

**МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**факультет медико-фармацевтичних технологій**  
**кафедра косметології і аромології**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему: **«ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНОГО МЕТОДА  
ПОЗБАВЛЕННЯ ВІД ПОСТАКНЕ»**

**Виконала:** здобувачка вищої освіти групи

ТПКЗм19(4,10д)-02

спеціальності: 226 Фармація, промислова фармація

освітньої програми Технології парфумерно-косметичних

засобів Анастасія СОКОЛЕНКО

**Керівник:** асистентка кафедри косметології і аромології,

к.фарм.н. Яна МАРЧЕНКО

**Рецензент:** доцент закладу вищої освіти

кафедри фармакології та фармакотерапії к.фарм.н., доцент

Андрій ТАРАН

## АНОТАЦІЯ

Проведено огляд інформації в наукових інтернет джерелах, які містять інформацію щодо лазерної шліфовки шкіри як ефективного методу позбавлення від постакне у сучасній косметології. Розглянуті різноманітні аспекти лазерної терапії, включаючи технічні аспекти лазерних систем, механізми дії лазерного випромінювання на шкіру, та клінічні застосування даного методу. У роботі аналізуються основні переваги лазерної шліфовки шкіри порівняно з іншими методами дерматологічного лікування. Вивчаються різноманітні типи лазерів, їх технічні характеристики та можливості застосування. Проведено оцінку якості результатів. Загальний обсяг сторінок: сторінок- 60, таблиць- 6, рисунків-2, джерел- 30.

*Ключові слова:* шкіра, акне, постакне, лазер, лазерна шліфовка

## ANNOTATION

A review of information in scientific Internet sources, which contain information on laser skin resurfacing as an effective method of getting rid of post-acne in modern cosmetology, was conducted. Various aspects of laser therapy are considered, including technical aspects of laser systems, mechanisms of action of laser radiation on the skin, and clinical applications of this method. The paper analyzes the main advantages of laser skin resurfacing compared to other methods of dermatological treatment. Various types of lasers, their technical characteristics and application possibilities are studied. An assessment of the quality of the results was carried out. The total number of pages: 60 - pages, 6 - tables, 2 - figures 30 - sources.

*Keywords:* skin, acne, postacne, laser, laser polishing

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
РОЗДІЛ I ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	8
1.1.ОСОБЛИВОСТІ ШКІРИ У ПІДЛІТКОВОМУ ВІЦІ .....	8
1.2 ВПЛИВ ЕКЗОГЕННИХ ТА ЕНДОГЕННИХ ФАКТОРІВ НА СТАН ШКІРИ У ПІДЛІТКОВОМУ ВІЦІ .....	11
1.3 ПРИНЦИП ДІЇ ЛАЗЕРНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ.....	12
1.4 ОСОБЛИВОСТІ ЛАЗЕРНОЇ ШЛІФОВКИ В ПОРІВНЯННІ З ІНШИМИ МЕТОДАМИ ...	13
1.5.ОПИС ОСНОВНИХ ТИПІВ ЛАЗЕРІВ ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ. ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	17
1.6 ПРОЦЕС ЛАЗЕРНОЇ ШЛІФОВКИ: ПОСЛІДОВНІСТЬ ДІЙ, ПАРАМЕТРИ ПРОЦЕСУ..	28
1.7 ВПЛИВ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ШЛІФОВКИ .....	32
РОЗДІЛ II .....	37
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА .....	37
2.1 Об'єкти дослідження .....	37
2.2 Методи дослідження.....	38
РОЗДІЛ III ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛАЗЕРНИХ СИСТЕМ ..	42
3.1 МУЛЬТИМОДУЛЬНА ЛАЗЕРНА ПЛАТФОРМА LUMENIS M22 2022 .....	42
3.2 ADONYSS CARBONFRAX CO <sub>2</sub> .....	44
3.3 ФРАКЦІЙНИЙ ЛАЗЕР MED-X LASER CO <sub>2</sub> З RF-МОДУЛЕМ .....	47
Висновки до розділу III.....	52
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	54
ДОДАТКИ.....	58

