

Revista Brasileira de Saúde

ISSN 3085-8208

vol. 2, n. 11, 2026

... ARTIGO 11

Data de Aceite: 28/05/2026

EXOSSOMOS NA TRICOLOGIA: APLICAÇÕES ATUAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS NO TRATAMENTO DAS ALOPECIAS

Maria Fernanda Guimarães Cordes

Médica

José Eduardo Guimarães Casaca

Médico

Vitória Gomes Pelegrino

Médica

Marina Parzewski Moreti

Médica

Leticia Poli Grecco

Médica

Mariana Alves Penha

Orientadora:

Médica pela Faculdade de Medicina de Botucatu – Universidade Estadual Paulista (UNESP). Residência Médica em Dermatologia pela UNESP. Especialista em Cirurgia Dermatológica e Dermatopatologia. Mestre em Dermatologia com área de concentração em Tricologia pela UNESP. Doutora em Fisiopatologia em Clínica Médica – Área de Dermatologia pela UNESP. Membro Titular da Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD). Preceptora do Ambulatório de Tricologia do Hospital Regional de Presidente Prudente. Docente da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE) e do Centro Universitário de Adamantina (UniFAI). Orientadora do presente estudo.

<https://orcid.org/0000-0001-6069-8015>



Todo o conteúdo desta revista está licenciado sob a Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

Resumo: As alopecias constituem um grupo heterogêneo de doenças caracterizadas pela perda parcial ou total dos cabelos e pelos, com impacto significativo na qualidade de vida dos pacientes. Nos últimos anos, a medicina regenerativa tem ganhado destaque na dermatologia devido ao desenvolvimento de novas abordagens terapêuticas voltadas à reparação tecidual e à modulação biológica dos folículos pilosos. Nesse contexto, os exossomos surgem como uma das tecnologias mais promissoras da tricologia contemporânea. Essas vesículas extracelulares são responsáveis pela comunicação intercelular e transportam proteínas, lipídios, fatores de crescimento, citocinas e microRNAs capazes de influenciar diretamente os mecanismos envolvidos no crescimento capilar. O objetivo deste estudo foi revisar as evidências científicas atuais sobre o uso dos exossomos no tratamento das alopecias, abordando seus mecanismos de ação, aplicações clínicas, benefícios, limitações e perspectivas futuras. Trata-se de uma revisão narrativa da literatura realizada por meio de busca nas bases PubMed, Scopus e Web of Science, contemplando publicações entre 2019 e 2026. Os estudos analisados demonstram que os exossomos podem estimular a proliferação das células da papila dérmica, promover angiogênese, modular processos inflamatórios e prolongar a fase anágena do ciclo capilar. Apesar dos resultados promissores, ainda existem desafios relacionados à padronização dos protocolos, regulamentação e comprovação da eficácia a longo prazo. Conclui-se que os exossomos representam uma importante fronteira da medicina regenerativa aplicada à tricologia, com potencial para transformar o tratamento das alopecias nos próximos anos.

Palavras-chave: Exossomos. Tricologia. Alopecia. Medicina regenerativa. Crescimento capilar.

INTRODUÇÃO

As doenças capilares representam uma das principais causas de consulta em dermatologia, afetando indivíduos de diferentes faixas etárias e sexos. Entre essas condições, destacam-se a alopecia androgenética, a alopecia areata, os eflúvios e as alopecias cicatriciais, todas associadas a repercussões estéticas, emocionais e psicossociais significativas. A perda capilar frequentemente impacta autoestima, relações interpessoais e qualidade de vida, tornando a busca por tratamentos eficazes uma prioridade tanto para pacientes quanto para profissionais de saúde.

Nas últimas décadas, houve avanços importantes na compreensão da biologia do folículo piloso e dos mecanismos envolvidos no ciclo capilar. Esse conhecimento permitiu o desenvolvimento de novas estratégias terapêuticas capazes de atuar diretamente nos processos celulares e moleculares responsáveis pelo crescimento dos

cabelos. Entre essas abordagens, a medicina regenerativa destaca-se por seu potencial de estimular mecanismos naturais de reparação e regeneração tecidual.

