مروری جامع بر اگزوزوم‌تراپی در پوست، زیبایی و پزشکی بالینی

پگاه تمیمی*

دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

اگزوزوم‌ها وزیکول‌های خارج‌سلولی کوچکی هستند که توسط سلول‌ها ترشح شده و حاوی مولکول‌های مختلفی همچون پروتئین‌ها، RNA و چربی‌ها هستند که می‌توانند به سلول‌های دیگر منتقل شده و اثرات متفاوتی بر آن‌ها بگذارند. استفاده از اگزوزوم‌ها به‌ویژه در زمینه‌های پزشکی و زیبایی به‌عنوان یک روش نوین مورد توجه قرار گرفته است. این ذرات زیستی در فرآیندهای مختلف ازجمله ضد پیری پوست، درمان التهابات پوستی، ترمیم زخم‌ها و درمان ریزش مو اثرات مثبتی نشان داده‌اند. اگزوزوم‌ها قادرند با انتقال میکروRNAها و سایر مولکول‌های زیستی به سلول‌های هدف، فرآیندهای بازسازی پوست و بهبود عملکرد آن را تسریع کنند. این مقالات همچنین به بررسی روش‌های مختلف استخراج اگزوزوم‌ها و مزایا و معایب استفاده از آن‌ها در درمان‌های پوستی پرداخته و اهمیت تحقیقات بیشتر در این زمینه را مورد تأکید قرار داده‌اند. نتایج نشان می‌دهند که اگزوزوم‌ها پتانسیل بالایی در بهبود شرایط مختلف پوستی دارند و می‌توانند درمان‌های غیرتهاجمی و مؤثری برای بیماری‌های پوستی مانند آکنه، اگزما، پیری پوست و ریزش مو فراهم کنند. با وجود انتظارات شگفت‌انگیز از اگزوزوم‌ها هنوز نمی‌توان آن‌ها را به‌عنوان درمان‌های اصلی و جایگزین قطعی روش‌های موجود به‌صورت گسترده به کار گرفت ازاین‌رو، استفاده بالینی از اگزوزوم‌ها در حال حاضر عمدتاً محدود به مطالعات تحقیقاتی یا برخی مراکز خصوصی است و نیاز به تحقیقات گسترده‌تر و تأییدات قانونی بیشتر برای استفاده رسمی و گسترده در درمان دارد.

کلیدواژه‌ها: اگزوزوم، زیبایی، پوست

دریافت مقاله: ۱۴۰۴/۰۲/۳۰ پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۰۳/۱۳

پوست و زیبایی؛ بهار ۱۴۰۴، دوره ۱۶ (۱): ۲۱-۱۶

نویسنده مسئول:
پگاه تمیمی

تهران، بلوار کشاورز، خیابان قریب، پلاک ۶۲

پست الکترونیک:
pegahtamimi.md@gmail.com

تعارض منافع: اعلام نشده است.

مقدمه

اگزوزوم‌ها وزیکول‌های خارج‌سلولی کوچکی هستند که از سلول‌ها به‌ویژه سلول‌های بنیادی آزاد می‌شوند و حاوی مولکول‌های زیستی مانند پروتئین‌ها، لیپیدها و RNA هستند که می‌توانند به سلول‌های دیگر منتقل شده و اثرات مختلفی در آن‌ها ایجاد کنند[۱و۲]. استفاده از اگزوزوم‌ها به‌ویژه در زمینه‌های پزشکی و زیبایی‌شناسی به‌عنوان یک درمان نوین و اثرگذار مطرح است. در این مقاله، به بررسی اثرات بالینی اگزوزوم‌ها، کاربرد آن‌ها در زیبایی‌شناسی، روش‌های استخراج آن‌ها و مزایا و معایب این درمان خواهیم پرداخت.