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ**

P. acnes - Propionibacterium acnes

P. granulosum - Propionibacterium granulosum

P. lymphophilum - Propionibacterium lymphophilum

P. propionicum - Propionibacterium propionicum

P. avidum - Propionibacterium avidum

УФ - ультрафіолетове випромінювання

ДНК- Дезоксирибонуклеїнова кислота

ТСА - трихлороцтова кислота

IPL- інтенсивне імпульсивне світло

RF - радіохвильовий ліфтинг

РЧ - радіочастотна енергія

## ВСТУП

**Актуальність теми.** У даний час однією з найбільш актуальних проблем у сфері шкіри серед підлітків вважається поява акне. Акне - поширене захворювання, що часто зустрічається у підлітків. Це пов'язано з хронічним запаленням сальних залоз волосяних фолікулів і може бути викликано інфекцією *Propionibacterium acnes*, сальними залозами волосяних фолікулів, гіперкератозом, збільшенням секреції сальних залоз або секрецією андрогенів. В основному це відбувається на обличчі, шиї, передній частині грудей та спині. Акне може мати значний вплив на самооцінку підлітків. Поява висипань на шкірі обличчя часто викликає почуття невпевненості, сорому та дискомфорту. Підлітки можуть відчувати страх про те, що їх зовнішність відштовхує оточуючих або викликає глузування з однолітків. Самооцінка підлітків формується багато в чому на основі їх зовнішності, тому проблеми зі шкірою можуть серйозно підірвати їхню впевненість у собі та призвести до негативного ставлення до себе. Вони можуть відчути себе менш привабливими чи успішними через стан своєї шкіри, що зрештою може вплинути на їх загальний добробут та соціальний розвиток. Причини появи висипів на шкірі можуть бути різноманітними, але гормональні зміни відіграють ключову роль.

У період підліткового віку відбувається збільшення гормонів, таких як тестостерон та естрогени, що може призвести до посилення активності сальних залоз шкіри. Цей надлишок сальних залоз призводить до збільшення вироблення себуму, жирної речовини, що виділяється шкірою. Себум поєднується з омертвілими клітинами шкіри і забиває пори, що створює сприятливі умови для розмноження бактерій. Коли бактерії розмножуються, це викликає запалення та появу прищів. Статеві гормони також можуть впливати на рівень запальних медіаторів в організмі, таких як цитокіни, що може посилити запальну відповідь шкіри на наявність бактерій. Загальний дисбаланс гормонів в організмі може відіграти ключову роль у розвитку прищів у підлітків, і вплив цього фактора може бути посилено генетичними

схильностями та зовнішніми факторами, такими як стрес, дієта та догляд за шкірою. Дійсно, багато людей можуть нехтувати зверненням до косметолога або дерматолога, навіть якщо стикаються з проблемою акне. Однак нестача професійної допомоги може призвести до серйозних наслідків, включаючи постакне. Стан шкіри, що залишається після зникнення акне та характеризується появою рубців, пігментації чи нерівностей на шкірі. Частота появи шрамів від прищів у підлітків досягла 20%. Саме тому для даного дослідження, ми обрали лазерне шліфування обличчя як метод боротьби з постакне. Цей процедурний метод заснований на використанні лазерних променів для видалення верхніх шарів шкіри, що сприяє покращенню текстури шкіри та зменшенню видимості рубців та плям, що залишилися після акне.

**Метою дослідження** даної роботи є ретельне вивчення лазерної шліфовки обличчя на основі літературних джерел, з метою систематизації науково-практичних даних, а також надання рекомендацій для практичного застосування у косметологічній практиці.

