

©Т. Г. Маєвська¹ <https://orcid.org/0009-0008-2054-4781>

©Н. В. Корнієнко² <https://orcid.org/0009-0008-3546-5349>

©С. М. Прохоренко³ <https://orcid.org/0009-0009-6085-7034>

¹Волинський національний університет імені Л. Українки, Луцьк, Україна

²Асоціація плазмотерапії та регенеративних методик, Дніпро, Україна

³Волинський медичний інститут, Луцьк, Україна

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО БІОРЕГЕНЕРАЦІЇ ШКІРИ: КЛІНІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕКЗОСОМАЛЬНОЇ ТЕРАПІЇ

РЕЗЮМЕ. Екзосоми – це позаклітинні наноструктури, які виділяються різними типами клітин і відіграють ключову роль у міжклітинній комунікації та підтриманні гомеостазу тканин. Завдяки здатності транспортувати біоактивні молекули – мікроРНК, білки, ліпіди, фрагменти ДНК та метаболіти – екзосоми є важливими регуляторами клітинного мікрооточення, ангиогенезу, проліферації та репарації. Особливу увагу привертають екзосоми, отримані з мезенхімальних стовбурових клітин (Hanheal, PlatinumMed), які мають унікальний біомолекулярний профіль та демонструють високий потенціал у регенеративній медицині.

У дерматології екзосоми сприяють активації дермальних фібробластів, кератиноцитів і меланоцитів, посилюють синтез компонентів позаклітинного матриксу, стимулюють ремоделювання дерми, покращують бар'єрну функцію шкіри й зменшують прояви фото- та хроностаріння. Завдяки цим властивостям вони розглядаються як перспективний біологічний інструмент для розробки персоналізованих регенеративних протоколів у дерматології та естетичній медицині.

Мета дослідження – оцінити клінічну ефективність екзосом Hanheal та їх поєднання з полінуклеотидами (ПДРН) у покращенні стану шкіри з використанням апаратних та суб'єктивних методик оцінки.

Матеріал і методи. У дослідженні взяли участь 63 пацієнти віком 30–60 років. Пацієнтів поділили на дві групи: 31 особа отримувала екзосомальну терапію Hanheal, 32 – комбінований протокол екзосоми + ПДРН. Оцінювання проводили за об'єктивними параметрами (ультразвукове дослідження шкіри, вимірювання шкірної складки, ротаційно-компресійний тест) та суб'єктивними шкалами (Лайкерта, GAIS, дерматологічний індекс якості життя – DLQI).

Результати. У пацієнтів обох груп спостерігалось достовірне покращення морфологічного стану шкіри ($p < 0,001$), зменшення значень DLQI та підвищення оцінок за шкалами Лайкерта та GAIS. Ультразвукове дослідження засвідчило стимуляцію неокосагенезу та виражене ремоделювання дерми. Отримані результати підтверджують як об'єктивне покращення стану шкіри, так і позитивний вплив процедур на психоемоційний стан пацієнтів, що є важливим критерієм якості життя.

Висновки. Екзосомальна терапія Hanheal, як у монотерапевтичному варіанті, так і в поєднанні з ПДРН, забезпечує виражений ефект біорегенерації, підвищення еластичності, щільності та тургору шкіри. Результати дослідження свідчать про доцільність широкого впровадження цієї методики у практику лікарів-косметологів, дерматологів і фахівців із регенеративної медицини. Екзосоми можна вважати ключовою ланкою у формуванні сучасних персоналізованих підходів до відновлення, омолодження та підтримання функціональної цілісності шкіри.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: екзосоми; мезенхімальні стовбурові клітини; біорегенерація; екзосомальна терапія; шкіра.

Вступ. Регенеративна естетика наразі формується як перспективний напрям у галузі дерматології, естетичної косметології та хірургії, орієнтований на відновлення структурної цілісності та функціональної активності шкіри [2, 5]. Одним із ключових інноваційних векторів у цій сфері є застосування екзосом – позаклітинних везикул нанорозмірів, які виконують критичні функції в міжклітинній комунікації завдяки транспорту біологічно активних молекул, зокрема протеїнів, ліпідів та РНК [9].