مبانی اگزوزوم‌ها و مکانیسم‌های مولکولی آن‌ها

اگزوزوم‌ها در تمامی سلول‌ها تولید می‌شوند و به‌عنوان یک سیستم ارتباطی میان سلولی عمل می‌کنند[۳]. این ذرات به‌ویژه در فرایندهای فیزیولوژیکی مانند التهابات، ترمیم بافت‌ها و فرآیندهای ایمنی نقش دارند. اگزوزوم‌ها ازنظر اندازه در حدود ۱۵۰-۳۰ نانومتر هستند و در انواع مختلفی از بافت‌ها و مایعات بدن مانند خون، ادرار و لنف یافت می‌شوند[۴].

مکانیسم اصلی عملکرد اگزوزوم‌ها شامل انتقال پیام‌های مولکولی از یک سلول به سلول دیگر است. این پیام‌ها می‌توانند شامل پروتئین‌ها، RNAهای

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-06]

میکرو و mRNA باشند که به تغییرات در رفتار سلولی و فیزیولوژی بافت‌ها منجر می‌شوند. به‌ویژه، اگزوزوم‌ها در فرآیندهای بازسازی بافت و ترمیم آسیب‌های پوستی و افزایش تولید کلاژن در پوست نقش دارند[۵و۶].

اگزوزوم‌ها حاصل جوانه‌زنی درونی اندوزوم‌ها و تشکیل اجسام چندوزیکولی (MVBs) هستند که پس از اتصال به غشای پلاسمایی، محتوای خود را به فضای خارج سلولی آزاد می‌کنند[۷]. این وزیکول‌ها حاوی مولکول‌های زیستی همچون CD63، CD81، TSG101 و ALIX هستند که به‌عنوان نشانگرهای تشخیصی آن‌ها به‌کار می‌روند[۸].

کاربردهای بالینی اگزوزوم‌ها در پزشکی

کاربردهای بالینی اگزوزوم‌تراپی

در بیماری‌های عصبی: در مدل‌های حیوانی، اگزوزوم‌های مشتق از MSCs باعث بهبود عملکرد نورونی در بیماران مبتلا به سکته مغزی، آلزایمر و پارکینسون شده‌اند.

در درمان زخم و بیماری‌های پوستی: اگزوزوم‌های حاوی فاکتورهای رشد و miRNAهای ضدالتهابی، موجب تحریک آنژیوژنز، افزایش سنتز کلاژن، کاهش اسکار و ترمیم سریع‌تر زخم‌های مزمن می‌شوند.

در سرطان: اگزوزوم‌ها در انتقال RNAهای توموری دخیل هستند و می‌توانند به‌عنوان بیومارکر تشخیصی یا ابزار هدف‌گیری دارویی عمل کنند.

در پزشکی بازساختی: اگزوزوم‌تراپی به‌عنوان جایگزینی برای سلول‌تراپی در بازسازی بافت‌های استخوان، غضروف و قلب مطرح شده است.

اگزوزوم‌ها در درمان‌های ضدپیری

پوست انسان با افزایش سن دچار تغییرات بسیاری می‌شود. تابش نور فرابنفش (UV)، اکسیداتیو استرس و افزایش تولید رادیکال‌های آزاد ازجمله عواملی هستند که موجب آسیب به سلول‌های پوست و کاهش تولید کلاژن و الاستین می‌شوند[۹].

اگزوزوم‌ها به‌ویژه از منابعی مانند سلول‌های بنیادی مشتق از بافت چربی (ADSC) و سلول‌های بنیادی بند ناف انسانی (hUCMSC) توانسته‌اند تأثیرات مثبتی در کاهش آسیب‌های ناشی از UV و افزایش تولید کلاژن در پوست داشته باشند[۱۰]. میکروRNAهای موجود در اگزوزوم‌ها مانند miR-1246 و miR-29b-3p به کاهش تخریب کلاژن و تحریک تولید پروتئین‌های ساختاری پوست کمک می‌کنند[۱۱].

