Prevenção**

A proteção contra o sol, incluindo evitar o sol e usar filtros solares e roupas protetoras, é a primeira linha de defesa contra o fotoenvelhecimento para todos os tipos de pele [ 60,61 ]. A irradiação ultravioleta (UV) tende a ser mais forte nas horas de pico (10h às 16h) durante os meses de verão e em grandes altitudes [ 61- 63 ]. Água, neve e concreto podem refletir até 90% dos raios UV, enquanto a sombra diminui a quantidade de UV em 50 a 90% [ 64,65 ]. Ficar longe do sol nas horas de pico ou procurar sombra pode reduzir consideravelmente a exposição ao sol.

Sugerimos o uso diário de filtros solares de amplo espectro, que fornecem proteção contra a radiação ultravioleta A (UVA) e ultravioleta B (UVB), para prevenir o envelhecimento prematuro da pele. O uso de filtros solares é especialmente importante para indivíduos com pele clara (fototipos I, II e III) que vivem em áreas com altos níveis de irradiação solar. É importante observar que a maioria das pessoas não aplica uma quantidade adequada de filtro solar. Usar um filtro solar de amplo espectro com um fator de proteção solar (FPS) de 30 ou mais ou aplicar um filtro solar com FPS mais baixo duas vezes pode garantir a proteção adequada.

Além dos protetores solares, roupas, chapéus e óculos de sol fornecem proteção uniforme e confiável contra UVB e UVA e são fáceis de usar [67, 68,69 ]. Os fatores que aumentam o fator de proteção ultravioleta (FPU) nas roupas incluem tecidos sintéticos (por exemplo, poliéster), tecidos bem tecidos, mais grossos, cores mais escuras e lavagem com agentes de clareamento óptico ou produtos químicos que absorvem UV [ 69-72 ].

É importante enfatizar a importância da fotoproteção para todos os tipos de pele [ 61,73 ]. Está bem estabelecido que indivíduos com tipo de pele V a VI apresentam

evidências clínicas e histológicas de fotodanos, tornando a fotoproteção também uma prioridade neste grupo. No entanto, um equívoco comum é que pessoas com pele altamente pigmentada não correm risco de danos relacionados ao sol [ 74 ]. Assim, os clínicos podem ser menos propensos a fornecer esta forma de educação a esta população de pacientes. Em uma pesquisa com dermatologistas, 89 por cento dos participantes relataram discutir a fotoproteção com pacientes com tipo de pele I, mas apenas 28 por cento relataram o mesmo aconselhamento para pacientes com tipo de pele VI [ 75 ]. Além disso, um estudo de base populacional descobriu que apenas 31 por cento dos afro-americanos se envolveram em comportamento de proteção solar e até 63 por cento nunca usaram protetor solar [ 76 ].

A proteção solar rigorosa pode aumentar o risco de deficiência de vitamina D [ 77 ], mas a maioria dos indivíduos não aplica quantidades suficientes de protetor solar para que isso seja um problema significativo [ 78 ]. No entanto, a suplementação oral de vitamina D é uma alternativa segura, bem tolerada e barata para atingir níveis adequados de vitamina D [ 79 ].

#### **- Tratamento**

O fotoenvelhecimento pode ser parcialmente prevenido e melhorado por meio de diversas modalidades, como proteção solar, medicamentos tópicos prescritos, cosmeceuticos e procedimentos cosméticos [ 80 ]. Os fatores a serem considerados no tratamento de um paciente com fotoenvelhecimento incluem a gravidade das alterações da pele e a preocupação, as expectativas e a disposição do paciente em aceitar os custos do tratamento.

O primeiro passo no tratamento do fotoenvelhecimento envolve educar o paciente para adotar medidas adequadas de proteção solar durante todo o ano, incluindo evitar o sol, uso regular de protetor solar e roupas protetoras, procurar sombra e evitar horários de pico de sol.

**- Proteção solar** – A proteção contra o sol, incluindo evitar o sol e usar protetores solares e roupas protetoras, é a primeira linha de defesa contra o fotoenvelhecimento. Sugerimos o uso regular de protetores solares de amplo espectro, que fornecem proteção contra a radiação ultravioleta A (UVA) e ultravioleta B (UVB) , para pacientes

que desejam prevenir o envelhecimento prematuro da pele. O uso de protetor solar é aconselhável para indivíduos com todos os tipos de pele e especialmente para aqueles com pele levemente pigmentada (fototipos I, II e III que vivem em áreas com altos níveis de irradiação solar [ 81-83 ].

