Ministry of Education
and Science of Ukraine
Odesa Polytechnic National University
Institute of Medical Engineering

Міністерство освіти і науки України
Національний університет
«Одеська політехніка»
Інститут медичної інженерії

MODERN TECHNOLOGIES OF BIOMEDICAL ENGINEERING

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

PROCEEDINGS OF THE 4th INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE
MAY 07-09, 2025

МАТЕРІАЛИ IV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
07-09 ТРАВНЯ 2025 РОКУ

Under the general editorship of
I. Prokopovich, N. Manicheva

За загальною редакцією
І. В. Прокоповича, Н. В. Манічевої

Odesa, Ukraine / Одеса, Україна
“Astroprint” / «Астропринт»
2025

УДК 615.47:616-89
М 78

Under auspice of the
Social Organization “All Ukrainian Society of Biomedical Engineers and Technologists”
За сприяння
Громадської організації «Всеукраїнська асоціація біомедичних інженерів і технологів»

Recommended for publication by Scientific Council Institute of Medical Engineering of the Odesa Polytechnic National University, minutes No. 10, April 30, 2025

Рекомендовано до друку вченою радою Інституту медичної інженерії Національного університету «Одеська політехніка», протокол № 10 від 30 квітня 2025 року

The authors are responsible for the uniqueness of the text of the materials and compliance with the requirements of academic integrity

Автори несуть відповідальність за унікальність тексту матеріалів та відповідність вимогам академічної доброчесності

Free online access to printed materials at:

Комп’ютерна версія опублікованих матеріалів за адресою:

https://drive.google.com/file/d/1wqcp2ax_Qy9aRLK9v71kthoGZTc4vr_5/view?usp=drive_link

М 78 **Modern** technologies of biomedical engineering : proceedings of the 4th international scientific and technical conference (May 07–09, 2025, Odesa, Ukraine) = Сучасні технології біомедичної інженерії : матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції (07–09 травня 2025 р., м. Одеса, Україна) / Under the gen. ed. of I. Prokopovich, N. Manicheva ; Ministry of Education and Science of Ukraine ; Odesa Polytechnic National University ; Institute of Medical Engineering. — Odesa : Astroprint, 2025. — 306 c.

ISBN 978-617-8515-53-9

The collected volume of scientific reports presented at the international scientific and technical conference is a scientific and practical publication that contains scientific articles by students, graduate students, candidates and doctors of sciences, teachers, researchers, scientists and practitioners from Europe, Ukraine and from neighboring countries, and beyond. The topics of reports are very diverse and cover many topical problems of modern fundamental sciences related to biomedical engineering. Based on the relevance of the topics and the high level of the presented reports, the conference materials should be recommended to the relevant organizations of the countries for use and implementation of research results in the field of biomedical engineering and informatics.

UDC 615.47:616-89

Збірник наукових доповідей міжнародної науково-технічної конференції є науково-практичним виданням, яке містить наукові статті студентів, аспірантів, кандидатів та докторів наук, викладачів, науковців та практиків з різних країн та регіонів України. Тематика доповідей дуже різноманітна та охоплює багато актуальних проблем сучасних фундаментальних наук, пов’язаних з біомедичною інженерією. Виходячи з актуальності тематик і високий рівень представлених доповідей, матеріали конференції доцільно рекомендувати відповідним організаціям для використання та впровадження результатів досліджень в практичну та наукову діяльність.

УДК 615.47:616-89

ISBN 978-617-8515-53-9

Рагсана ЧАЛАБІЄВА, бакалавр
Олег ДАЦОК, канд. техн. наук, доцент
Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна, e-mail: rahsana.chalabiieva@nure.ua

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ В КОСМЕТОЛОГІЇ

Анотація. Результати досліджень властивостей біоматеріалів, які використовуються у косметології, зокрема, з точки зору безпечності, біосумісності, стабільності є одним з факторів, що забезпечують ефективність процедур естетичної корекції. Полімерні матеріали, що використовуються в косметології, дозволяють ефективно відновлювати об’єм тканин, коригувати вікові зміни, а також стимулювати регенеративні процеси шкіри. В роботі розглянуті особливості використання таких поліменних матеріалів як гіалуронова кислота (HA), полі-L-молочна кислота (PLLA), поліметилметакрилат (PMMA) та полікапролактон (PCL). Обґрунтовано важливість контролю за процесом біодеградації імплантатів: вимоги щодо прогнозованості процесу та відповідності термінам регенерації тканин.