Бібліометричний аналіз дослідження екзосом у вищеперерахованих галузях медицини з 2010 по 2021 рік за допомогою ключових слів по-

казав 1383 статті з бази даних Web of Science Core Collection. Серед них було 846 оригінальних дослідницьких статей, що становило 61,17 %, та 537 оглядових статей, що становило відповідно 38,83 % [8]. Таким чином, можна стверджувати, що період 2010–2021 років став етапом становлення та активного розвитку досліджень екзосом, які поступово переходять із фундаментальної площини у прикладну – зокрема у сферу регенеративної медицини, косметології, онкології та імунології. Це створює підґрунтя для подальшого розширення клінічного застосування екзосом як перспективних біотерапевтичних агентів. Така тенденція підкреслює актуальність тематики ек-

зосом як інноваційного напрямку біомедицини, спрямованого на розробку нових методів діагностики, лікування та регенерації тканин.

Уперше субмікронні везикули, пізніше відомі як екзосоми, були виявлені Пітером Волфом у 1967 році у плазмі як «тромбоцитарний пил», що є важливим для згортання крові [1, 7]. Позаклітинні везикули на даний час класифікуються відповідно до їх діаметра: апоптозні тіла – більші 1000 нм; мікровезикули – 100–1000 нм; та екзосоми від 30 до 150 нм [2, 6].

Екзосоми – це дрібні (від 30 до 150 нм) оточені подвійною ліпідною мембраною позаклітинні везикули, які утворюються шляхом інвагінації внутрішніх мембран мультивезикулярних тілець. Після злиття мультивезикулярних тілець з плазмолемою внутрішньоклітинні пухирці вивільняються у міжклітинний простір як екзосоми, що містять комплексний набір біомолекул: білки (HSP70, HSP90, тетраспаніни CD9, CD63, CD81), ліпіди (холестерин, сфінгомелін), мРНК, мікроРНК, фрагменти ДНК [3].

Основною функцією екзосом є міжклітинна комунікація, яка забезпечується шляхом передачі біоактивних молекул від клітини до клітини, що дозволяє регулювати численні фізіологічні та патологічні процеси в організмі [6]. Завдяки своєму молекулярному складу екзосоми виконують роль переносників сигнальних білків, нуклеїнових кислот та ліпідів, які впливають на експресію генів, проліферацію, диференціювання, апоптоз і регенерацію клітин. Крім того, екзосоми беруть участь у модуляції імунної відповіді, сприяючи активації або супресії імунокомпетентних клітин залежно від мікрооточення. У контексті патологічних процесів вони відіграють ключову роль у розвитку запалення, ангиогенезу, пухлинного росту та метастазування, оскільки здатні переносити онкогенні фактори та сприяти ремоделюванню мікрооточення пухлини [2, 8]. У регенеративній медицині екзосоми мезенхімальних стовбурових клітин проявляють потужний трофічний та протизапальний ефекти, стимулюють неогенез, проліферацію фібробластів і синтез компонентів позаклітинного матриксу, що відкриває широкі перспективи їх застосування для відновлення пошкоджених тканин і омолодження шкіри [1].

Отже, екзосоми виступають універсальними біологічними нанотранспортерами, які забезпечують тонке регулювання клітинної взаємодії та підтримання гомеостазу, водночас відкриваючи нові можливості для діагностики, терапії та біорегенерації в сучасній медицині.

Матеріал і методи дослідження. Було обстежено 63 пацієнти віком від 30 до 60 років з 4 обласних та регіональних центрів України (Одеської, Во-

линської, Рівненської, Дніпропетровської області). Критеріями включення в дане дослідження були пацієнти не старші 60 років, які дали згоду на участь у дослідженні. Критерії виключення: пацієнти старші 60 років, відмова від участі у дослідженні, відсутність комплаєнсу щодо проведення корекції та її тривалості. Усіх пацієнтів було поділено на дві групи: 31 (49 %) пацієнту 1-ї групи проводили естетичну терапію вікових змін екзосомами, отриманими із мультипотентних клітин, індукованих дермальними фібробластами людини Hapheal, один раз на сім днів протягом місяця; 32 (51 %) обстеженим 2-ї групи проводилась терапія ознак старіння за гібридним протоколом, який включав використання екзосом один раз на сім днів протягом місяця, з подальшим призначенням ПДРН триразово через кожні 14 днів.