درمان التهابات پوستی

اگزوزوم‌ها به‌عنوان درمانی مؤثر برای التهابات پوستی شناخته می‌شوند. به‌ویژه، در درمان بیماری‌هایی مانند اگزما (AD)، اگزوزوم‌ها با کاهش سطح سیتوکین‌های التهابی و بهبود عملکرد سد پوستی، اثرات ضدالتهابی قابل‌توجهی دارند[۱۲]. در مدل‌های حیوانی، اگزوزوم‌های مشتق از سلول‌های بنیادی چربی نشان داده‌اند که می‌توانند سطوح IgE، سلول‌های ایوزینوفیل و التهاب در پوست را کاهش دهند[۱۳]. این ویژگی‌ها می‌توانند در درمان بیماری‌های پوستی خودایمنی و التهابی مانند پسوریازیس و آکنه مؤثر باشند[۵و۱۴].

ترمیم زخم و بازسازی بافت پوست

اگزوزوم‌ها قادرند فرآیندهای ترمیم زخم و بازسازی بافت را بهبود بخشند. اگزوزوم‌ها می‌توانند با تحریک مهاجرت سلول‌های بنیادی، افزایش تولید کلاژن و تسریع فرآیندهای بازسازی بافت، به ترمیم سریع‌تر زخم‌ها کمک کنند[۱۵]. در مدل‌های حیوانی، اگزوزوم‌ها با افزایش تجمع کلاژن و کاهش فرآیند فیبروز، توانسته‌اند به ترمیم بهتر و کاهش اسکارها کمک کنند. این ویژگی‌ها موجب شده است که اگزوزوم‌ها به‌عنوان درمانی نوین برای زخم‌ها و آسیب‌های پوستی در نظر گرفته شوند[۱۶].

درمان ریزش مو و تحریک رشد مو

در زمینه درمان ریزش مو، اگزوزوم‌ها به‌ویژه در درمان آلوپسی و ریزش موی آندروژنتیک اثرات مثبت نشان داده‌اند. اگزوزوم‌های مشتق از سلول‌های بنیادی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-06]

چربی (ADSC) و سلول‌های بنیادی بند ناف (UCMSC) به‌عنوان درمانی امیدوارکننده برای تحریک رشد مو در مدل‌های حیوانی و بالینی بررسی شده‌اند[۱۷]. این اگزوزوم‌ها قادرند روند تبدیل فاز تلوژن به فاز آناژن را تسریع کنند و به تحریک سلول‌های پاپیلا مو کمک نمایند[۱۸]. میکروRNAهای خاصی که در اگزوزوم‌ها وجود دارند، به‌ویژه در تنظیم چرخه رشد مو و تحریک تکثیر سلول‌های فولیکول مو مؤثر هستند[۱۹].

روش‌های استخراج اگزوزوم‌ها

روش‌های مختلفی برای استخراج اگزوزوم‌ها از منابع مختلف وجود دارد. این روش‌ها به‌طور عمده به دو دسته تقسیم می‌شوند: روش‌های شیمیایی و فیزیکی.

روش‌های شیمیایی

این روش‌ها معمولاً از مواد شیمیایی برای جداسازی اگزوزوم‌ها استفاده می‌کنند. یکی از متداول‌ترین روش‌ها، استفاده از پلیمرهای شیمیایی مانند پلی‌اتیلن گلیکول (PEG) است که به‌طور مؤثری اگزوزوم‌ها را از دیگر مواد سلولی جدا می‌کند[۲۰].

روش‌های فیزیکی

روش‌های فیزیکی به جداسازی اگزوزوم‌ها ازطریق فیلتراسیون، سانتریفیوژ و الکترومایگریشن می‌پردازند. در این روش‌ها، از نیروی گریز از مرکز برای تفکیک ذرات با اندازه‌های مختلف استفاده می‌شود. سانتریفیوژ در سرعت‌های بالا یکی از رایج‌ترین روش‌ها برای استخراج اگزوزوم‌ها است[۲۱].

مقایسه روش‌ها

در جدول ۱، برخی از روش‌های متداول استخراج اگزوزوم‌ها و مزایا و معایب آن‌ها آورده شده است[۲۲و۲۳].