- **Retinoides tópicos** – Sugerimos retinoides tópicos como terapia de primeira linha para pacientes que desejam tratamento para fotoenvelhecimento. Preferimos tretinoína tópica a outros retinoides porque é o agente mais amplamente estudado, está disponível em múltiplas concentrações e, portanto, é mais fácil de titular. A tretinoína tópica pode ser usada para fotoenvelhecimento leve a grave em pacientes de todos os protótipos de pele. Tretinoína tópica 0,02% ou 0,025% creme ou gel aplicado em dias alternados, de preferência à noite, é um regime inicial comum. A concentração de tretinoína e a frequência de aplicação podem ser gradualmente aumentadas ao longo de várias semanas, conforme tolerado, até uma aplicação diária de tretinoína 0,1%. Irritação da pele, vermelhidão e descamação são efeitos adversos comuns da tretinoína tópica e podem ser controlados pela titulação da dose e uso regular de hidratantes [ 80 ].

- **Terapias complementares** – Hidratantes contendo cosmeceúticos, como antioxidantes, vitaminas ou extratos vegetais, podem ser usados em conjunto com retinóides tópicos para o tratamento do fotoenvelhecimento. No entanto, há evidências limitadas de eficácia de estudos clínicos para sugerir essas preparações [84- 88].

- **Terapias processuais** – Terapias processuais usadas para melhorar os sinais de fotoenvelhecimento, incluindo peelings químicos, toxina botulínica injetável, preenchimentos de tecidos moles injetáveis e resurfacing a laser.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O fotoenvelhecimento cutâneo é um termo usado para descrever o envelhecimento prematuro da pele causado principalmente pela exposição solar excessiva e prolongada ao longo do tempo. É importante ressaltar que a exposição aos raios ultravioleta (UV) é o fator-chave nesse processo. Os raios UV são emitidos pelo sol

e penetram profundamente na pele, desencadeando uma série de mudanças celulares que levam aos sinais visíveis de envelhecimento.

A exposição solar prolongada causa danos na pele de várias maneiras. Primeiro, os raios UVB danificam o DNA nas células da pele, levando a mutações que podem resultar em câncer de pele. Os raios UVA, por sua vez, penetram mais profundamente na pele e contribuem para a degradação do colágeno e da elastina, proteínas que dão à pele sua estrutura e elasticidade. Esse processo degrada o suporte estrutural da pele, levando ao aparecimento de rugas e flacidez

É importante destacar a diferença entre envelhecimento intrínseco e fotoenvelhecimento. O envelhecimento intrínseco é um processo natural e inevitável que ocorre com o passar do tempo, influenciado principalmente por fatores genéticos e hormonais. Já o fotoenvelhecimento da pele é causado por fatores externos, como a exposição solar excessiva, e é um tipo de envelhecimento prematuro.

## **REFERÊNCIAS**

1. Gilchrist BA. Fotoenvelhecimento. *J Invest Dermatol* 2013; 133:E2.
2. Green AC, Hughes MC, McBride P, Fourtanier A. Fatores associados ao envelhecimento prematuro da pele (fotoenvelhecimento) antes dos 55 anos: um estudo de base populacional. *Dermatologia* 2011; 222:74.
3. Green AC. Envelhecimento prematuro da pele em uma população de Queensland. *Med J Aust* 1991; 155:473.
4. Goh SH. O tratamento de sinais visíveis de senescência: a experiência asiática. *Br J Dermatol* 1990; 122 Suppl 35:105.
5. Nouveau-Richard S, Yang Z, Mac-Mary S, et al. Envelhecimento da pele: uma comparação entre populações chinesa e europeia. Um estudo piloto. *J Dermatol Sci* 2005; 40:187.
6. Talwar HS, Griffiths CE, Fisher GJ, et al. Procolágenos tipo I e tipo III reduzidos em pele humana adulta fotodanificada. *J Invest Dermatol* 1995; 105:285.
7. Panich U, Sittithumcharee G, Rathviboon N, Jirawatnotai S. Envelhecimento da pele induzido por radiação ultravioleta: o papel dos danos ao DNA e do estresse oxidativo no envelhecimento da pele mediado por danos às células-tronco epidérmicas. *Stem Cells Int* 2016; 2016:7370642.

