

Structural Changes of the Nail Plate after Repeated Application of Gel and Acrylic Coatings: An Analysis of Current Evidence

*Dorobaliuk Tetiana **

Received: 2022-09-10

Accepted: 2022-10-12

DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.18488005>

Abstract. Over the past decade, gel and acrylic nail coatings have become a widespread cosmetic practice; however, their impact on the structure of the nail plate when repeatedly applied remains a subject of debate in dermatology and cosmetology. The aim of this study is to provide a systematic analysis of published data on morphological, biochemical, and biomechanical changes of the nail plate following multiple cycles of application and removal of gel and acrylic systems. The literature review covers studies published between 2016 and 2022, including clinical observations, instrumental examinations, and biochemical analyses. The findings indicate that repeated procedures lead to a reduction in nail plate thickness, decreased hydration, disruption of the lipid barrier, and alterations in the mechanical properties of keratin. The most pronounced damage occurs when aggressive surface preparation and removal methods are used. Three-dimensional scanning reveals topographical changes in the nail surface that correlate with the frequency of procedures. Acid primers and acetone-containing solvents cause delamination and increased porosity. Preventive measures include the use of gentle preparation systems, non-abrasive removal methods, adherence to recovery intervals, and the application of keratin-containing products. The results highlight the need to develop scientifically grounded protocols for aesthetic procedures in order to minimize damage to the nail plate.

Keywords: nail plate, gel polish, acrylic coating, onychodystrophy, structural changes, keratin.

* Expert in Nail Service Quality and Safety, Zhytomyr, Ukraine
e-mail: tatiana.dorobaliuk@gmail.com

Вступ

Декоративне покриття нігтів гелевими та акриловими системами перетворилося за останні 15 років на стандартну косметичну процедуру, яку регулярно виконують десятки мільйонів жінок по всьому світу. На відміну від традиційних лаків для нігтів, які механічно висихають на поверхні, гелеві покриття полімеризуються під дією ультрафіолетового або LED-світла, а акрилові системи утворюються шляхом хімічної реакції між мономером і полімерним порошком. Ці технології забезпечують тривалу стійкість покриття – від двох до чотирьох тижнів – що пояснює їхню популярність порівняно з класичними лаками, які потребують оновлення кожні 3-5 днів.

Однак за зовнішньою привабливістю та практичною зручністю цих покриттів ховається питання, яке довго залишалося поза увагою наукової спільноти: що відбувається з нігтьовою пластиною після десятків, сотень повторних циклів нанесення та зняття цих матеріалів? Нігтьова пластина – це не інертна структура, а жива тканина, що складається переважно з кератину, ліпідів, води та мінеральних компонентів. Її цілісність залежить від збереження цих компонентів у правильних пропорціях та від відсутності механічних і хімічних пошкоджень (Feroz et al., 2020).

Перші публікації про негативні ефекти гелевих покриттів з'явилися в середині 2010-х років, коли дерматологи почали фіксувати збільшення кількості пацієнток зі скаргами на крихкість, розшарування, витончення нігтів після тривалого використання гель-лаків. Rieder та Tosti (2016) одними з перших систематизували космето-індуковані порушення нігтів, пов'язані з сучасними технологіями манікюру. Вони описали широкий спектр проблем – від легкого витончення нігтьової пластини до виражених оніходистрофій, що

вимагали дерматологічного лікування. Автори звернули увагу на те, що більшість пацієнток не усвідомлювали зв'язку між косметичними процедурами та станом нігтів, списуючи проблеми на "природну слабкість" чи "нестачу вітамінів".

З часом накопичилася критична маса клінічних спостережень, що змусило дослідників звернутися до інструментальних методів оцінки. Розвиток технологій трьохвимірного сканування, ультразвукової пахіметрії, конфокальної мікроскопії дозволив кількісно оцінювати зміни товщини, топографії та структури нігтьової пластини. Zdrada з колегами (2022) застосували трьохвимірне сканування для об'єктивної оцінки стану нігтів після гібридного манікюру та виявили статистично значущі зміни морфометричних параметрів. Це дослідження стало важливим кроком від суб'єктивних клінічних оцінок до об'єктивних кількісних вимірювань.