مزایا و معایب اگزوزوم‌تراپی

مزایا

طبیعت بیولوژیکی: اگزوزوم‌ها به‌طور طبیعی از سلول‌ها ترشح می‌شوند بنابراین، در بدن به‌خوبی پذیرفته می‌شوند و عوارض جانبی کمتری دارند[۲۴].

توانایی در ترمیم بافت‌ها: اگزوزوم‌ها توانایی بی‌نظیری در ترمیم بافت‌ها، کاهش التهاب و تسریع فرآیندهای بازسازی دارند[۲۵].

درمان‌های غیرتهاجمی: اگزوزوم‌ها معمولاً یک درمان غیرتهاجمی هستند که نیاز به جراحی ندارند[۲۶].

معایب

هزینه بالا: استخراج اگزوزوم‌ها و فرآیندهای تولید آن‌ها ممکن است هزینه‌بر باشد[۲۷].

کمبود تحقیقات بالینی: با وجود شواهد زیادی در مدل‌های حیوانی، هنوز نیاز به تحقیقات بالینی بیشتری برای تأیید اثرات آن‌ها در انسان‌ها داریم[۲۸و۲۹].

احتمال واکنش‌های ایمنی: در بعضی موارد، ممکن است سیستم ایمنی بدن نسبت به اگزوزوم‌ها واکنش نشان دهد[۳۰].

جدول ۱: برخی از روش‌های متداول استخراج اگزوزوم‌ها و مزایا و معایب آن‌ها.

روش	مزایا	معایب	کاربرد رایج
اولتراسانتریفیوژ (UC)	دقت بالا، رایج‌ترین روش	زمان‌بر، نیاز به تجهیزات خاص	تحقیقات پایه
رسوب‌گذاری با پلیمر (PEG)	کم‌هزینه، ساده	آلودگی بالا، خلوص پایین	مطالعات اولیه
فیلتر غشایی (UF)	سریع، قابل تکرار	امکان تغییر شکل اگزوزوم	کاربرد تجاری
کروماتوگرافی اندازه‌برداری (SEC)	خلوص بالا، بدون آسیب به اگزوزوم	گران، پیچیده	تحقیقات بالینی
کیت‌های تجاری	ساده و سریع	هزینه بالا، تنوع کیفیت	مصارف آزمایشگاهی
نانو الیاف الکتروریسی	نوآورانه؛ آزادسازی آسان با گرما؛ خلوص بالا	فناوری جدید؛ نیاز به توسعه بیشتر و تجهیزات خاص	——

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-06]

نتیجه‌گیری

اگـزوزوم‌هـا در زمینـه‌هـای مختلـف پزشـکی و زیبایی‌شناسی، ازجمله درمان‌های ضـدپیری، التهابـات پوستی، ترمیم زخم‌ها و ریزش مو، پتانسیل‌های زیادی دارند. با این حال، همچنان نیـاز بـه تحقیقـات بیشـتر برای ارزیابی دقیق‌تر اثرات بـالینی و بهبـود روش‌هـای استخراج و تولید اگـزوزوم‌هـا وجـود دارد. ایـن درمـان نوین ممکن است در آینده‌ای نزدیک به‌عنـوان یکـی از درمان‌های اصلی در زیبایی‌شناسـی و پوسـت شـناخته شـود. هرچنـد بـا وجـود انتظـارات شـگفت‌انگیـز از اگزوزوم‌ها در حوزه‌های گونـاگون ماننـد تـرمیم بافـت، درمان بیماری‌های التهابی، نورولوژیک، پوستی و حتـی سرطان، هنوز نمی‌توان آن‌ها را بـه‌عنـوان درمـان‌هـای اصلی و جایگزین قطعی روش‌هـای موجـود بـه‌صـورت گسـترده بـه‌کـار گرفـت؛ زیـرا تـاکنون هـیچ فـراورده اگزوزومی تأییدیه سازمان غذا و داروی آمریکـا (FDA) را بـه‌عنـوان داروی رسـمی دریافـت نکـرده و بیشـتر مطالعات انسانی در مراحل ابتدایی، نظیر فاز اول یا دوم کارآزمـایی بـالینی و در چـارچوب بررسـی ایمنـی یـا اثربخشی انجـام شـده‌انـد ازایـن‌رو، اسـتفاده بـالینی از اگزوزوم‌ها در حال حاضر عمـدتاً محـدود بـه مطالعـات تحقیقاتی یا برخـی مراکـز خصوصـی اسـت و نیـاز بـه تحقیقات گسـترده‌تـر و تأییـدات قـانونی بیشـتر بـرای استفاده رسمی و گسترده در درمان دارد.