Оцінка стану шкіри здійснювалася з використанням об'єктивних клінічних та інструментальних методик. Клінічні методики включали визначення шкірної складки та ротаційно-компресійний тест для оцінки тургору, еластичності та структурно-функціональних характеристик шкіри. Апаратні методики передбачали проведення фотоаналізу шкіри у трьох спектрах світла з подальшою інтерпретацією цифрових показників, таких як пори, плями, зморшки, текстура, порфірини, пігментація, рівень зволоження, ділянки підвищеної чутливості, коричневі зони та ступінь ультрафіолетових ушкоджень. Додатково проводилося ультразвукове дослідження шкіри для визначення товщини епідермісу та дерми, щільності колагенових структур, ехогенності дермальних шарів, наявності ознак фіброзу або дистрофічних змін. Для оцінки суб'єктивного сприйняття пацієнтами власного стану шкіри застосовувалися валидизовані психометричні інструменти: індекс DLQI (Dermatology Life Quality Index) для визначення впливу стану шкіри на якість життя, шкала Лайкерта для оцінки ступеня задоволеності пацієнтів та опитувальник GAIS (Global Aesthetic Improvement Scale) для експертної та самооцінки естетичного покращення. Комплексне використання клінічних, апаратних та психометричних методів дозволило отримати повну характеристику стану шкіри та простежити динаміку змін під впливом проведених втручань.

Отримані результати обробляли статистично за допомогою персонального комп'ютера з використанням стандартних пакетів програм Microsoft Excel та за допомогою комп'ютерної програми Statistica for Windows версії 6.0 (Stat Soft inc., США). Достовірність різниці середніх значень визначали з обчислення t-критерію Стюдента, де $p < 0,05$ – значуще, $p < 0,01$ – високозначуще, $p < 0,001$ – надзвичайно значуще.

Результати й обговорення. Було проаналізовано динаміку шкал, об'єктивних клінічних та інструментальних показників стану шкіри у досліджуваних групах (табл. 1).

Таблиця 1. Порівняльна характеристика УЗД та об'єктивних методів дослідження у пацієнтів з різними методиками корекції

Показники	Статистичний показник	До корекції n=32	Після терапії екзосомами 1 група n=31	Після терапії екзосомами + ПДРН 2 група n=32
Шкірна складка	M±m	2,21±0,79	1,81±0,73 p<0,001*	1,40±0,503 p<0,001* p<0,001**
Ротаційно-компресійний тест	M±m	2,03±0,73	1,88±0,76	1,34±0,60 p<0,001* p<0,001**
УЗД шкіри	M±m	1,101±0,18	1,351±0,18 p<0,001*	1,613±0,18 p<0,001* p<0,001*

Примітки: 1. * – статистично значима різниця показників стосовно групи до екзосомної терапії (p<0,001); 2. ** – статистично значима різниця показників після терапії екзосомами + ПДРН стосовно групи з екзосомальною терапією (p<0,001).

Встановлено, що у пацієнтів після проведеної корекції екзосомами, отриманими із мультипотентних клітин, індукованих дермальними фібробластами людини Nanheal, та ПДРН достовірно вищий рівень ротаційно-компресійного тесту, тобто опору ротації та тиску, та шкірної складки на 33,9 % (p<0,001) та 36,6% (p<0,001), з аналогічними показниками до екзосомної терапії шкіри обличчя. Також спостерігається достовірне зростання показника шкірної складки у пацієнтів 1 групи на 18 % стосовно пацієнтів до терапії екзосомами, яке було статистично значимим (p<0,001). Ці результати свідчать про оптимізацію морфофункціональних характеристик шкіри та є достовірно надзвичайно значущими.

Вивчаючи показники УЗД шкіри до проведеної корекції та після екзосомальної терапії та те-

рапії гібридними протоколами, виявлено достовірне збільшення товщини дермального шару, що свідчить про активацію процесів неоколагенезу та ремоделювання позаклітинного матриксу. Після застосування екзосомальної терапії показник товщини дерми підвищився на 25,1 % відносно вихідного рівня (p<0,001), тоді як при використанні гібридного протоколу – на 31,6 % (p<0,001), з достовірною різницею між групами (p<0,001). Статистично значуще підвищення (p<0,001) підтверджує реальний біологічний ефект, а не випадкову варіацію.