Паралельно з цим розвивалося розуміння біохімічних процесів у нігтьовій пластині. Кератин, що становить основу нігтя, – це не просто структурний білок, а складна система з дисульфідними зв'язками, водневими зв'язками та гідрофобними взаємодіями, які забезпечують механічну міцність та еластичність. Nisnevitch та співавтори (2020) показали, що кератинові мембрани можуть використовуватися як модель для вивчення різних патологічних процесів, і їхня робота підкреслила, наскільки тонким є баланс між цілісністю та пошкодженням кератинової структури.

На сьогодні в науковій літературі немає консенсусу щодо того, наскільки безпечним є довгострокове використання гелевих та акрилових покриттів, які саме компоненти технології викликають найбільші пошкодження, і які методи можуть мінімізувати негативний вплив. Дані розпорошені між дерматологічними,

косметологічними та матеріалознавчими публікаціями, часто суперечать одна одній або базуються на невеликих вибірках.

Мета цієї роботи – систематизувати наявні на момент 2022 року дані про структурні зміни нігтьової пластини після багаторазового застосування гелевих та акрилових покриттів, виявити основні механізми пошкодження, ідентифікувати найбільш агресивні компоненти технології та окреслити науково обґрунтовані рекомендації для мінімізації шкоди. Робота базується на систематичному аналізі опублікованих клінічних досліджень, інструментальних вимірювань та біохімічних даних, без проведення власних експериментальних досліджень.

Результати. Товщина нігтьової пластини – один з найбільш об'єктивних параметрів для оцінки її структурної цілісності. У нормі товщина нігтя на руках коливається від 0,5 до 0,7 мм залежно від індивідуальних особливостей, віку та статі (Bolognia et al., 2017). Дослідження останніх років демонструють, що повторні цикли нанесення та зняття гелевих покриттів призводять до прогресуючого зменшення цієї товщини.

Zdrada та колеги (2022) застосували трьохвимірне сканування для кількісної оцінки стану нігтьової пластини до та після гібридного манікюру. Їхнє попереднє дослідження, хоча й обмежене невеликою вибіркою, виявило зміни топографії поверхні нігтя вже після першого циклу процедури. Автори зафіксували збільшення нерівностей поверхні та зміну кривизни нігтьової пластини в ділянках, що зазнали механічної обробки пилками та фрезами. Що важливо, ці зміни виявлялися навіть у тих випадках, коли візуально ніготь виглядав інтактним.

Bellinato з групою дослідників (2022) провели більш комплексне дослідження, де оцінювали не тільки товщину, а й форму нігтьової пластини,

кровотік у нігтьовому ложі за допомогою power Doppler ультразвуку, та порівнювали різні підходи до сканування. Вони встановили, що товщина нігтьової пластини варіює в різних ділянках – найтовща в проксимальній частині, найтонша на вільному краї – і що ця природна варіація порушується після багаторазових косметичних процедур. У пацієнток, які регулярно робили гель-лак протягом більше року, спостерігалось зменшення товщини в середній частині нігтя на 15-25% порівняно з контрольною групою. Автори також відзначили зміни васкуляризації нігтьового ложа, що може вказувати на запальну відповідь або порушення трофіки тканин.

Ці дані підтверджуються більш ранніми клінічними спостереженнями. Rieder та Tosti (2016) описали випадки виражено

го витончення нігтьової пластини у жінок, які впродовж кількох років безперервно носили гелеві покриття, знімаючи їх тільки для оновлення раз на 2-3 тижні. У найважчих випадках товщина нігтя зменшувалася до критичних значень близько 0,2-0,3 мм, що робило нігтьову пластину напівпрозорою, надзвичайно гнучкою та схильною до травматизації від найменшого механічного впливу.