References

1. Théry C, Witwer KW, Aikawa E, et al. Minimal information for studies of extracellular vesicles 2018 (misev2018): A position state ment of the international society for extracellular vesicles and update of the misev2014 guidelines. J Extracell Vesicles 27:1535750;018.
2. György B, Szabó TG, Pásztói M, et al. Membrane vesicles, current state-of-the-art: Emerging role of extracellular vesicles. Cell Mol Life Sci 2011;68:2667-88.
3. Tutuianu R, Rosca AM, Iacomi DM, et al. Human mesenchymal stromal cell-derived exosomes promote in vitro wound healing by modulating the biological properties of skin keratinocytes and fibroblasts and stimulating angiogenesis. Int J Mol Sci 2021;22.
4. Wang W-M, Wu C, Jin H-Z. Exosomes in chronic inflammatory skin diseases and skin tumors. Experimental Dermatology 2019;28:213-18.
5. Yu H, Feng H, Zeng H, et al. Exosomes: The emerging mechanisms and potential clinical applications in dermatology. Int J Biol Sci 2024;20:1778-95.
6. Li Y, Zhang J, Shi J, et al. Exosomes derived from human adipose mesenchymal stem cells attenuate hypertrophic scar fibrosis by mir-192-5p/il-17ra/smad axis. Stem Cell Res Ther 2021;12:221.
7. Colombo M, Raposo G, Théry C. Biogenesis, secretion, and intercellular interactions of exosomes and other extracellular vesicles. Annu Rev Cell Dev Biol 2014;30:255-89.
8. Balaraman AK, Arockia Babu M, Afzal M, et al. Exosome-based mirna delivery: Transforming cancer treatment with mesenchymal stem cells. Regen Ther 2025;28:558-72.
9. Shao X, Zhang M, Chen Y, et al. Exosome-mediated delivery of superoxide dismutase for anti-aging studies in caenorhabditis elegans. Int J Pharm 2023;641:123090.
10. Sreeraj H, AnuKiruthika R, Tamilselvi KS, et al. Exosomes for skin treatment: Therapeutic and cosmetic applications. Nano TransMed 2024;3:100048
11. Ju C, Liu D. Exosomal micrornas from mesenchymal stem cells: Novel therapeutic effect in wound healing. Tissue Eng Regen Med 2023;20:647-60.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-06]