Ключові слова: полімерні матеріали, косметологія, гіалуронова кислота, полі-L-молочна кислота, поліметилметакрилат, полікапролактон, біодеградація, біосумісність, неоколагенез, естетична медицина

Ефективність процедур естетичної корекції безпосередньо залежить від безпечності, біосумісності, стабільності та функціональності імплантів, філерів та інших біополімерних систем. Зважаючи на постійне оновлення матеріалів і технологій, виникає нагальна потреба у розробці науково обґрунтованих методів їх аналізу та оцінки для забезпечення клінічного результату. Важливий багаторівневий підхід до дослідження біоматеріалів, включаючи аспекти стерилізації, оцінки біосумісності та фізико-хімічної стабільності [1, 2, 3].

Методи аналізу біоматеріалів у косметології – це багаторівнева система досліджень, яка охоплює фізико-хімічні, механічні, мікробіологічні, токсикологічні та біологічні випробування. Основним завданням таких методів є підтвердження якості матеріалу перед його клінічним застосуванням: від тестування структури та хімічного складу до вивчення процесів біодеградації, впливу на клітинний метаболізм та можливих імунних реакцій. Особливої уваги набувають сучасні підходи до оцінювання біодеструктивної поведінки матеріалів in vitro та in vivo, що дозволяє прогнозувати їх довгострокову взаємодію з біологічним середовищем.

Полімерні матеріали відіграють ключову роль у сучасній косметології, оскільки дозволяють ефективно відновлювати об’єм тканин, коригувати вікові зміни, а також стимулювати регенеративні процеси шкіри. Завдяки їх біосумісності, механічній гнучкості та можливості програмованої деградації, полімери широко застосовуються у вигляді ін'єкційних наповнювачів, біоматриксів і імплантатів [4].

Гіалуронова кислота (HA) є природним біополімером, який застосовується як гелеві ін'єкції для заповнення зморшок, збільшення об’єму губ і моделювання овалу обличчя. Згідно з даними клінічних досліджень, середня тривалість ефекту після введення стабілізованого гіалуронового гелю становить 6…12 місяців залежно від ступеня перехресного зшивання молекул. Молекулярна маса високомолекулярної гіалуронової кислоти (HMWHA) перевищує 1000 кДа, що забезпечує її здатність утримувати воду та підтримувати гідратацію тканин, яка збільшується на 40…60% після введення препарату. Біодеградація гіалуронової кислоти в організмі відбувається завдяки ферментативній активності гіалуронідази протягом 6–12 місяців. Оцінка ефективності препаратів на основі гіалуронової кислоти демонструє покращення еластичності шкіри на 35…45% за даними кутометрії через три місяці після процедури [5].

Полі-L-молочна кислота (PLLA) використовується як біостимулюючий агент для глибокої корекції вікових змін за рахунок стимуляції неоколагенезу. Після ін'єкцій препаратів на основі PLLA спостерігається збільшення товщини дерми в середньому на 20…25% через 6 місяців після початку терапії. Період біодеградації цього полімеру становить 18…24 місяці, а повне виведення продуктів його розпаду відбувається протягом двох років. Для досягнення оптимального ефекту рекомендується проведення 2–3 ін’єкцій з інтервалом у 4…6 тижнів. За результатами мультицентрових досліджень, рівень задоволеності пацієнтів після застосування полі-L-молочної кислоти сягає 80…90% [5].

Поліметилметакрилат (PMMA) застосовується у складі мікросферичних імплантатів для довготривалої корекції дефектів тканин, зокрема під час лікування посттравматичних рубців або глибоких зморшок. Діаметр мікросфер PMMA зазвичай становить 30-50 мкм [5], що забезпечує оптимальну інтеграцію в тканини. Тривалість ефекту після імплантації таких матеріалів перевищує п'ять років, при цьому рівень біосумісності, за результатами гістологічного аналізу, складає понад 95%. Клінічні дослідження засвідчили стабільність об'єму тканини без суттєвої втрати корекції протягом 5…7 років після введення мікросфер PMMA [5].