Nesse cenário, os exossomos surgiram como uma das áreas mais promissoras da pesquisa translacional aplicada à dermatologia e à tricologia. Os exossomos são pequenas vesículas extracelulares liberadas por diferentes tipos celulares, especialmente células-tronco mesenquimais. Essas estruturas atuam como importantes mediadoras da comunicação intercelular, transportando proteínas, lipídios, RNAs mensageiros,

microRNAs e fatores de crescimento capazes de modificar o comportamento das células-alvo.

Inicialmente estudados em processos relacionados à oncologia e imunologia, os exossomos passaram a despertar interesse crescente em terapias regenerativas devido à sua capacidade de promover proliferação celular, angiogênese, modulação imunológica e reparação tecidual. No couro cabeludo, essas propriedades podem influenciar diretamente a atividade folicular, favorecendo o crescimento capilar e a manutenção da saúde dos fios.

Embora os resultados iniciais sejam promissores, a utilização dos exossomos em tricologia ainda enfrenta desafios relacionados à padronização dos métodos de obtenção, protocolos terapêuticos, regulamentação e comprovação científica em longo prazo. Dessa forma, torna-se fundamental analisar criticamente as evidências disponíveis para compreender o verdadeiro papel dessa tecnologia no tratamento das alopecias.

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo revisar a literatura científica atual acerca da utilização dos exossomos em tricologia, enfatizando seus mecanismos de ação, aplicações clínicas, vantagens, limitações e perspectivas futuras.

Diante da crescente utilização dos exossomos na medicina regenerativa aplicada à tricologia, o presente estudo teve como objetivo revisar as evidências científicas atuais sobre seus mecanismos de ação, aplicações clínicas, eficácia terapêutica, limitações e perspectivas futuras no tratamento das alopecias.

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura. A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados PubMed, Scopus e Web of Science, utilizando os descritores “Exosomes”, “Hair Loss”, “Alopecia”, “Hair Regeneration”, “Trichology” e “Regenerative Medicine”, combinados pelos operadores booleanos AND e OR.

Foram incluídos artigos publicados entre janeiro de 2019 e junho de 2026, disponíveis na íntegra nos idiomas inglês e português, que abordassem a aplicação dos exossomos em doenças capilares ou mecanismos relacionados à regeneração folicular. Foram excluídos artigos duplicados, relatos de caso isolados, cartas ao editor e estudos sem metodologia claramente definida.

Após análise dos estudos selecionados, os dados foram organizados de forma descritiva, permitindo a elaboração de uma síntese narrativa acerca das evidências atuais relacionadas ao uso dos exossomos na tricologia.

DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO

Os exossomos são vesículas extracelulares de dimensões nanométricas, geralmente variando entre 30 e 150 nm, produzidas por praticamente todos os tipos celulares do organismo. Sua principal função consiste em promover comunicação intercelular por meio da transferência de moléculas biologicamente ativas. Essas vesículas contêm proteínas estruturais, fatores de crescimento, citocinas, lipídios, RNAs mensageiros e microRNAs capazes de influenciar processos celulares complexos relacionados ao desenvolvimento, diferenciação e regeneração tecidual.

A crescente aplicação dos exossomos na medicina regenerativa decorre da compreensão de que muitos dos benefícios observados nas terapias com células-tronco são mediados justamente pelos fatores parácrinos liberados por essas células. Dessa forma, os exossomos passaram a ser considerados uma alternativa potencialmente mais segura e padronizável, mantendo grande parte dos efeitos regenerativos sem os riscos inerentes ao transplante celular.

No contexto da tricologia, os exossomos exercem influência direta sobre diferentes componentes do folículo piloso. Estudos experimentais demonstram que essas vesículas estimulam a proliferação das células da papila dérmica, consideradas fundamentais para o controle do ciclo capilar. Além disso, promovem ativação da via Wnt/ β -catenina, um dos principais mecanismos moleculares envolvidos na indução da fase anágena, responsável pelo crescimento ativo dos fios.