У результаті проведеної пацієнтам корекції було констатовано наявність найбільш значимої позитивної динаміки по елімінації проаналізованих клінічних проявів шкал DLQI, Лайкерта та опитувальник GAIS, що зазначено в таблиці 2.

Таблиця 2. Порівняльна характеристика показників опитувальників у пацієнтів з різними методиками корекції

Показники	Статистичний показник	До корекції n=32	Після терапії екзосомами 1 група n=32	Після терапії екзосомами + ПДРН 2 група n=32
Шкала DLQI	M±m	18±6,57	16,437±5,64 p<0,001*	15,454±5,26 p<0,05**
Шкала Лайкерта	M±m	65,625±13,83	75±12,70 p<0,001*	98,863±5,33 p<0,001* p<0,001**
Опитувальник GAIS	M±m	2,593±1,04	3,656±0,86 p<0,001*	4,31±0,71 p<0,001* p<0,001**

Примітки: 1. * – статистично значима різниця показників стосовно групи до екзосомної терапії (p<0,001); 2. ** – статистично значима різниця показників після терапії екзосомами + ПДРН стосовно групи з екзосомальною терапією (p<0,001).

Під впливом екзосом спостерігається покращення дерматологічного індексу якості життя пацієнта (DLQI) на 8,7 % відносно пацієнтів до корекції, що є статистично значущим (p<0,001), та на

14,1% у другій групі, що також є статистично значущим (p<0,05). Збільшення показників за шкалою Лайкерта у пацієнтів з гібридним протоколом корекції було статистично значимим та більш суте-

вим, стосовно такого показника до терапії та після терапії екзосомами ($p < 0,001$). Особливо чітко прослідковується вплив запропонованої регенеративної біотерапії в опитувальнику GAIS, що оцінює загальне естетичне покращення вигляду пацієнта порівняно з вихідним станом. Так, цей показник збільшився на 29 % та 39,9 % у пацієнтів 1 та 2 груп відповідно стосовно пацієнтів до корекції, що є статистично достовірним ($p < 0,001$), а також встановлено збільшення даного показника на 15,31 % ($p < 0,001$) між 1 та 2 групами. Отже, дані програми корекції вікових змін вказують на зменшення впливу дерматологічних проблем на якість життя, що свідчить не лише про естетичне, а й про психоемоційне покращення стану пацієнтів.

Висновки. Проведене дослідження підтвердило високу ефективність терапії екзосомами, отриманими з мультипотентних клітин, індукованих дермальними фібробластами людини Nanheal, та гібридного протоколу (екзосоми Nanheal + ПДРН), що сприяють вираженому покращенню морфофункціонального стану шкіри. За результатами ротаційно-компресійного тесту та оцінки шкірної складки встановлено достовірне підвищення щільності й еластичності шкіри, а також достовірне збільшення товщини дермального шару, що свідчить про активацію процесів неоколагенезу, неоеластогенезу та ремоделювання позаклітинного матриксу у досліджуваній когорти пацієнтів. За результатами суб'єктивних шкал встановлено достовірне покращення якості життя та

естетичного вигляду пацієнтів. Показник DLQI знизився на 7 % у першій групі та на 14,1 % у другій ($p < 0,001$; $p < 0,05$ відповідно), що відображає зменшення впливу дерматологічних проблем на психоемоційний стан. Шкала Лайкерта продемонструвала підвищення оцінок задоволеності результатом на 14,3 % та 3,4 %, а опитувальник GAIS – збільшення показника загального естетичного покращення на 29 % і 39,9 % відповідно ($p < 0,001$).

Результати дослідження дають підстави вважати, що екзосомальна терапія реалізує свої ефекти шляхом сигнальної модуляції клітинного мікрооточення, активації проліферації фібробластів, стимуляції синтезу колагену I та III типів і покращення мікроциркуляції. Полінуклеотиди (ПДРН) потенціюють ці процеси, забезпечуючи синергічний регенеративний ефект.

Джерела фінансування. Власні кошти, автори не отримали жодної фінансової підтримки для проведення дослідження.