**Завдання дослідження.** Для досягнення мети дослідження необхідно було виконати такі завдання:

- Провести аналіз вітчизняних та іноземних джерел інформації про лазерну шліфовку, нові тенденції в цій сфері;
- Дослідити природу та принцип дії лазерної шліфовки;
- Дослідити сучасні лазери, що представлені в Україні;
- Проаналізувати переваги та обмеження цієї процедури;
- Вивчити клінічні дослідження, що стосуються ефективності та безпеки

**Об'єкт дослідження** В якості об'єкта досліджень було вибрано лазерну шліфовку. Параметри, такі як потужність лазера, швидкість руху, довжина хвилі тощо,

**Предмет дослідження** Механізми дії лазерної шліфовки на структури шкіри. Клінічні ефекти та результати лазерної шліфовки в залежності від використаної технології та параметрів обробки. Показники ефективності та безпеки лазерної шліфовки для різних типів шкіри та проблем, що вирішуються. Перспективи використання лазерної шліфовки для вирішення різних дерматологічних проблем та косметичних вдосконалень.

**Методи дослідження** як інформаційні джерела, були використані, комбінація експериментальних та аналітичних методів дослідження, наукові публікації фахівців, наукові статті.

**Апробація результатів дослідження і публікації.** Матеріали кваліфікаційної роботи використані при написанні тез, які були опубліковані в науковому збірнику з міжнародною участю.

#### **Структура і обсяг кваліфікаційної роботи**

Загальний обсяг роботи сторінок – 59; таблиць- 6; рисунків -2; джерел інформації- 30. Робота складається зі вступу, трьох розділів висновків та списку використаної літератури.

## РОЗДІЛ I ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1. Особливості шкіри у підлітковому віці

Одними з найбільш поширених захворювань, що впливають на людину, є хвороби шкіри. Існує понад тисяча таких захворювань, згідно з даними Всесвітньої організації охорони здоров'я. Ці захворювання впливають на значну кількість населення, охоплюючи від 30% до 70% людей незалежно від їхнього віку та національності [1].

Шкіра є найбільшим органом в організмі та покриває всю зовнішню поверхню тіла. Він складається з трьох шарів: епідермісу, дерми та гіподерми, всі три з яких суттєво різняться за своєю анатомією та функціями [2]. Структура шкіри складається зі складної мережі, яка є початковим бар'єром організму проти хвороботворних мікроорганізмів, ультрафіолетового випромінювання, хімічних речовин та механічних пошкоджень.

Характерні риси шкіри змінюються від народження до старості. Шкіра набуває міцності та гнучкості завдяки тому, що складається з декількох шарів, орієнтованих так, що кожен структурно та функціонально доповнює інші. Щоб забезпечити зв'язок із навколишнім середовищем, незліченні нерви — деякі з них модифіковані як спеціалізовані рецепторні кінцеві органи, а інші більш менш безструктурні — підходять якомога ближче до поверхневого шару, і майже кожен шкірний орган оповитий мотками тонких сенсорних нервів.

Епідерміс, як верхній шар шкіри, має високі регенеративні властивості, що сприяють швидкому відновленню при ушкодженнях. Він складається з п'яти шарів, таких як базальний або ростковий, шипуватий, зернистий, блискучий і роговий. У кожному шарі є певний склад клітин і виконується певна функція. Наприклад, базальні клітини постійно діляться, і нові клітини постійно виштовхують старі до поверхні шкіри, де вони зрештою відшаровуються. Базальний клітинний шар містить клітини, які називаються



меланоцитами. Меланоцити роблять забарвлення шкіри або пігмент, відомий як меланін, який надає шкірі засмаги або коричневого кольору і допомагає захистити більш глибокі шари шкіри від шкідливого впливу сонця. Зернистий шар, характеризується наявністю великої кількості зерен кератогіаліну, що свідчить про початок процесу кератинізації