Полікапролактон (PCL) є інноваційним поліефіром, який застосовується для створення ін'єкційних філерів тривалої дії. Цей матеріал вирізняється високою механічною стабільністю та помірною біодеградацією. Період біорозкладу полікапролактону становить до 24…36 місяців, а ступінь індукції неоколагенезу в місці введення препарату підвищується на 30…40%. Клінічні результати свідчать про збереження об'єму тканин на рівні 70…75% через два роки після процедури [5].

Полімерні матеріали забезпечують стабільні естетичні результати, проте ефективність їх застосування залежить від правильного вибору матеріалу відповідно до клінічної ситуації. Гіалуронова кислота є оптимальною для поверхневої корекції зморшок, тоді як полі-L-молочна кислота та полікапролактон краще підходять для відновлення об'єму глибоких тканин. Постійні імплантати на основі поліметилметакрилату забезпечують довготривалий ефект, проте вимагають ретельного відбору пацієнтів через ризик формування гранульом.

Під час застосування полімерних матеріалів у косметології особливу увагу приділяють контролю біодеградації імплантатів, оскільки цей процес повинен бути достатньо прогнозованим і співставним з термінами регенерації тканин. Як показують сучасні дослідження, ідеальні полімери мають розпадатися на нетоксичні продукти без суттєвого впливу на оточуючі тканини, що є критерієм їх біосумісності та безпечного використання у клінічній практиці [6]. Деградація повинна супроводжуватися поступовою втратою маси матеріалу, стабільністю механічних властивостей протягом необхідного періоду та відсутністю тривалого запалення в зоні імплантації.

Серед основних ускладнень, пов'язаних із застосуванням полімерних матеріалів, відзначаються набряки та гематоми, що спостерігаються у 10% випадків, гіпертрофічні реакції (1…3%) та формування вузлів у менш ніж 1% пацієнтів при використанні біостимулюючих філерів [5].

Таким чином, полімерні матеріали в косметології є невід'ємним інструментом для досягнення довготривалих та естетично задовільних результатів. Гіалуронова кислота, полі-L-молочна кислота, поліметилметакрилат і полікапролактон демонструють високу біосумісність, контрольовану деградацію та здатність стимулювати неоколагенез. Вибір конкретного матеріалу має ґрунтуватися на індивідуальних особливостях пацієнта та клінічних показаннях. Подальший розвиток полімерної науки сприятиме створенню ще більш ефективних і безпечних рішень для естетичної медицини.

Література

1. Ульберг З.Р., Горчакова Н.О., Чекман І.С. Біоміметика та біоміметичні матеріали: медико-соціальний аспект // Український медичний часопис. 2013. №3(95). С. 35–37.
2. Advances in hyaluronic acid: Bioactivity, complexed biomaterials and biological application: A review // Asian Journal of Surgery. 2025. Vol. 48. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2024.08.100.
3. Implantable and in-vivo shape-recoverable nanocellulose-hyaluronic acid composite hydrogel // Carbohydrate Polymers. 2023. Vol. 305. Article ID: 120540. DOI: https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2023.120540.
4. Chong E.T.J., Ng J.W., Lee P.-C. Classification and Medical Applications of Biomaterials – A Mini Review. BIOI, 2023, Vol. 4, No. 2, pp. 54–61. DOI: [10.15212/bioi-2022-0009].
5. Li H., Xu X., Wu L., Chen X., Akhter H., Wang Y., Song P., Liao X., Zhang Z., Li Z., Zhou C., Cen Y., Ai H., Zhang X. Recent progress and clinical applications of advanced biomaterials in cosmetic surgery. Regenerative Biomaterials, 2023, 10, rbad005. DOI: [10.1093/rb/rbad005].
6. Mndlovu H., Kumar P., du Toit L.C., Choonara Y.E. A review of biomaterial degradation assessment approaches employed in the biomedical field. NPJ Materials Degradation, 2024, 8:66. DOI: [10.1038/s41529-024-00487-1].