Нігтьова пластинка на 80-90% складається з кератину – фібрилярного білка, молекули якого з'єднані численними дисульфідними зв'язками, що забезпечують міцність та пружність структури. Додатково кератинові волокна скріплені водневими зв'язками та гідрофобними взаємодіями. Ця складна архітектура надає нігтю одночасно твердість (для захисної функції) та певну еластичність (для поглинання механічних навантажень). Вода становить 10-15% маси нігтьової пластини, ліпіди – близько 1-3%, решта – мінеральні компоненти (Feroz et al., 2020).

Хімічні речовини, що використовуються в процесі підготовки нігтя та зняття покриття, суттєво впливають на цей баланс. Особливо агресивними є кислотні праймери – речовини з рН 3-4, які наносяться на нігтьову пластину перед нанесенням базового покриття для покращення адгезії. Механізм їхньої дії полягає в частковому протравлюванні поверхневого шару кератину, що створює мікропористість і дозволяє базовому гелю краще проникати в структуру нігтя. Однак це протравлювання руйнує частину дисульфідних та водневих зв'язків у поверхневих кератиноцитах (Kang et al., 2019).

Rieder та Tosti (2016) звертають увагу, що повторне використання кислотних праймерів з кожною новою процедурою призводить до кумулятивного ефекту пошкодження. Якщо після першого застосування протравлюється тільки найповерхневіший шар завтовшки кілька мікрометрів, то після десятків процедур пошкодження проникають глибше, через що нігтьова пластина втрачає свою природну щільність і стає пористою. Це пояснює, чому після тривалого носіння гель-лаків нігті стають білуватими, непрозорими – підвищена пористість розсіює світло інакше, ніж щільна здорова структура.

Розчинники, що використовуються для зняття гелевих покриттів, створюють іншу проблему. Ацетон, який є стандартним засобом для розм'якшення полімеризованого гелю, – це потужний обезжирювач. Він розчиняє не тільки гель, а й природні ліпіди нігтьової пластини, які відіграють критичну роль у збереженні вологи та пластичності. Після тривалого контакту з ацетоном (зазвичай ніготь замочується на 10-15 хвилин) нігтьова пластина втрачає до 40% вологи, стає сухою, крихкою, схильною до розшарування (Дащук, 2019).

Альтернативні розчинники на основі етилацетату або спеціальні ремувери для гелів діють м'якше, але також не є нейтральними. Вони повільніше, але все одно вилугуюють ліпіди та порушують водний баланс кератину. Nisnevitch та співавтори (2020) у своїх дослідженнях кератинових мембран показали, що навіть короткочасний контакт з органічними розчинниками змінює бар'єрні властивості кератину, роблячи його проникним для речовин, які в нормі не проходять через цю структуру.

Окрім хімічного впливу, нігтьова пластина зазнає значного механічного травмування на різних етапах процедури. Підготовка поверхні нігтя перед нанесенням гелю передбачає зняття природного блиску за допомогою абразивних пилок або бафів. Ця операція має на меті створити шорстку поверхню для кращої адгезії покриття. Однак у неумілих або поспішних руках цей етап перетворюється на агресивне спилування верхніх шарів нігтьової пластини.

Rieder та Tosti (2016) підкреслюють, що найбільш виражені пошкодження виникають саме через надмірну абразивну обробку. Вони описують випадки, коли майстри манікюру використовували грубі пилки з абразивністю 80-100 грит (призначені для обробки штучних матеріалів) безпосередньо на природному нігті, що призводило до спилування 0,1-0,2 мм товщини за одну процедуру. Якщо процедура повторюється кожні 2-3 тижні, за рік нігтьова пластина може втратити кілька міліметрів сумарної товщини, що є катастрофічним для структури завтовшки спочатку 0,5-0,7 мм.

Ще більшу загрозу становить апаратне зняття покриттів за допомогою електричної фрези. Цей метод дозволяє швидко зняти застиглий гель, але вимагає високої майстерності, бо межа між гелевим

покриттям і природним нігтем не завжди чітко розрізняється, особливо якщо використовувалася товста база для вирівнювання. Фреза на високих обертах легко пропилює не тільки гель, а й підлеглий ніготь. Zdrada та колеги (2022) у своєму дослідженні зафіксували нерівномірність товщини нігтьової пластини після апаратного зняття – деякі ділянки виявлялися спиланими значно глибше за інші, що створювало структурну неоднорідність і підвищувало ризик розтріскування.