8. Benjamin CL, Ullrich SE, Kripke ML, Ananthaswamy HN. Gene supressor de tumor p53: um alvo molecular crítico para indução de UV e prevenção de câncer de pele. *Photochem Photobiol* 2008; 84:55.
9. Schwarz T. 25 anos de imunossupressão induzida por UV mediada por células T — de células T supressoras desconsideradas a células T reguladoras altamente respeitadas. *Photochem Photobiol* 2008; 84:10.
10. Yaar M, Gilchrist BA. Fotoenvelhecimento: mecanismo, prevenção e terapia. *Br J Dermatol* 2007; 157:874.
11. Krutmann J, Morita A, Chung JH. Exposição ao sol: o que a fotodermatologia molecular nos diz sobre seus lados bons e ruins. *J Invest Dermatol* 2012; 132:976.
12. Schroeder P, Lademann J, Darvin ME, et al. Metaloproteinase de matriz induzida por radiação infravermelha na pele humana: implicações para proteção. *J Invest Dermatol* 2008; 128:2491.
13. Schroeder P, Haendeler J, Krutmann J. O papel da radiação infravermelha próxima no fotoenvelhecimento da pele. *Exp Gerontol* 2008; 43:629.
14. Fisher GJ, Kang S, Varani J, et al. Mecanismos de fotoenvelhecimento e envelhecimento cronológico da pele. *Arch Dermatol* 2002; 138:1462.
15. Quan T, He T, Voorhees JJ, Fisher GJ. A irradiação ultravioleta bloqueia as respostas celulares ao fator de crescimento transformador beta ao regular negativamente seu receptor tipo II e induzir Smad7. *J Biol Chem* 2001; 276:26349.
16. Fisher GJ, Voorhees JJ. Mecanismos moleculares do fotoenvelhecimento e sua prevenção pelo ácido retinoico: a irradiação ultravioleta induz cascatas de transdução de sinal da MAP quinase que induzem metaloproteinases de matriz reguladas por Ap-1 que degradam a pele humana in vivo. *J Investig Dermatol Symp Proc* 1998; 3:61.
17. Fisher GJ, Datta S, Wang Z, et al. A inibição dependente de c-Jun da transcrição do procolágeno cutâneo após irradiação ultravioleta é revertida pelo ácido retinóico all-trans. *J Clin Invest* 2000; 106:663.
18. Sternlicht MD, Werb Z. Como as metaloproteinases de matriz regulam o comportamento celular. *Annu Rev Cell Dev Biol* 2001; 17:463.



19. Angel P, Szabowski A, Schorpp-Kistner M. Função e regulação de subunidades AP-1 em fisiologia e patologia da pele. *Oncogene* 2001; 20:2413.
20. Massagué J. Como as células leem os sinais TGF-beta. *Nat Rev Mol Cell Biol* 2000; 1:169.
21. Kim DJ, Iwasaki A, Chien AL, Kang S. Danos ao DNA mediados por UVB induzem metaloproteinases de matriz a promover o fotoenvelhecimento de uma maneira dependente de AhR e SP1. *JCI Insight* 2022; 7.
22. Liu T, Zhang L, Joo D, Sun SC. Sinalização NF- $\kappa$ B na inflamação. *Signal Transduct Target Ther* 2017; 2:17023.
23. Shen L, Fang H, Chen T, et al. Avaliação do DNA mitocondrial na ocorrência e desenvolvimento do câncer. *Ann NY Acad Sci* 2010; 1201:26.
24. Park CB, Larsson NG. Mutações de DNA mitocondrial em doenças e envelhecimento. *J Cell Biol* 2011; 193:809.
25. Berneburg M, Plettenberg H, Medve-König K, et al. Indução da deleção mitocondrial comum associada ao fotoenvelhecimento in vivo na pele humana normal. *J Invest Dermatol* 2004; 122:1277.
26. Berneburg M, Gattermann N, Stege H, et al. A pele humana cronicamente exposta à radiação ultravioleta mostra uma frequência de mutação maior do DNA mitocondrial em comparação à pele não exposta e ao sistema hematopoiético. *Photochem Photobiol* 1997; 66:271.
27. Vandiver AR, Irizarry RA, Hansen KD, et al. Bloqueios genômicos generalizados de hipometilação relacionados à idade e à exposição solar em pele não maligna. *Genome Biol* 2015; 16:80.
28. McDaniel D, Farris P, Valacchi G. Envelhecimento atmosférico da pele - Contribuidores e inibidores. *J Cosmet Dermatol* 2018; 17:124.
29. Liebel F, Kaur S, Ruvolo E, et al. A irradiação da pele com luz visível induz espécies reativas de oxigênio e enzimas degradadoras de matriz. *J Invest Dermatol* 2012; 132:1901.
30. Lim H, Kang S, Chien AL. Fotodano em pele de cor. Em: *Fotoenvelhecimento Cutâneo: Série Abrangente em Ciências Fotoquímicas e Fotobiológicas*, Watson RE, Griffiths CE (Eds), Royal Society of Chemistry, 2019. Vol 19, p.31.