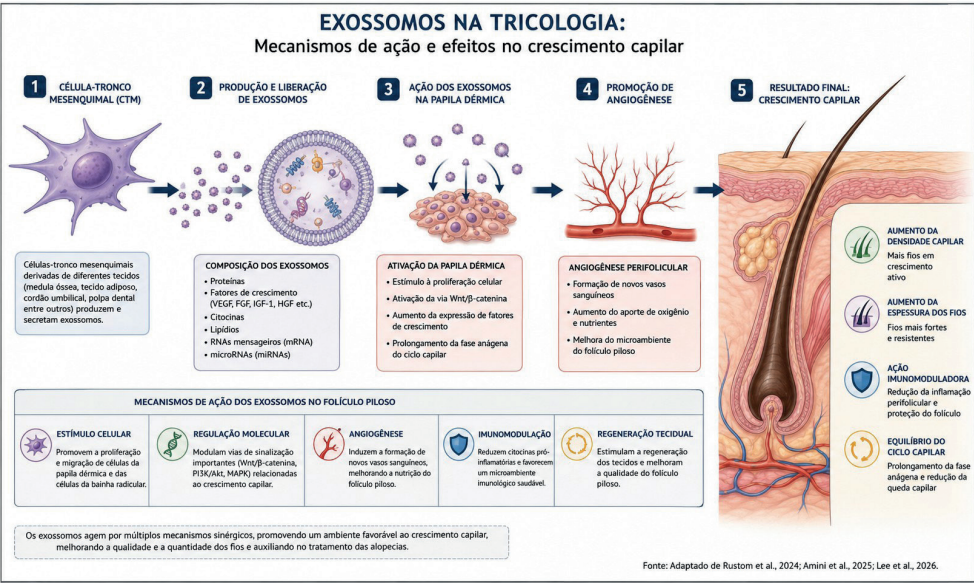


Figura 1 – Mecanismos de ação dos exossomos no crescimento capilar

Fonte: Adaptado de Rustom et al. (2024); Amini et al. (2025); Lee et al. (2026).

Outro efeito importante está relacionado à promoção da angiogênese. O aumento da vascularização ao redor dos folículos pilosos favorece o fornecimento de oxigênio, nutrientes e fatores de crescimento, criando condições mais adequadas para o desenvolvimento capilar. Paralelamente, os exossomos demonstram capacidade de modular processos inflamatórios por meio da redução de citocinas pró-inflamatórias e do estímulo de mecanismos imunorregulatórios.

Essas propriedades tornam os exossomos particularmente atrativos para o tratamento da alopecia androgenética, considerada a forma mais prevalente de perda capilar em adultos. Os estudos clínicos disponíveis sugerem melhora da densidade capilar, aumento da espessura dos fios e redução da progressão da doença após aplicações seriadas dessas vesículas. Embora ainda exista heterogeneidade entre os protocolos utilizados, os resultados iniciais apontam para benefício clínico consistente.

Além da alopecia androgenética, os exossomos também têm sido investigados na alopecia areata. Nessa doença autoimune, caracterizada pela perda não cicatricial dos cabelos decorrente do ataque imunológico ao folículo piloso, a capacidade imunomoduladora dos exossomos assume papel relevante. Estudos experimentais demonstram redução da inflamação perifolicular e melhora do ambiente imunológico local, favorecendo o retorno do crescimento capilar.

Outro campo promissor envolve a associação dos exossomos com procedimentos já consolidados na prática dermatológica, como microagulhamento, plasma rico em plaquetas e transplante capilar. A combinação dessas técnicas pode potencializar os resultados terapêuticos por meio do aumento da penetração dos fatores bioativos e da estimulação simultânea de diferentes mecanismos regenerativos.

Quando comparados ao plasma rico em plaquetas, os exossomos apresentam algumas vantagens teóricas importantes. Enquanto o PRP depende diretamente das características biológicas individuais de cada paciente, os exossomos podem ser produzidos sob condições mais controladas, permitindo maior uniformidade na composição e concentração dos componentes bioativos. Essa característica reduz a variabilidade dos resultados e favorece a reprodutibilidade dos protocolos.

Apesar do entusiasmo crescente, a utilização clínica dos exossomos ainda enfrenta limitações significativas. A ausência de consenso internacional sobre métodos de obtenção, isolamento, purificação e armazenamento dificulta a comparação entre estudos e limita a padronização terapêutica. Além disso, muitos trabalhos disponíveis apresentam amostras pequenas e períodos curtos de acompanhamento, impossibilitando conclusões definitivas acerca da eficácia e segurança em longo prazo.