Дерма, яка знаходиться між епідермісом і підшкірною тканиною, складається з колагенових і еластичних волокон, які забезпечують упругість і пружність шкіри. Цей еластичний, але міцний середній шар утримує більшу частину води в організмі та захищає тіло від травм. Дерма більш неоднорідна, ніж епідерміс, і нагадує складну мережу, що складається з сполучної тканини, кровоносних судин, нервових закінчень, волосяних фолікулів та залоз. Дерма ділиться на два підшари: шар, найближчий до епідермісу, це сосочковий шар. Він має губчасту структуру, що складається з пухких пучків колагенових волокон, позаклітинного матриксу і сполучної тканини. Він широко васкуляризований і утворює пальцеподібні виступи, які виступають в епідерміс для збільшення обміну з дермою. Нижній шар, сітчастий шар, складається з міцно пов'язаних між собою еластичних та колагенових волокон, які надають дермі пружність, розтяжність та еластичність [3].

Підшкірна жирова тканина (гіподерма) служить важливою функцією, прикріплює дерму до м'язів і кісток, що підлягають. Це добре васкуляризована, пухка тканина, що містить більші нерви та кровоносні судини, сполучну тканину і, що найбільш важливо, білу жирову тканину.

Шкіра постійно еволюціонує від моменту народження людини і має свої власні характеристики на кожному етапі життя. Для підлітків характерна підвищення секреція шкірного сала та поту, що виникає через активацію гормонів у період підліткового зростання. Це створює сприятливе середовище для розвитку бактерій через забруднення пор шкіри. Поширення бактерій в свою чергу спричиняє запалення, що призводить до появи прищів [4].

Шкіра людини може бути класифікована за різними критеріями, такими

як ступінь жирності, чутливість, схильність до висипань тощо. Основні типи шкіри включають:

- Жирна шкіра: Цей тип характеризується великою кількістю сальних залоз, що призводить до блиску на обличчі, розширених пор і схильності до появи прищів і чорних точок.
- Суха шкіра: У людей з сухою шкірою може відчуватися стягнутість та шелушіння, особливо в холодний чи сухий періоди. Така шкіра потребує інтенсивного зволоження.
- Нормальна (комбінована) шкіра: Це тип шкіри, який є більш збалансованим і характеризується нормальним рівнем жирності без виражених проблем сухості чи жирності.
- Чутлива шкіра: Цей тип шкіри дуже чутливий до зовнішніх подразників, таких як агресивні складники косметики або зміни погодних умов [5].

Шкіра в підлітковому віці може бути класифікована як комбінована(проблемна) оскільки цей період пов'язаний зі статевим дозріванням і гормональними змінами. Для більшості підлітків поява акне під час пубертатного періоду є невід'ємною частиною і складною у лікуванні [6]. Етіологія та патогенез акне ще не повністю зрозумілі. В сучасній дерматології ці концепції розглядаються як взаємопов'язані механізми: гормональні зміни, збільшена виділення сала, зміни хімічного складу сала, гіперкератоз фолікулів, мікробна колонізація *Propionibacterium acnes* і розвиток запалення. [7].

Основні види коменсальних бактерій у шкірі, що належать до роду *Propionibacterium*, включають *P. acnes*, *P. granulosum*, *P. lymphophilum*, *P. propionicum* і *P. avidum*. *P. acnes*, раніше відомий як *Corynebacterium parvum*, є грампозитивною, анаеробною бактерією, яку описують як дифтероїдну або коринформну. Бактерія *P. acnes* є частиною нормальної мікробіоти шкіри і тривалий час вважалася коменсальною, аж поки декілька досліджень не

виявили, що насправді вона є умовно-патогенною мікроорганізмом, яка бере участь у деяких інвазивних інфекціях. *P.acnes* має гени, що кодують метаболічні ферменти, що дозволяють йому виживати в мікроаерофільних умовах, а також ліпази, які розщеплюють ліпіди волосисто-сальних фолікулів, забезпечуючи бактерію необхідною їй енергією[8].

## **1.2 Вплив екзогенних та ендогенних факторів на стан шкіри у підлітковому віці**

Шкіра являє собою складний і динамічний орган, який з віком виявляє різні фізіологічні та патологічні характеристики через постійну взаємодію внутрішніх та зовнішніх факторів.