31. Mahmoud BH, Ruvolo E, Hexsel CL, et al. Impacto da luz UVA de comprimento de onda longo e da luz visível na pele melanocompetente. *J Invest Dermatol* 2010; 130:2092.
32. Regazzetti C, Sormani L, Debayle D, et al. Melanócitos detectam luz azul e regulam a pigmentação por meio da Opsina-3. *J Invest Dermatol* 2018; 138:171.
33. Krutmann J, Bouloc A, Sore G, et al. O exposoma do envelhecimento da pele. *J Dermatol Sci* 2017; 85:152.
34. Kim KE, Cho D, Park HJ. Poluição do ar e doenças de pele: Efeitos adversos de material particulado transportado pelo ar em várias doenças de pele. *Life Sci* 2016; 152:126.
35. Li M, Vierkötter A, Schikowski T, et al. Evidência epidemiológica de que a poluição do ar interno causada pela cozinha com combustíveis sólidos acelera o envelhecimento da pele em mulheres chinesas. *J Dermatol Sci* 2015; 79:148.
36. Krutmann J, Liu W, Li L, et al. Poluição e pele: de estudos epidemiológicos e mecanísticos a implicações clínicas. *J Dermatol Sci* 2014; 76:163.
37. Vierkötter A, Krutmann J. Influências ambientais no envelhecimento da pele e manifestações étnicas específicas. *Dermatoendocrinol* 2012; 4:227.
38. Lanuti EL, Kirsner RS. Efeitos da poluição no envelhecimento da pele. *J Invest Dermatol* 2010; 130:2696.
39. Vierkötter A, Schikowski T, Ranft U, et al. Exposição a partículas transportadas pelo ar e envelhecimento extrínseco da pele. *J Invest Dermatol* 2010; 130:2719.
40. Wong QYA, Chew FT. Definindo o envelhecimento da pele e seus fatores de risco: uma revisão sistemática e meta-análise. *Sci Rep* 2021; 11:22075.
41. Afaq F, Zaid MA, Pelle E, et al. O receptor de hidrocarboneto arílico é um sensor de ozônio na pele humana. *J Invest Dermatol* 2009; 129:2396.
42. Just M, Ribera M, Monsó E, et al. Efeito do fumo nas fibras elásticas da pele: análise morfométrica e imuno-histoquímica. *Br J Dermatol* 2007; 156:85.
43. Modelo D. Rosto de fumante: um sinal clínico subestimado? *Br Med J (Clin Res Ed)* 1985; 291:1760.
44. Daniell HW. Rugas de fumante. Um estudo em epidemiologia de "pés de galinha". *Ann Intern Med* 1971; 75:873.