Aspectos regulatórios também representam importante desafio. Atualmente, diferentes países adotam critérios distintos para classificação e aprovação de produtos baseados em exossomos, gerando heterogeneidade na qualidade das formulações disponíveis. Consequentemente, a consolidação dessa tecnologia dependerá da realização de estudos multicêntricos robustos, capazes de estabelecer protocolos padronizados e respaldados por evidências científicas de alta qualidade.

Nesse contexto, os exossomos representam uma das mais promissoras fronteiras da medicina regenerativa aplicada à tricologia. Sua capacidade de estimular crescimento capilar, modular inflamação e favorecer regeneração folicular sugere potencial para modificar significativamente o tratamento das alopecias nas próximas décadas.

Vantagens	Limitações
Estímulo ao crescimento capilar	Falta de padronização dos protocolos
Ação angiogênica	Poucos estudos de longo prazo
Efeito imunomodulador	Custos elevados
Terapia livre de células	Regulamentação ainda limitada
Potencial associação com outras terapias	Heterogeneidade dos produtos disponíveis

Tabela 1 – Principais vantagens e limitações dos exossomos na tricologia

Fonte: Elaborada pela autora (2026).

Autor/Ano	Tipo de estudo	População	Intervenção	Principais resultados
Schlesinger et al., 2024	Revisão crítica	Alopecia androgenética	Exossomos derivados de células-tronco	Evidências promissoras, porém insuficientes para recomendar o rotineira
Al Ameer et al., 2025	Revisão sistemática	Diversas alopecias	Diferentes fontes de exossomos	Melhora da densidade capilar e aumento da espessura dos fios
Darwish et al., 2025	Revisão sistemática comparativa	Alopecia androgenética	Exossomos, PRP, minoxidil	Resultados favoráveis para exossomos, especialmente quando associados a outras terapias
Amini et al., 2025	Ensaio clínico piloto randomizado	Pacientes com alopecia androgenética	Formulação tópica contendo exossomos	Aumento da densidade capilar e melhora da cobertura do couro cabeludo
Bulgaru-Ilieșu et al., 2025	Revisão narrativa	Alopecia areata	Exossomos derivados de células-tronco mesenquimais	Potencial imunomodulador e estímulo ao crescimento capilar
Ivanov et al., 2025	Revisão da literatura	Alopecia androgenética	Exossomos	Evidências favoráveis para angiogênese e prolongamento da fase anágena
Lee et al., 2026	Revisão abrangente	Tricologia geral	Exossomos em doenças capilares	Consolidação dos mecanismos biológicos e perspectivas futuras

Tabela 2 – Principais estudos clínicos sobre exossomos no tratamento das alopecias publicados entre 2024 e 2026

Fonte: Elaborada pela autora (2026).

PERSPECTIVAS FUTURAS

O desenvolvimento das terapias baseadas em exossomos representa uma das mais promissoras áreas da medicina regenerativa aplicada à tricologia. Embora os resultados atuais sejam encorajadores, acredita-se que os avanços observados nos próximos anos possam ampliar significativamente as aplicações clínicas dessas vesículas extracelulares, tornando-as ferramentas cada vez mais relevantes no tratamento das alopecias.

Uma das principais linhas de investigação envolve a bioengenharia de exossomos. Diferentemente dos exossomos naturais, os exossomos modificados em laboratório podem ser desenvolvidos para transportar moléculas específicas capazes de

potencializar determinados efeitos biológicos. Essa estratégia permitiria direcionar fatores de crescimento, microRNAs e proteínas diretamente para o folículo piloso, aumentando a eficácia terapêutica e reduzindo efeitos indesejados.

Outro campo de crescente interesse é a utilização de exossomos sintéticos ou biomiméticos. Essas estruturas são produzidas artificialmente para reproduzir as propriedades dos exossomos naturais, oferecendo vantagens relacionadas à escalabilidade industrial, padronização da produção e controle de qualidade. A produção em larga escala poderá contribuir para redução dos custos e ampliação do acesso a essas terapias.

A integração entre exossomos e medicina personalizada também desponta como importante perspectiva futura. O avanço das tecnologias genômicas e transcriptômicas permitirá identificar características moleculares específicas de cada paciente, possibilitando a seleção de terapias mais adequadas

conforme o perfil biológico individual. Nesse contexto, exossomos personalizados poderão ser desenvolvidos para atender necessidades terapêuticas específicas, aumentando a probabilidade de resposta clínica favorável.