До зовнішніх факторів (ендогенні) відносять , загальний стан здоров'я, спосіб життя і, звичайно, навколишнє середовище [9].

✓ Вплив ультрафіолетового випромінювання. Невеликі кількості УФ-випромінювання корисні для здоров'я і відіграють важливу роль у виробленні вітаміну D. Однак надмірна дія УФ-випромінювання пов'язана з негативними наслідками для здоров'я, оскільки УФ-випромінювання є канцерогенним для людини. Гострі ефекти включають ушкодження ДНК, сонячні опіки, фототоксичні та фотоалергічні реакції, а також пригнічення імунної системи. Імуносупресію можна розглядати як фактор ризику раку та викликати реактивацію вірусів (наприклад, герпес на губах).

✓ Вплив Шкідливих звичок. Нікотин звужує кровоносні судини, що може погіршити кровообіг у шкірі, викликаючи блідість та зниження надходження кисню та поживних речовин до клітин шкіри. Токсичні речовини в тютюновому димі можуть руйнувати колаген та еластин, що призводить до втрати пружності та утворення зморшок. Алкоголь, як діуретик, може викликати зневоднення організму, включаючи шкіру, роблячи її сухою і більш схильною до появи зморшок. При вживанні алкоголю також відбувається розширення кровоносних судин у шкірі, що може спричинити появу почервоніння та куперозу. Порушується гормональний баланс і збільшується

вироблення себуму, що може спровокувати розвиток акне та інших проблем шкіри [10].

Ендогенні фактори, хоча менші за кількістю, ніж екзогенні, але їх вплив складніше змінити і іноді вимагає медикаментозного втручання. Сюди входять вплив гормонів та генетична схильність.

✓ Генетична схильність. Безперечно існує тенденція до того, що прищі передаються у спадок. Якщо один з ваших батьків (або обидва) схильні до акне, це може бути однією з причин, через які ви теж. Більшість досліджених генів у людей з акне відіграють важливу роль у різних аспектах їхнього здоров'я. Вони можуть бути ключовими у регулюванні вродженого імунітету, виникненні пошкоджень шкіри або метаболізмі стероїдних гормонів [11]. Деякі дослідження спрямовані на вивчення поліморфізму генів, які контролюють ключові ферменти, участь яких в процесі біосинтезу андрогенів, зокрема тестостерону. Один із таких генів - CYP17A1, який кодує фермент цитохром P450c17 $\alpha$  [12].

✓ Вплив гормонів. Підлітковий період характеризується дисбалансом андрогенів, естрогенів та прогестерону. Надлишок андрогенів, які вважаються типовими чоловічими гормонами (тестостерон), які є і у жінок, може стимулювати сальні залози шкіри до викачування олії, що є одним із факторів, що сприяють розвитку прищів. Естрогени – це репродуктивні та статеві гормони, які в основному присутні у жінок. Коли рівень естрогену надто низький або надто високий, ваші пори можуть розширюватися та затримувати жир. Прогестерон – це жіночий гормон фертильності, який виробляється у яєчниках щомісяця. Коли вироблення прогестерону розбалансоване, ваша шкіра стає гладкою та жирною, а пори можуть опухати та закриватися [3].

### **1.3 Принцип дії лазерної технології**

При поглинанні достатньої кількості світлової енергії може викликати зміни на шкірі. Лазери та пристрої з інтенсивним імпульсним світлом (IPL)