Putek з групою дослідників (2020) провели масштабне опитування 2118 респондентів щодо побічних ефектів, пов'язаних з гель-лаками. Серед найчастіших скарг фігурували крихкість нігтів (48% респондентів), розшарування (36%), витончення нігтьової пластини (29%), больові відчуття під час процедури (18%). Важливо, що частота цих проблем корелювала з тривалістю використання гель-лаків та частотою процедур. Користувачі, які робили манікюр раз на місяць і робили перерви кожні півроку, скаржилися значно рідше, ніж ті, хто носив покриття безперервно роками.

Повторні структурні пошкодження нігтьової пластини створюють підґрунтя для розвитку різних оніходистрофій – патологічних станів, що характеризуються порушенням форми, кольору, товщини та цілісності нігтя. Айзятупов (2018) класифікує оніходистрофії, пов'язані зі зовнішніми впливами, і описує комплексну терапію з використанням спеціалізованих препаратів. Однак профілактика завжди ефективніша за лікування, особливо коли йдеться про структури, що повільно відновлюються.

Найпоширенішою патологією є оніхошизис – розщеплення нігтьової пластини на шари, зазвичай починається з вільного краю і поширюється проксимально. Це безпосередній наслідок порушення міжклітинних зв'язків у кератині через дегідратацію та хімічне пошкодження.

При огляді під мікроскопом такі нігті демонструють численні тріщини та відшарування лусок кератину (Дащук, 2019).

Онихорексис – поздовжнє розтріскування нігтьової пластини – виникає, коли механічні напруження концентруються вздовж ліній слабкості, створених попередніми пошкодженнями. Після багаторазових циклів абразивної обробки та хімічного впливу певні ділянки нігтя стають тоншими або більш пористими за інші, і саме там з'являються тріщини при механічному навантаженні.

Койрюкіна з колегами (2020) розглядають сучасні аспекти діагностики та лікування оніходистрофій, підкреслюючи роль зовнішніх факторів у розвитку цих станів. Автори звертають увагу, що косметичні процедури часто залишаються поза увагою при збиранні анамнезу, хоча можуть бути основною причиною проблеми. Пацієнтки рідко пов'язують стан нігтів з манікюром, вважаючи, що "покриття захищає нігті", тоді як насправді воно може бути джерелом прогресуючого пошкодження.

Нігтьова пластинка росте зі швидкістю приблизно 3-4 мм на місяць у дорослих, що означає повну заміну нігтя на руці за 4-6 місяців. Теоретично це дозволяє повністю відновити структуру після припинення травмуючих процедур. Однак практика показує, що відновлення не завжди повне, особливо після тривалого та інтенсивного пошкодження.

Kang та співавтори (2019) у фундаментальній роботі з дерматології описують процеси регенерації нігтьової пластини та фактори, що на неї впливають. Якщо матрикс нігтя (зона росту, розташована під проксимальним нігтьовим валиком) залишається неушкодженим, новий ніготь виростає нормальної структури. Проте якщо хронічне запалення або токсичний вплив хімічних речовин досягає матриксу, можуть виникнути тривалі або навіть

перманентні зміни форми та структури нігтя.

Lebwohl та Neumann (2022) у керівництві з лікування шкірних захворювань рекомендують для відновлення нігтьової пластини після косметичних процедур комплексний підхід: припинення травмуючого впливу, зволоження за допомогою емолієнтів і масел, застосування кератинвмісних препаратів, при необхідності – пероральний прийом біотину та кремнію. Відновлення зазвичай триває 4-6 місяців за умови повної відмови від гелевих покриттів.

Однак повна відмова від естетичних покриттів не завжди є прийнятною для пацієнок з соціальних або професійних причин. Це створює необхідність розробки менш травматичних технологій та протоколів, що дозволяють зберігати естетичний вигляд нігтів з мінімальним пошкодженням структури.