Além disso, a associação entre inteligência artificial e tricologia poderá desempenhar papel relevante na evolução dessas terapias. Algoritmos capazes de analisar imagens tricoscópicas, características clínicas e biomarcadores moleculares poderão auxiliar na identificação dos pacientes com maior probabilidade de benefício, contribuindo para uma abordagem terapêutica mais precisa e individualizada.

Outro cenário promissor envolve a utilização combinada dos exossomos com procedimentos já consolidados na prática dermatológica. Estudos preliminares sugerem que a associação com microagulhamento, plasma rico em plaquetas, laser de baixa potência e transplante capilar pode potencializar os resultados obtidos isoladamente. Em pacientes submetidos ao transplante capilar, por exemplo, os exossomos podem favorecer a cicatrização, estimular a angiogênese local e aumentar a taxa de sobrevivência dos enxertos.

No campo das doenças autoimunes, particularmente na alopecia areata, a crescente compreensão dos mecanismos imunológicos envolvidos poderá permitir o desenvolvimento de exossomos direcionados especificamente para modulação da resposta inflamatória. Essa abordagem poderá representar alternativa terapêutica menos agressiva quando comparada aos imunossuppressores sistêmicos atualmente utilizados.

Apesar das perspectivas favoráveis, a consolidação dos exossomos como terapia de rotina dependerá da superação de importantes desafios. Entre eles destacam-se a necessidade de protocolos padronizados para obtenção e purificação das vesículas, regulamentação internacional uniforme, definição de doses terapêuticas ideais e realização de estudos clínicos multicêntricos com seguimento prolongado.

Dessa forma, embora ainda existam lacunas importantes no conhecimento científico, os exossomos apresentam potencial para transformar profundamente o manejo das alopecias nas próximas décadas, consolidando-se como uma das principais ferramentas da medicina regenerativa aplicada à tricologia.

CONCLUSÃO

Entre as limitações desta revisão destacam-se a escassez de ensaios clínicos randomizados de longo prazo, a heterogeneidade dos protocolos utilizados e a ausência de consenso internacional acerca da padronização dos exossomos empregados nas pesquisas.

Os exossomos constituem uma inovação relevante no campo da tricologia e da medicina regenerativa. As evidências disponíveis demonstram potencial para estimular o crescimento capilar, modular processos inflamatórios e favorecer a regeneração dos folículos pilosos em diferentes formas de alopecia.

Apesar dos resultados promissores observados em estudos experimentais e clínicos iniciais, ainda existem desafios relacionados à padronização metodológica, regulamentação e avaliação da segurança em longo prazo. Dessa forma, a incorporação definitiva dos exossomos à prática clínica dependerá da

realização de ensaios clínicos multicêntricos e randomizados que permitam estabelecer protocolos seguros, eficazes e reproduzíveis.

Conclui-se que os exossomos representam uma das mais promissoras perspectivas terapêuticas da tricologia contemporânea, com potencial para transformar o manejo das alopecias e ampliar as possibilidades de tratamento para pacientes com perda capilar.

Embora ainda existam desafios metodológicos e regulatórios, os exossomos despontam como uma das tecnologias mais promissoras da tricologia moderna, com potencial para redefinir o tratamento das alopecias nas próximas décadas.

AGRADECIMENTOS

A autora agradece à Dra. Mariana Álvares Penha pela orientação científica, incentivo acadêmico e contribuição para o desenvolvimento deste estudo.

CONFLITO DE INTERESSES

A autora declara não possuir conflitos de interesse relacionados ao presente estudo.

FINANCIAMENTO

Não houve financiamento para a realização deste estudo.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Maria Fernanda Guimarães Cordes participou da concepção do estudo, revisão da literatura, análise dos dados, redação e aprovação da versão final do manuscrito.

Dra. Mariana Álvares Penha participou da orientação científica, revisão crítica do conteúdo intelectual e aprovação da versão final do manuscrito.