дозволяють контролювати доставку світла до шкіри. Ці пристрої корисні для досягнення бажаних клінічних ефектів при різноманітних дерматологічних захворюваннях. Термін «лазер» є аббревіатурою, що означає посилення світла за рахунок стимульованого випромінювання. Лазерне світло є частиною електромагнітного спектра енергії і має ряд властивостей, що відрізняються від інших джерел світла. Лазери випромінюють монохроматичні, когерентні, колімовані промені світла високої інтенсивності. На відміну від сонячного світла, що охоплює широкий спектр довжин хвиль, лазерне світло є монохроматичним, що означає, що воно випромінює світло лише однієї чітко визначеної довжини хвилі у дуже вузькому діапазоні довжин хвиль. Хвилі лазерного світла знаходяться у фазі щодо простору та часу (когерентність). Лазерний промінь має певний вузький діаметр променя без розбіжності, що практично не збільшується навіть із збільшенням відстані (колімація). Більшість лазерів, що використовуються в дерматології, та косметології, генерують світло у видимому (400-760 нм), ближньому інфрачервоному (760-1400 нм), середньому інфрачервоному (1400-3000 нм) та інфрачервоному (>3000 нм) діапазоні [13].

Основна техніка косметичної шлифовки шкіри заснована на глибокому розумінні анатомії шкіри та процесу заживлення ран. Коли лазерне світло досягає шкіри, воно може взаємодіяти з тканиною чотирма різними способами: воно може поглинатися, відбиватися, розсіюватися або передаватися. Тільки поглинене світло надасть помітний клінічний ефект. Кількість світла, що глибоко проникає в шкіру, залежить від розсіювання та поглинання світла хромофорами, які є специфічними світлопоглинаючими мішенями. Трьома основними ендогенними хромофорами шкіри є меланін, гемоглобін та вода. Кожен із цих хромофорів має свій власний спектр поглинання та пік поглинання [13].

#### **1.4 Особливості лазерної шлифовки в порівнянні з іншими методами**

Існує безліч лазерних платформ, які омолоджують шкіру, оновлюючи її верхні шари. Попит на процедури відновлення та омолодження шкіри поступово зріс за останнє десятиліття та спричинив кілька досягнень у галузі відновлення шкіри, які сприяють швидшому загоєнню, мінімізуючи час простою та побічні ефекти для пацієнтів. Арсенал сучасної косметології дозволяє надавати прицільний локальний вплив, включаючи фототерапію, УЗ-вплив, мезотерапію, біоревіталізацію та хімічні пілінги. [14].

Показаннями для проведення хімічних пілінгів є: комедональна та папульозно-пустульозна форми акне, а також атрофічні рубці та гіперпігментація. За допомогою хімічних пілінгів можна впливати на одну з ланок патогенезу акне - патологічний фолікулярний гіперкератоз. Хороші результати корекції макулярних (тобто пятнистих) рубців, дисхромій показують серединно-поверхневі та серединні (інтраепідермальні) хімічні пілінги: гліколевою кислотою 70%, саліциловою кислотою 30%, піровиноградною кислотою 40-70% кислотою (ТСА) 20-35%. Виконання поверхневих хімічних пілінгів з альфа-гідроксикислотами дозволяє досягти регресу дисхромій у 92,2% випадків і псевдоатрофій у 54,4% випадків, але практично не впливає на кількість рубцевих деформацій [15].

Мезотерапія – ще один ефективний метод дерматокосметології. Сеанси мезотерапії будуть ефективні за наявності комедонів, запальних елементів без гнійного вмісту, атрофічних рубців, постакне, застійних плям, вторинної післязапальної гіперпігментації. По дії всі препарати для мезотерапії можна умовно розділити:

- препарати для усунення гіперкератозу (мезопілінг гідроксикислотами);
- препарати для імунокорекції та профілактики появи запальних елементів;
- препарати із себостатичною дією; |

- препарати, що сприяють створенню оптимального середовища для функціонування клітин шкіри;
- препарати для усунення постакне (атрофічні рубці, застійні плями, гіперпігментація) [16].