Внесок авторів:

Т. Г. Маєвська – концепція і дизайн дослідження, збір та опрацювання матеріалу, аналіз даних літератури, написання статті, редагування тексту;

Н. В. Корнієнко – концепція і дизайн дослідження, збір та опрацювання матеріалу, редагування тексту;

С. М. Прохоренко – редагування тексту.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Cassuto D., Bellia G., Schiraldi C. An overview of soft tissue fillers for cosmetic dermatology: from filling to regenerative medicine. *Clin Cosmet Invest Dermatol*. 2021. Vol. 14. P. 1857–1866. DOI: 10.2147/CCID.S276676 - DOI - PMC - PubMed
2. Epidermal stem cell-derived exosomes promote skin regeneration by downregulating transforming growth factor- β 1 in wound healing / Duan M. et al. *Stem Cell Res Ther*. 2020. Vol. 11. P. 452. DOI: 10.1186/s13287-020-01971-6.
3. Current Knowledge and Future Perspectives on Mesenchymal Stem Cell-Derived Exosomes as a New Therapeutic Agent / Joo H. S. et al. *International journal of molecular sciences*. 2020. Vol. 21 (3). P. 727. DOI: 10.3390/ijms21030727.
4. The Dermatology Life Quality Index (DLQI) used as the benchmark in validation of 101 quality-of-life instruments: A systematic review / Vyas J. et al. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2025. Vol. 39 (3). P. 631–679. DOI: 10.1111/jdv.20321. Epub 2024 Sep 13.
5. Molecular and Cellular Pruritus Mechanisms in the Host Skin / Li L. et al. *Exp. Mol. Pathol*. 2024. Vol. 136. P. 104889. DOI: 10.1016/j.yexmp.2024.104889.
6. Exosomes: A Promising Strategy for Repair / Mario Adrián Tienda-Vázquez et al. *Regeneration and Treatment of Skin Disorders. Cells*. 2023. Vol. 12(12). P. 1625. DOI: 10.3390/cells12121625.
7. Mesenchymal stromal cells-exosomes: a promising cell-free therapeutic tool for wound healing and cutaneous regeneration / Peng Hu et al. *Burns & Trauma*. 2019. Vol. 7. DOI: 10.1186/s41038-019-0178-8
8. Effects of Mesenchymal Stem Cell-Derived Exosomes on Autoimmune Diseases / Shen Z. et al. *Frontiers in immunology*. 2021. Vol. 12. P. 749192. DOI: 10.3389/fimmu.2021.749192.
9. The Efficacy of Combined Exosome (Exodew) and Microneedling Treatment for Facial Pore Reduction and Skin Texture Improvement. Wan Jovian et al. *Plastic & Reconstructive Surgery-Global Open*. 2025. Vol. 1 (6). P. e6849, June. DOI: 10.1097/GOX.0000000000006849.

REFERENCES

1. Cassuto D, Bellia G, Schiraldi C. An overview of soft tissue fillers for cosmetic dermatology: from filling to regenerative medicine. Clin Cosmet Invest Dermatol. 2021;14:1857–1866. DOI:10.2147/CCID.S276676
2. Duan M, Zhang Y, Zhang H et al. Epidermal stem cell-derived exosomes promote skin regeneration by downregulating transforming growth factor- β 1 in wound healing. Stem Cell Res Ther. 2020;11:452 DOI: 10.1186/s13287-020-01971-6.
3. Joo HS, Suh JH, Lee HJ, Bang ES, & Lee JM. Current Knowledge and Future Perspectives on Mesenchymal Stem Cell-Derived Exosomes as a New Therapeutic Agent. International journal of molecular sciences. 2020;21(3):727. DOI: 10.3390/ijms21030727.
4. Vyas J, Johns JR, Abdelrazik Y, Ali FM, Ingram JR, Salek S, Finlay AY. The Dermatology Life Quality Index (DLQI) used as the benchmark in validation of 101 quality-of-life instruments: A systematic review. 2025;39(3):631-679. DOI: 10.1111/jdv.20321. Epub 2024 Sep 13.
5. Li L, Li Z, Mo Y, Li W, Li H, Yan G, Qin X, Piao L. Molecular and Cellular Pruritus Mechanisms in the Host Skin. Exp. Mol. Pathol. 2024;136:104889. DOI: 10.1016/j.yexmp.2024.104889.
6. Tienda-Vázquez MA, Hanel JM, Márquez-Artiaga EM, Salgado-Álvarez AP, Scheckhuber CQ, Alanis-Gómez JR, Espinoza-Silva JI, Ramos-Kuri M, Hernández-Rosas F, Melchor-Martínez EM, Parra-Saldívar R. Exosomes: A Promising Strategy for Repair, Regeneration and Treatment of Skin Disorders. Cells. 2023;12(12):1625. DOI: 10.3390/cells12121625.
7. Peng Hu, Qinxin Yang, Qi Wang, Chenshuo Shi, Dali Wang, Ubaldo Armato, Ilaria Dal Prà, Anna Chiarini. Mesenchymal stromal cells-exosomes: a promising cell-free therapeutic tool for wound healing and cutaneous regeneration. Burns & Trauma. 2019;7. DOI: 10.1186/s41038-019-0178-8
8. Shen Z, Huang W, Liu J, Tian J, Wang S, & Rui K. Effects of Mesenchymal Stem Cell-Derived Exosomes on Autoimmune Diseases. Frontiers in Immunology. 2021;12:749192. DOI: 10.3389/fimmu.2021.749192 .
9. Wan J, Yoon SE, Yi KH. The Efficacy of Combined Exosome (Exodew) and Microneedling Treatment for Facial Pore Reduction and Skin Texture Improvement. Plastic & Reconstructive Surgery-Global Open. 2025;13(6):e6849. DOI: 10.1097/GOX.00000000000006849.