REFERÊNCIAS

- AL AMEER, M. A. et al. Exosomes and Hair Regeneration: A Systematic Review of Clinical Evidence Across Alopecia Types and Exosome Sources. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*, 2025.
- AMINI, F. et al. A Pilot Randomized Controlled Trial Evaluating Exosome-Based Hair Formulations. *Life*, 2025.
- BULGARU-ILIESCU, A. I. et al. Exosome-Based Therapies for Alopecia Areata. *International Journal of Molecular Sciences*, 2025.
- DARWISH, R. et al. A Systematic Review Comparing Exosome Therapy, Platelet-Rich Plasma and Minoxidil for Hair Regeneration. *Journal of Clinical Medicine*, 2025.
- IVANOV, P. et al. Exosome-Based Therapies for Androgenetic Alopecia. *Gene Expression*, 2025.
- LEE, K. W. A. et al. Exosomes in Trichology: A Literature Review. *JPRAS Open*, 2026.
- PENHA, F. A. The Potential of Exosomes in Hair Growth and Hair Transplantation. *Hair Transplant Forum International*, 2025.
- SCHLESINGER, T. E. Examining the Uncertainties Surrounding Exosome Therapy in Androgenetic Alopecia: A Call for Evidence-Based Practice. *Journal of Drugs in Dermatology*, 2024.
- RUSTOM, A. et al. Extracellular Vesicles and Hair Follicle Regeneration. *Stem Cell Research & Therapy*, 2024.
- ZHANG, Y. et al. Exosome-Based Strategies for Tissue Regeneration and Hair Growth. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 2024.
- KIM, H. J. et al. Mesenchymal Stem Cell-Derived Exosomes in Dermatology. *International Journal of Molecular Sciences*, 2024.
- WANG, X. et al. Therapeutic Potential of Exosomes in Hair Disorders. *Cells*, 2025.
- LIU, Z. et al. Regenerative Approaches in Trichology: Current Evidence and Future Directions. *Dermatologic Therapy*, 2025.
- KIM, H. J.; PARK, S. Y.; LEE, J. H. Mesenchymal stem cell-derived exosomes in dermatology: current applications and future perspectives. *International Journal of Molecular Sciences*, Basel, v. 25, n. 3, p. 1-18, 2024.
- LIU, Z.; WANG, Y.; CHEN, X. Regenerative approaches in trichology: current evidence and future directions. *Dermatologic Therapy*, Hoboken, v. 38, n. 2, p. 1-12, 2025.
- RUSTOM, A.; SCHMIDT, T.; MAYER, C. Extracellular vesicles and hair follicle regeneration: advances and therapeutic opportunities. *Stem Cell Research & Therapy*, London, v. 15, n. 1, p. 1-14, 2024.
- WANG, X.; LI, H.; ZHOU, Y. Therapeutic potential of exosomes in hair disorders: a comprehensive review. *Cells*, Basel, v. 14, n. 5, p. 1-20, 2025.
- ZHANG, Y.; LIU, J.; ZHOU, Q. Exosome-based strategies for tissue regeneration and hair growth. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, Lausanne, v. 12, p. 1-16, 2024.

SHIN, H. et al. Exosomes derived from mesenchymal stem cells promote hair growth through activation of dermal papilla cells. *Stem Cell Research & Therapy*, London, v. 15, n. 2, p. 1-11, 2024.

CHOI, N. et al. Advances in regenerative medicine for alopecia treatment. *Journal of Cosmetic Dermatology*, Hoboken, v. 24, n. 1, p. 50-61, 2025.

PARK, J.; KIM, S.; LEE, Y. Hair follicle regeneration and extracellular vesicle signaling: current evidence and future applications. *Experimental Dermatology*, Copenhagen, v. 34, n. 3, p. 210-220, 2025.

ROSSI, A. et al. Emerging regenerative therapies in androgenetic alopecia. *Dermatologic Clinics*, Philadelphia, v. 43, n. 1, p. 85-98, 2025.

GENTILE, P.; GARCOVICH, S. Regenerative medicine and hair restoration: where are we now? *Journal of Clinical Medicine*, Basel, v. 13, n. 4, p. 1-15, 2024.

HOANG, D. H. et al. The role of extracellular vesicles in skin and hair regeneration. *Biomedicines*, Basel, v. 13, n. 2, p. 1-19, 2025.

MATSUMOTO, D.; YOSHIMURA, K. Cell-free regenerative therapies in dermatology and trichology. *Aesthetic Plastic Surgery*, New York, v. 49, n. 1, p. 110-121, 2025.