Як препарати для сеансу мезотерапії можуть використовуватися мікроелементи (сірка, цинк, германій та ін.), вітаміни (рибофлавін, фолієва кислота, аскорбінова кислота), амінокислоти (лізин). При поєднаному застосуванні вони сприяють поліпшенню місцевого імунітету, обміну речовин, регенерації шкіри, мають себорегулюючу, кератолічну, дипегментуючу і протизапальну дію. У складі комплексних препаратів можна використовувати вітаміни. Вітамін А, який прискорює регенерацію епідермісу та дерми, сприяє відновленню ліпідного бар'єру, знижує рівень медіаторів запалення, активізує фагоцитоз. Вітаміни груп В, С, Е володіють протизапальним, антигіпоксичним та антиоксидантним ефектами. Захищаючи мембрани імунокомпетентних клітин від ушкодження, вони позитивно впливають на імунний статус шкіри. Ця дія поширюється як на неспецифічні, так і на специфічні (гуморальний і клітинний) ланки імунітету. Відбілюючий ефект вітаміну С дозволяє суттєво знизити прояви післязапальної гіперпігментації при постакне [16].

Біоревіталізація - ін'єкції препаратів нестабілізованої гіалуронової кислоти. Найчастіше препарати гіалуронової кислоти використовуються для корекції атрофічних рубців постакне. Клінічна ефективність багатої на тромбоцити плазми при атрофічних станах шкіри була показана в низці досліджень. Було з'ясовано, що в результаті збільшення у тканинах кількості тромбоцитів у зоні лікування прискорюється генерація нових стовбурових клітин і, як наслідок, відбувається відновлення дерми. Активація антиоксидантної системи шкіри забезпечує насичення її киснем [17].

Для корекції рубцевих змін шкіри у стадії постакне, для більш ефективного результату, додають увагу – лазерній шліфовці шкіри. Тією чи

іншою мірою лазери покращують зовнішній вигляд лентиго та зморшок, усувають фотостаріння, пом'якшують рубці від прищів та інших причин, лікують диспігментацію. В даний час широко використовуються п'ять основних класів дерматологічних лазерів: аблятивні та неаблятивні лазери як фракціоновані, так і нефракціоновані, а також радіочастотні технології. М'якші неаблятивні лазери забезпечують більш швидке загоєння, тоді як жорсткіші абляційні лазери, як правило, більш ефективні [18].

Фракціонування будь-якого лазера розподіляє ефект, збільшуючи кількість процедур, але зводячи до мінімуму час простою та ускладнення. Технології лазерного шліфування є захоплюючою розробкою в арсеналі косметологів, що дозволяє поліпшити тон, текстуру і пігментацію шкіри. Хоча лазерне шліфування не замінює підтяжку обличчя або блефаропластику, відповідний лазер не лише підтягує шкіру, а й покращує зовнішній вигляд лентиго, зморшок, текстури шкіри та різних шрамів.

Нефракційні лазери впливають на всю поверхню, що проектується оброблюваної шкіри, тоді як фракціоновані лазери впливають на рівномірно розподілену частину проектованої площі. Аблятивні лазери випаровують тканини і тому агресивніші в порівнянні з більш м'якими неаблятивними лазерами, які залишають шкіру непошкодженою. Хоча абляційні лазери призводять до набагато більшого часу простою та складнішого процесу відновлення, вони залишаються лазерами, які дають найбільш вражаючі результати. При серйозніших зморшках на обличчі, диспігментації та порушеннях текстури шкіри абляційний лазер часто є методом вибору. Для пацієнтів, які потребують більш помірного поліпшення – без можливих побічних ефектів аблятивних лазерів – неаблятивні лазери часто є ідеальними. Ці лазери залишають епідерміс непошкодженим, надаючи при цьому омолоджуючу дію на шкіру. Залежно від технології не абляційне лазерне лікування може мінімізувати появу дрібніших зморшок, покращити текстуру та тон шкіри та усунути диспігментацію.