Аналіз механізмів пошкодження дозволяє сформулювати стратегії мінімізації шкоди від гелевих і акрилових покриттів. По-перше, критично важливою є відмова від агресивної абразивної обробки. Сучасні низькокислотні та безкислотні праймери дозволяють досягти прийнятної адгезії без глибокого протравлювання кератину. Замість грубих пилок слід використовувати м'які бафи з абразивністю 240-320 grit тільки для зняття природного блиску, без спилювання поверхневих шарів (Rieder & Tosti, 2016).

По-друге, метод зняття покриття має критичне значення. Апаратне зняття фрезою несе найвищий ризик надмірного спилювання природного нігтя і має виконуватися тільки висококваліфікованими майстрами з досвідом розпізнавання межі між гелем і кератином. Більш безпечним є комбінований метод: розм'якшення покриття спеціальним ремувером (не ацетоном) протягом 5-7 хвилин, після чого розм'якшений гель акуратно

знімається апельсиновою паличкою або пушером з мінімальним використанням фрези тільки для залишків.

По-третє, ключовим є дотримання інтервалів відновлення. Безперервне носіння гелевих покриттів протягом років без жодної перерви – найшвидший шлях до виражених оніходистрофій. Рекомендується робити перерву 2-4 тижні після кожних 3-4 циклів покриття, протягом якої нігтьова пластинка отримує можливість частково відновити гідратацію та ліпідний баланс. У цей період слід щоденно застосовувати олії для нігтів (найкраще спрацьовують масла жожоба, аргани, вітаміну Е) та кератинвмісні укріплювачі (Sarkar et al., 2021).

По-четверте, вибір матеріалів має базуватися на їхньому хімічному складі. НЕМА-free формули гелю-лаків не тільки знижують ризик алергічного контактного дерматиту, а й менше проникають у структуру нігтя, забезпечуючи адгезію переважно за рахунок механічного зчеплення, а не хімічної модифікації кератину. Низькокислотні бази з рН 5-6 значно менше пошкоджують нігтьову пластинку порівняно з традиційними кислотними праймерами з рН 3-4.

По-п'яте, товщина нанесеного покриття має бути мінімальною. Товсті шари базового гелю, особливо в техніках вирівнювання нігтьової пластини, створюють дві проблеми: підвищене теплове навантаження під час полімеризації (що може викликати дискомфорт і пошкодження нігтьового ложа) та ускладнення при знятті, що збільшує ризик випадкового спилювання природного нігтя разом з товстим шаром гелю (Zdrada et al., 2022).

Висновки. Систематичний аналіз опублікованих даних за 2016-2022 роки демонструє, що багаторазове застосування гелевих та акрилових покриттів для нігтів призводить до комплексу структурних, біохімічних та біомеханічних змін нігтьової пластини.

Основними патогенетичними механізмами є механічне стоншення через абразивну обробку та спилування при знятті покриттів, хімічне протравлювання кератину кислотними праймерами, дегідратація та деямінація під дією органічних розчинників, порушення ліпідного бар'єру та зниження механічної міцності кератинової структури.

Інструментальні дослідження з використанням трьохвимірного сканування та ультразвукової пахіметрії об'єктивно підтверджують зменшення товщини нігтьової пластини на 15-30% після тривалого застосування гелевих систем. Біохімічні дані вказують на зниження вмісту вологи до 40% та порушення дисульфідних зв'язків у кератині. Клінічні прояви включають крихкість, розшарування, витончення нігтів, розвиток оніходистрофій типу онихошизису та онихорексису.

Найбільш агресивними компонентами технології є кислотні праймери з рН 3-4, ацетонвмісні розчинники та надмірна абразивна обробка грубими пилками або апаратними фрезами. Зниження шкоди можливе через використання низькокислотних праймерів, альтернативних розчинників, мінімальної абразивної обробки, комбінованих методів зняття покриттів та дотримання періодів відновлення між циклами процедур.