T. G. Mayevska¹, N. V. Kornienko², S. M. Prokhorenko³

¹*Volyn National University named after L. Ukrainka, Lutsk, Ukraine*

²*Association of Plasma Therapy and Regenerative Methods, Dnipropetrovsk, Ukraine*

³*Volyn Medical Institute, Lutsk, Ukraine*

MODERN APPROACHES TO SKIN BIOREGENERATION: CLINICAL EFFICACY OF EXOSOMAL THERAPY

SUMMARY. Exosomes are extracellular nanostructures with a diameter of 30–150 nm that are secreted by various cell types and play a crucial role in intercellular communication and tissue homeostasis. Due to their ability to transport bioactive molecules – microRNAs, proteins, lipids, DNA fragments, and metabolites – exosomes act as key regulators of the cellular microenvironment, angiogenesis, proliferation, and tissue repair. Exosomes derived from mesenchymal stem cells (Hanheal, PlatinumMed) possess a unique biomolecular cargo profile and demonstrate a high regenerative potential in clinical and aesthetic medicine.

In dermatology, exosomes activate dermal fibroblasts, keratinocytes, and melanocytes, enhance the synthesis of extracellular matrix components, stimulate dermal remodeling, improve skin barrier function, and reduce manifestations of photoaging and chronologic aging. These properties define exosomes as a promising biological tool for the development of personalized regenerative protocols in dermatology and aesthetic medicine.

The aim – to evaluate the clinical efficacy of Hanheal-derived exosomes and their combination with polynucleotides (PDRN) in improving skin condition using instrumental and subjective assessment methods.

Material and Methods. The study involved 63 patients aged 30–60 years, divided into two groups: 31 received exosomal therapy (Hanheal), and 32 underwent a combined protocol (exosomes + PDRN). Skin condition was assessed by objective methods (ultrasound skin examination, skin fold measurement, rotational–compression test) and subjective scales (Likert scale, GAIS, Dermatology Life Quality Index – DLQI).

Results. Both treatment protocols resulted in a statistically significant ($p < 0.001$) improvement in the morphofunctional condition of the skin, a decrease in DLQI scores, and higher ratings on the Likert and GAIS scales. Ultrasound data confirmed stimulation of neocollagenesis and pronounced dermal remodeling. The findings demonstrate not only objective improvement of the skin but also a positive impact on patients' psycho-emotional well-being, which contributes to overall quality of life.

Conclusions. Exosomal therapy with Hanheal, both as monotherapy and in combination with PDRN, provides a marked bioregenerative effect, improving skin elasticity, density, and turgor. The results support the feasibility of

*Огляди літератури, **оригінальні дослідження**, погляд на проблему, випадок з практики, короткі повідомлення*

implementing this method into the clinical practice of cosmetologists, dermatologists, and regenerative medicine specialists. Exosomes can be regarded as a key component in the development of modern personalized strategies for skin rejuvenation, restoration, and maintenance of functional integrity.

KEY WORDS: exosomes; mesenchymal stem cells; bioregeneration; exosomal therapy; skin.

Отримано 22.10.2025

Електронна адреса для листування: tania.maevska1979@gmail.com