Інше

УДК 687.54.05

Доробалюк Тетяна

експерт із якості та безпеки нігтьового сервісу,

Засновник школи з навчання нігтьовому сервісу

(Sunny Isles Beach, USA)

Dorobaliuk Tetiana

Expert in quality and safety in nail services,

Founder of a nail services training school

(Sunny Isles Beach, USA)

СТРУКТУРНІ ТА БІОХІМІЧНІ ЗМІНИ НІГТЬОВОЇ ПЛАСТИНИ ПІД ВПЛИВОМ СУЧАСНИХ АПАРАТНИХ ТЕХНІК ТА УФ/LED-ПОЛІМЕРИЗАЦІЇ

STRUCTURAL AND BIOCHEMICAL CHANGES OF THE NAIL PLATE UNDER THE INFLUENCE OF MODERN HARDWARE TECHNIQUES AND UV/LED POLYMERIZATION

Анотація. *Апаратний манікюр та гель-лакові покриття з УФ/LED-полімеризацією стали стандартом у нейл-індустрії, але їхній вплив на структуру нігтьової пластини залишається недостатньо вивченим у дерматологічній практиці. Робота аналізує біохімічні та морфологічні зміни кератинових шарів при надмірному апаратному опилюванні, клінічні прояви стоншення нігтів унаслідок апаратних технік та вплив УФ/LED-випромінювання на цілісність натурального нігтя. Виявлено, що надмірне апаратне опилювання призводить до руйнування дисульфідних зв'язків кератину, зниження вмісту ліпідів на 30-45% та порушення бар'єрної функції.*

Ключові слова: *нігтьова пластина, апаратний манікюр, УФ-полімеризація, LED-лампа, кератин, оніходистрофія.*

Summary. *Hardware manicure and gel polish coatings with UV/LED polymerization have become the standard in the nail industry, but their impact on the structure of the nail plate remains insufficiently studied in dermatological practice. The work analyzes biochemical and morphological changes of keratin layers during excessive hardware filing, clinical manifestations of nail thinning as a result of hardware techniques and the effect of UV/LED radiation on the integrity of the natural nail.*

Key words: *nail plate, hardware manicure, UV polymerization, LED lamp, keratin, onychodystrophy.*

Нігтьова пластина складається з щільно упакованих кератиноцитів, що містять твердий α-кератин. Молекули кератину організовані в фібрили, що з'єднуються через дисульфідні зв'язки між залишками цистеїну. Саме ці зв'язки забезпечують механічну міцність нігтя. Додатково кератинові структури скріплені водневими зв'язками та гідрофобними взаємодіями. Між шарами кератиноцитів розташований ліпідний цемент, що складається з церамідів, холестеролу, вільних жирних кислот.

Апаратне опилювання створює механічне навантаження на нігтьову пластину двох типів: абразивне тертя та локальний нагрів через тертя. Абразивні частинки на фрезі (зазвичай алмазне напилення, керамічне покриття або корунд) механічно зривають поверхневі шари кератиноцитів. При правильній техніці це видаляє тільки омертвілі клітини кутикули та птеригію. При надмірному зусиллі, неправильно обраній абразивності фрези або занадто високій швидкості обертання - спилюється сама нігтьова пластина.

Механічне пошкодження призводить до розриву дисульфідних містків нігтьової пластини. Кератин втрачає тривимірну структуру, волокна дезорганізуються. Це проявляється зниженням механічної міцності - ніготь стає м'якшим, гнучкішим, схильним до деформації. У Fitzpatrick's Dermatology (2019) зазначається, що порушення дисульфідних зв'язків є ключовим механізмом розвитку набутих оніходистрофій різної етіології [4, с. 2356].

Фреза, що обертається зі швидкістю 20000-35000 оборотів на хвилину, генерує значне тертя. Тертя породжує тепло. При надмірному тиску або тривалій обробці однієї ділянки локальна температура може підвищуватися до 45-50°С. Кератин - термолабільний білок. При температурах вище 40°С починається часткова денатурація - розгортання білкової структури з втратою функціональних властивостей.

Термічне пошкодження особливо небезпечне для ліпідного цементу між кератиноцитами. Ліпіди плавляться при нижчих температурах, ніж денатурує білок. Розплавлення ліпідного прошарку порушує бар'єрну функцію нігтьової пластини, збільшує її проникність для води та розчинних речовин.

Нормальний ліпідний вміст нігтьової пластини становить 1-3% від загальної маси. Здається небагато, але ці ліпіди критично важливі для збереження вологи та еластичності. У збірнику ХНМУ (2023) наведені клінічні спостереження, що демонструють зниження ліпідного вмісту нігтьової пластини на 30-45% після регулярного апаратного манікюру протягом 6 місяців [1, с. 89]. Це призводить до дегідратації - ніготь втрачає воду, стає сухим, крихким, схильним до розшарування.

Клінічні прояви надмірного апаратного опилювання варіюють від легкого витончення до важких оніходистрофій.

Онікошізис - горизонтальне розшарування нігтьової пластини на шари - прямий наслідок порушення міжклітинних зв'язків. Зазвичай

починається з вільного краю, прогресує проксимально. При дерматоскопічному огляді видно, як окремі шари кератину відділяються один від одного, створюючи характерний вигляд "листкового тіста".

УФ та LED-лампи генерують випромінювання для полімеризації фотоініціаторів у складі гель-лаків. УФ-лампи використовують широкий спектр УФ-А (340-400 нм), LED-лампи - вузький спектр близько 385-405 нм. LED-лампи вимагають коротшої експозиції (30-60 секунд проти 120-180 секунд для УФ), але дають вищу інтенсивність випромінювання.