45. Morita A, Torii K, Maeda A, Yamaguchi Y. Base molecular do envelhecimento prematuro da pele induzido pela fumaça do tabaco. *J Investig Dermatol Symp Proc* 2009; 14:53.
46. Malvy Jm, Guinot C, Preziosi P, et al. Determinantes epidemiológicos do fotoenvelhecimento da pele: dados de base da coorte SU.VI.MAX. *J Am Acad Dermatol* 2000; 42:47.
47. Kang S, Fisher GJ, Voorhees JJ. Fotoenvelhecimento e tretinoína tópica: terapia, patogênese e prevenção. *Arch Dermatol* 1997; 133:1280.
48. Kligman AM. Efeito destrutivo precoce da luz solar na pele humana. *JAMA* 1969; 210:2377.
49. Griffiths CE, Goldfarb MT, Finkel LJ, et al. Tratamento tópico com tretinoína (ácido retinoico) de lesões hiperpigmentadas associadas ao fotoenvelhecimento em pacientes chineses e japoneses: um ensaio controlado por veículo. *J Am Acad Dermatol* 1994; 30:76.
50. Vierkötter A, Hüls A, Yamamoto A, et al. O envelhecimento extrínseco da pele em mulheres alemãs, chinesas e japonesas se manifesta de forma diferente em todos os três grupos, dependendo da origem étnica, idade e local anatômico. *J Dermatol Sci* 2016; 83:219.
51. Paganelli A, Mandel VD, Kaleci S, et al. Doença de Favre-Racouchot: revisão sistemática e possíveis estratégias terapêuticas. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2019; 33:32.
52. Kim TH, Park H, Baek DJ, Kang HY. Melanócitos na hipomelanose gutata idiopática desaparecem e são senescentes. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2023; 37:e565.
53. Shin MK, Jeong KH, Oh IH, et al. Características clínicas da hipomelanose gutata idiopática em 646 indivíduos e associação com outros aspectos do fotoenvelhecimento. *Int J Dermatol* 2011; 50:798.
54. Davis EC, Callender VD. Dermatologia estética para pele étnica envelhecida. *Dermatol Surg* 2011; 37:901.
55. Chien AL, Qi J, Grandhi R, et al. Efeito da idade, gênero e exposição solar no fotoenvelhecimento étnico da pele: evidências coletadas usando uma nova escala fotonumérica. *J Natl Med Assoc* 2018; 110:176.



56. Griffiths CE, Wang TS, Hamilton TA, et al. Uma escala fotonumérica para avaliação de fotodano cutâneo. *Arch Dermatol* 1992; 128:347.
57. Chung JH. Fotoenvelhecimento em asiáticos. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 2003; 19:109.
58. Chien AL, Qi J, Grandhi R, et al. Fotoenvelhecimento na pele afro-americana: uma escala fotonumérica confiável revela idade, gênero masculino e exposição ao sol como fatores contribuintes. *J Invest Dermatol* 2015; 135:s28.
59. Baillie L, Askew D, Douglas N, Soyer HP. Estratégias para avaliar o grau de fotodano na pele: uma revisão sistemática da literatura. *Br J Dermatol* 2011; 165:735.
60. Krutmann J, Schalka S, Watson REB, et al. Fotoproteção diária para prevenir o fotoenvelhecimento. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 2021; 37:482.
61. Rigel DS, Taylor SC, Lim HW, et al. Fotoproteção para pele de todas as cores: Consenso e orientação clínica de um painel de especialistas. *J Am Acad Dermatol* 2022; 86:S1.
62. Wang SQ, Balagula Y, Osterwalder U. Fotoproteção: uma revisão das tecnologias atuais e futuras. *Dermatol Ther* 2010; 23:31.
63. Rigel DS, Rigel EG, Rigel AC. Efeitos da altitude e latitude na radiação UVB ambiente. *J Am Acad Dermatol* 1999; 40:114.
64. Kromann N, Wulf HC, Eriksen P, Brodthagen H. Intensidade espectral ultravioleta relativa da radiação solar direta, radiação do céu e reflexões de superfície. Contribuição relativa de fontes naturais para a irradiação UV externa do homem. *Photodermatol* 1986; 3:73.
65. Moise AF, Aynsley R. Níveis de radiação ultravioleta ambiente em ambientes públicos de sombra. *Int J Biometeorol* 1999; 43:128.
66. Hughes MC, Williams GM, Baker P, Green AC. Protetor solar e prevenção do envelhecimento da pele: um ensaio randomizado. *Ann Intern Med* 2013; 158:781.
67. Randhawa M, Wang S, Leyden JJ, et al. Uso diário de um protetor solar facial de amplo espectro ao longo de um ano melhora significativamente a avaliação clínica do fotoenvelhecimento. *Dermatol Surg* 2016; 42:1354.