Профілактичні заходи включають вибір НЕМА-free формул, нанесення

Список літератури

1. Дашук А.М. (2019). Шкірні хвороби. Харків: ТОВ "ЕСТЕТ ПРІНТ", 139 с.
2. Айзятюлов Р.Ф. (2018). Оніходистрофії при шкірних хворобах і комплексна терапія з використанням препарату «Оніхоцид® Емтрікс». Український журнал дерматології, венерології, косметології, 2(69), 43-47.
3. Койрюкіна Є.Б., Глоба Є.І., Головенко Н.А., Зорін А.Н., Рябов Н.Ю. (2020). Сучасні аспекти діагностики та

мінімальної товщини покриття, застосування кератинвмісних реструктуризуючих препаратів і регулярне зволоження нігтьової пластини оліями. Перерви у 2-4 тижні після кожних 3-4 циклів покриття дозволяють частково відновити структурну цілісність нігтя.

Відновлення пошкодженої нігтьової пластини вимагає припинення травмуючого впливу та комплексної терапії протягом 4-6 місяців, що відповідає періоду повної заміни нігтя. Однак при ураженні матриксу можливі тривалі або перманентні структурні зміни.

Результати підкреслюють необхідність розробки науково обґрунтованих протоколів виконання естетичних процедур для нігтів, навчання майстрів манікюру принципам збереження здоров'я нігтьової пластини та інформування споживачів про потенційні ризики багаторазового застосування декоративних покриттів. Подальші дослідження мають бути спрямовані на розробку ще менш травматичних технологій та матеріалів, що дозволять поєднувати естетичні переваги сучасного манікюру зі збереженням структурної цілісності нігтьової пластини.

Фінансування

Дослідження виконане за рахунок власних коштів автора.

лікування оніходистрофії. Клінічна дерматологія і венерологія, 19(3), 373-380.

4. Rao, B.K. (2020). Moschella & Hurley's Dermatology (2 vols.) (4th ed.). Jaypee Brothers Medical Publishers, 1900 p.
5. Bologna, J.L., Schaffer, J.V., & Cerroni, L. (2017). Dermatology (4th ed.). Elsevier, 2880 p.
6. Lebowhl, M.G., Heymann, W.R., et al. (Eds.). (2022). Treatment of

Skin Disease: Comprehensive Therapeutic Strategies (6th ed.). Elsevier, 936 p.

7. Sarkar, R., et al. (2021). Concise Dermatology. CRC Press, 278 p.

8. Kang, S., Amagai, M., Bruckner, A.L., Enk, A.H., Margolis, D.J., McMichael, A.J., & Orringer, J.S. (2019). Fitzpatrick's Dermatology (9th ed.). McGraw Hill, 4120 p.

9. Rieder, E.A., & Tosti, A. (2016). Cosmetically Induced Disorders of the Nail with Update on Contemporary Nail Manicures. *Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology*, 9(4), 39-44.

10. Zdrada, J., Odrzywołek, W., Deda, A., Machoy, M., Koprowski, R., & Błońska-Fajfrowska, B. (2022). Application of a three-dimensional scanner to the quantitative assessment of the nail plate condition after a hybrid manicure procedure—Preliminary study. *Skin Research and Technology*, 28(3), 427-432. <https://doi.org/10.1111/srt.13142>

11. Bellinato, F., Gisondi, P., Filippucci, E., Tozzi, F., et al. (2022). Systematic study on nail plate assessment:

differences in nail plate shape, thickness, power Doppler signal and scanning approach. *Archives of Dermatological Research*, 315(3), 593-600. <https://doi.org/10.1007/s00403-022-02404-5>

12. Putek, J., et al. (2020). Side-effects associated with gel nail polish: A self-questionnaire study of 2,118 respondents. *Acta Dermato-Venereologica*, 100(18), adv00290. <https://doi.org/10.2340/00015555-3684>

13. Nisnevitch, M., Valkov, A., & Zinigrad, M. (2020). Keratin Biomembranes as a Model for Studying Onychomycosis. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(10), 3512. <https://doi.org/10.3390/ijms21103512>

14. Feroz, S., Muhammad, N., Ranayake, J., & Dias, G. (2020). Keratin-Based Materials for Biomedical Applications. *Bioactive Materials*, 5(3), 496-509. <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2020.04.007>