12. Lei L, Zhou S, Zeng L, et al. Exosome-based therapeutics in dermatology. Biomater Res 2025;29:0148.
13. Tang T, Chen L, Zhang M, et al. Exosomes derived from bmscs enhance diabetic wound healing through circ-snhg11 delivery. Diabetology & Metabolic Syndrome 2024;16:37.
14. Tang B, Bi Y, Zheng X, et al. The role of extracellular vesicles in the development and treatment of psoriasis: Narrative review. Pharmaceutics 2024;16.
15. Prasai A, Jay JW, Jupiter D, et al. Role of exosomes in dermal wound healing: A systematic review. J Invest Dermatol 2022;142:662-78.e8.
16. Chen Q, Chen J, Liu YN, et al. Exosome-based drug delivery systems for the treatment of diabetes and its complications: Current opinion. Extracell Vesicles Circ Nucl Acids 2023;4:502-17.
17. Kost Y, Muskat A, Mhaimeed N, et al. Exosome therapy in hair regeneration: A literature review of the evidence, challenges, and future opportunities. J Cosmet Dermatol 2022;21:3226-31.
18. Cheng M, Ma C, Chen H-D, et al. The roles of exosomes in regulating hair follicle growth. Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology 2024;1.1603:7-12.
19. Queen D, Avram MR. Exosomes for treating hair loss: A review of clinical studies. Dermatol Surg 2025;51:409-15.
20. Hade MD, Suire CN, Suo Z. Mesenchymal stem cell-derived exosomes: Applications in regenerative medicine. Cells 2021;10.
21. Gao J, Li A, Hu J, et al. Recent developments in isolating methods for exosomes. Front Bioeng Biotechnol 2022;10:1100892.
22. Dilsiz N. A comprehensive review on recent advances in exosome isolation and characterization: Toward clinical applications. Transl Oncol 2024;50:102121.
23. Mukerjee N, Bhattacharya A, Maitra S, et al. Exosome isolation and characterization for advanced diagnostic and therapeutic applications. Mater Today Bio 2025;31:101613.
24. Théry C, Zitvogel L, Amigorena S. Exosomes: Composition, biogenesis and function. Nat Rev Immunol 2002;2:569-79.
25. Odehnalová N, Šandriková V, Hromadka R, et al. The potential of exosomes in regenerative medicine and in the diagnosis and therapies of neurodegenerative diseases and cancer. 2025;Volume 12, 2025.
26. Jung H, Jung Y, Seo J, et al. Roles of extracellular vesicles from mesenchymal stem cells in regeneration. Mol Cells 2024;47:100151.
27. Chen Q, Wu D, Wang Y, et al. Exosomes as novel delivery systems for application in traditional chinese medicine. Molecules 2022;27.
28. Al-Nedawi K, Meehan B, Micallef J, et al. Intercellular transfer of the oncogenic receptor egfrviii by microvesicles derived from tumour cells. Nat Cell Biol 2008;10:619-24.
29. Wu S, Luo M, To KKW, et al. Intercellular transfer of exosomal wild type egfr triggers osimertinib resistance in non-small cell lung cancer. Mol Cancer 2021;20:17.
30. Yi YF, Fan ZQ, Liu C, et al. Immunomodulatory effects and clinical application of exosomes derived from mesenchymal stem cells. World J Stem Cells 2025;17:103560.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-06]

A comprehensive review of exosome therapy in skin, aesthetics, and clinical medicine

Pegah Tamimi, MD*

School of Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received: May 20, 2025
Accepted: Jun 03, 2025
Pages: 16-21

Exosome therapy is emerging as a promising treatment in dermatology and aesthetic medicine due to its potential to promote skin regeneration, reduce inflammation, and improve wound healing. Exosomes are small extracellular vesicles secreted by cells, particularly stem cells, containing biological molecules such as proteins, lipids, and RNAs, which can be transferred to other cells to influence various physiological processes. This review explores the molecular mechanisms of exosome function, their clinical applications in skin rejuvenation, inflammatory skin diseases, wound healing, and hair loss treatments, as well as their potential use in cosmetic and clinical medicine. The article also discusses methods for exosome extraction, highlighting both chemical and physical techniques, and evaluates the advantages and limitations of exosome therapy, including the need for further clinical studies. Ultimately, exosome-based therapies hold great promise for non-invasive methods in dermatology and aesthetics, though further research is needed to optimize their use. Despite the exciting expectations surrounding, exosomes cannot yet be widely used as primary or definitive treatment options. Currently, no exosome-based products have received official approval from the U.S. Food and Drug Administration (FDA) as licensed drugs. Most human studies are still in early phases, such as phase I or II clinical trials, mainly focused on evaluating safety and preliminary efficacy. Therefore, the clinical application of exosomes remains largely limited to research settings or private clinics, and broader medical use awaits more extensive studies and regulatory approvals.

Keywords: exosome, aesthetics, skin

Corresponding Author:
Pegah Tamimi, MD

No. 62, Qarib St., Keshavarz Blvd., Tehran, Iran
Email: pegahtamimi.md@gmail.com

Conflict of interest: None to declare

Copyright © 2025 Published by Tehran University of Medical Sciences.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-04-06]