68. Hatch KL, Osterwalder U. Vestimentas como materiais de triagem de radiação ultravioleta solar. *Dermatol Clin* 2006; 24:85.
69. Wang SQ, Kopf AW, Marx J, et al. Redução da transmissão ultravioleta através de tecidos de camisetas de algodão com baixa proteção ultravioleta por vários métodos de lavagem e tingimento: implicações clínicas. *J Am Acad Dermatol* 2001; 44:767.
70. Davis S, Capjack L, Kerr N, Fedosejevs R. Roupas como proteção contra radiação ultravioleta: qual tecido é mais eficaz? *Int J Dermatol* 1997; 36:374.
71. Crews PC, Kachman S, Beter AG. Influências na transmissão de UVR de tecidos não tingidos. *Textile Chemist Colorist* 1999; 31:17.
72. Georgouras KE, Stanford DG, Pailthorpe MT. Roupas de proteção solar na Austrália e o padrão australiano/neozelandês: uma visão geral. *Australas J Dermatol* 1997; 38 Suppl 1:S79.
73. Krutmann J, Piquero-Casals J, Morgado-Carrasco D, et al. Fotoproteção para pessoas com pele negra: necessidades e estratégias. *Br J Dermatol* 2023; 188:168.
74. Taylor SC, Alexis AF, Armstrong AW, et al. Equívocos sobre fotoproteção em pele negra. *J Am Acad Dermatol* 2022; 86:S9.
75. Pourciau CY, Eide MJ, Mahan M, Lim HW. Aconselhamento de fotoproteção de grupos étnico-raciais não brancos: uma pesquisa sobre a prática de dermatologistas especialistas. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 2012; 28:335.
76. Pichon LC, Corral I, Landrine H, et al. Comportamentos de proteção solar entre afro-americanos. *Am J Prev Med* 2010; 38:288.
77. Linos E, Keiser E, Kanzler M, et al. Comportamentos de proteção solar e níveis de vitamina D na população dos EUA: NHANES 2003-2006. *Cancer Causes Control* 2012; 23:133.
78. Marks R, Foley PA, Jolley D, et al. O efeito do uso regular de protetor solar nos níveis de vitamina D em uma população australiana. Resultados de um ensaio clínico randomizado. *Arch Dermatol* 1995; 131:415.
79. Lim HW, Gilchrest BA, Cooper KD, et al. Luz solar, cabines de bronzamento e vitamina D. *J Am Acad Dermatol* 2005; 52:868.



80. Berry K, Hallock K, Lam C. Fotoenvelhecimento e rejuvenescimento tópico. *Clin Plast Surg* 2023; 50:381.
81. Zussman J, Ahdout J, Kim J. Vitaminas e fotoenvelhecimento: dados científicos apoiam seu uso? *J Am Acad Dermatol* 2010; 63:507.
82. Cho S, Lowe L, Hamilton TA, et al. Tratamento de longo prazo de pele humana fotoenvelhecida com ácido retinoico tópico melhora a atipia das células epidérmicas e engrossa a faixa de colágeno na derme papilar. *J Am Acad Dermatol* 2005; 53:769.
83. Griffiths CE, Russman AN, Majmudar G, et al. Restauração da formação de colágeno em pele humana fotodanificada por tretinoína (ácido retinóico). *N Engl J Med* 1993; 329:530.
84. Bhawan J, Olsen E, Lufrano L, et al. Avaliação histológica dos efeitos de longo prazo da tretinoína na pele fotodanificada. *J Dermatol Sci* 1996; 11:177.
85. Kang S, Duell EA, Fisher GJ, et al. A aplicação de retinol na pele humana in vivo induz hiperplasia epidérmica e proteínas de ligação de retinóides celulares características do ácido retinóico, mas sem níveis mensuráveis de ácido retinóico ou irritação. *J Invest Dermatol* 1995; 105:549.
86. Fisher GJ, Datta SC, Talwar HS, et al. Base molecular do envelhecimento prematuro da pele induzido pelo sol e antagonismo retinóide. *Nature* 1996; 379:335.
87. Chien AL, Kim DJ, Cheng N, et al. Biomarcadores de precursores de tretinoína e eficácia de tretinoína em pacientes com fotodano facial moderado a grave: um ensaio clínico randomizado. *JAMA Dermatol* 2022; 158:879.
88. Han A, Chien AL, Kang S. Fotoenvelhecimento. *Dermatol Clin* 2014; 32:291.