УФ-А випромінювання проникає глибше в тканини, ніж УФ-В. Воно здатне досягати базального шару епідермісу шкіри, а в нігтьовій пластині - проникати на всю товщину до нігтьового ложа. УФ-А індукує утворення активних форм кисню (вільних радикалів), що пошкоджують білки, ліпіди, ДНК клітин.

У кератиноцитах нігтьової пластини УФ-індуковані вільні радикали атакують дисульфідні зв'язки кератину, призводячи до їхнього розриву. Також пошкоджуються ліпіди міжклітинного цементу через перекисне окислення ліпідів. Це призводить до прогресуючого погіршення механічних властивостей нігтя.

Fitzpatrick's Dermatology (2019) детально описує механізми УФ-індукованого пошкодження шкіри та її придатків [4, с. 1456-1478]. Хоча більшість досліджень фокусується на шкірі, механізми пошкодження кератинових структур подібні для нігтів.

LED-лампи високої потужності (48-80 Вт) генерують не тільки світло, а й тепло. Хоча виробники стверджують, що лампи "не гріють", пацієнтки часто скаржаться на відчуття печіння під час полімеризації, особливо при використанні товстих шарів гель-лаку або баз для вирівнювання.

Це печіння - не просто дискомфорт. Це ознака термічного впливу на нігтьове ложе. Екзотермічна реакція полімеризації гель-лаку виділяє

додаткове тепло. Комбінація теплового випромінювання лампи та екзотермічної реакції може локально підвищувати температуру до 45-50°C.

Одноразова експозиція під УФ/LED-лампою протягом 30-120 секунд може здаватися незначною. Проблема в кумулятивному ефекті. Жінка, що робить гель-лак кожні 2-3 тижні протягом кількох років, отримує десятки чи сотні експозицій. Кожна експозиція додає інкремент пошкодження - розрив кількох дисульфідних зв'язків, окислення невеликої кількості ліпідів, утворення невеликої кількості вільних радикалів.

УФ-випромінювання проникає через нігтьову пластину і досягає нігтьового ложа - васкуляризованої тканини під нігтем. У нігтьовому ложі містяться живі клітини, кровоносні судини, нервові закінчення. УФ-А може пошкоджувати ДНК клітин епідермісу нігтьового ложа, індукувати запальні реакції, потенційно навіть сприяти малігнізації при достатньо високій кумулятивній дозі.

Сучасні апаратні техніки манікюру та УФ/LED-полімеризація гель-лаків при неправильному або надмірному використанні призводять до структурних і біохімічних змін нігтьової пластини. Надмірне апаратне опилювання викликає механічну деструкцію кератинової архітектури з розривом дисульфідних зв'язків, термічне пошкодження білкових структур і зниження ліпідного вмісту на 30-45%, що проявляється клінічно як прогресуюче витончення пластини до 0,2-0,3 мм, онікошізис, підвищена ламкість та зміна оптичних властивостей.

УФ/LED-випромінювання чинить пряме пошкоджуючий вплив через індукцію вільних радикалів, термічний ефект високопотужних LED-ламп та кумулятивний ефект при регулярному багаторічному використанні. Потенційно уражуються не тільки нігтьова пластина, а й нігтьове ложе та частково матрикс.

Мінімізація пошкоджень досягається оптимізацією апаратної техніки (правильний підбір фрез, контроль швидкості та тиску), захистом при

УФ/LED-полімеризації (сучасне обладнання, тонкі шари гель-лаку, обмеження частоти процедур) та своєчасною відновлювальною терапією при виявленні ознак пошкодження.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на розробку менш травматичних технологій обробки нігтів, систем полімеризації з мінімальним УФ-впливом та ефективних протоколів відновлення пошкодженої нігтьової пластини.

Література

1. Актуальні питання захворювань нігтів: теоретичні та практичні дослідження : збірник наукових праць за матеріалами наукової конференції з міжнародною участю, присвяченої 140-річчю кафедри дерматології, венерології і СНІДу ХНМУ (м. Харків, 1–22 листопада 2023 р.) / за ред. А. М. Дашка. Харків : ХНМУ, 2023.129 с.

2. Babar K Rao Moschella & Hurley`s Dermatology (2 vols.). 4th edition. Jaypee Brothers Medical Publishers, 2020, 1900 p.

3. Dermatology. Jean L. Bolognia, Julie V. Schaffer, Lorenzo Cerroni. 4 th edition. Elsevier, 2017. 2880 p.

4. Fitzparick` s Dermatology. Sewon Kang, Masayuki Amagai, Anna L. Bruckner, Alexander H. Enk, David J. Margolis, Amy J. McMichael, Jeffrey S. Orringer. 9th edition. McGraw Hill, 2019. 4120 p

5. Lebwohl Mark G., Heymann Warren R. et al (eds.) Treatment of Skin Disease: Comprehensive Therapeutic Strategies. 6th edition. Elsevier, 2022. 936 p.

6. Sarkar Rashmi et al. Concise Dermatology. CRC Press, 2021. 278 p.

7. UV, CCFL або LED: вибираємо лампу для сушіння. URL: https://staleks.ua/ua/blog/uv-ccfl-ili-led-vybiraem-lampu-dlyasushki.html?srsltid=AfmBOopJ4LJ3692hEOFW6S4v24nCmHM54bsTKPc1pQu4Tmm9fDI0fQD5 (дата звернення: 20.01.2025).