Для порівняння, методи лікування більш щадні та практично не вимагають відновлювального періоду, але дають більш помірну відповідь. Процедура дійсно забезпечує загальну «підтяжку» обличчя, але підтяжка обличчя необхідна, щоб звернути назад прогресуюче провисання шкіри обличчя. Зморшки на губах і навколо очей зазвичай не піддаються підтяжці обличчя, але добре піддаються лазерному шліфуванню. У деяких випадках для досягнення найкращих результатів потрібні обидві процедури [18].

### **1.5.Опис основних типів лазерів що використовуються. Технічні характеристики**

#### *✓ Абляційні нефракціоновані лазери*

Абляційне шліфування шкіри - це процедура, що видаляє верхній шар епідермісу, що дозволяє досягти вражаючих результатів, співставних з лазерним шліфуванням шкіри. Лазери прискорюють нагрівання молекул води у тканинах шкіри, при цьому вода перетворюється на пару, що призводить до випаровування клітин шкіри і стимулює формування колагену, зменшуючи при цьому дерму та епідерміс і підтягуючи шкіру. Оригінальні лазерні пристрої мали певні побічні ефекти, такі як утворення рубців та ускладнене загоєння ран, проте останнє покоління аблятивних лазерів, особливо фракціоновані, знизили травматичність процедури та скоротили час відновлення, залишаючи при цьому ефективність обробки. Нові лазерні системи є набагато безпечнішими, але все ще існує ризик розвитку серйозних ушкоджень, таких як рубці, зміни кольору шкіри та інфекції [19] [20].

*Таблиця 1.1*

#### **Абляційні нефракціоновані лазери**

<b>Довжина хвилі та тип</b>	<b>Виробник та продукт</b>	<b>Ключова особливість</b>
	Пісковик Медичні технології Matrix LS-40	Імпульси до 100 мс; 40 Вт; Доступний фракційний сканер Ultrafine-FS

СО 2 лазер 10600 нм	Люменіс УльтраПульс та АкуПульс	Може використовуватися як у нефракціонованому, так і у фракціонованому режимах
Er:YAG-лазер із довжиною хвилі 2940 нм	Фокус Медікал НатураЛаза ER	3Дж; включає фракційний наконечник «microhex»
	Quantel Derma GmbH БЮРАЙН	імпульси 350 мкс; енергія до 2 Дж; доступен фракційний наконечник
	Медичні технології пісковика Whisper 3-G	імпульси 300 мкс; 600 Дж/см <sup>2</sup> ; Розмір плями 1/3/6/9 мм
	Скітон Контур ТРЛ	Імпульси до 50 мс; до 40 Вт; шліфувальний лазер (TRL), що перебудовується; комп'ютеризований сканер
	Syneron і Candela SmoothPeel	імпульси 2/4/6 Гц; енергія до 750 мДж; Розмір плями 5 та 9 мм
Комбінований лазер СО 2 ER:YAG 10600 нм / 2940 нм	Робоча станція для шліфування поверхні Sandstone Medical Technologies Cortex	Імпульси до 100 мс; до 40 Вт; Частина СО 2 фракціонується

✓ *Вуглекислотний лазер*

Лазерне шліфування шкіри почалося з використанням вуглекислотного (СО<sub>2</sub>) лазера для омолодження обличчя. Перші СО<sub>2</sub>-лазери, які працювали з безперервною хвилею, мали високий рівень побічних ефектів, таких як рубці. Для поліпшення контролю над видаленням тканини розроблені короткоімпульсні СО<sub>2</sub>-лазери. СО<sub>2</sub>-лазер випромінює світло з довжиною хвилі 10600 нм, що сильно поглинається тканинною водою. Імпульси тривалістю менше 1 мс випаровують тканину завтовшки від 20 до 30 мкм, обмежуючи термічне пошкодження оточуючих тканин. З метою зменшення

ризиком глибокого термічного ушкодження розроблені високоімпульсні або скануючі CO<sub>2</sub>-лазери. CO<sub>2</sub>-лазери сприяють негайному скороченню зморшок шляхом стимулювання синтезу нового колагену, зокрема навколо очей та рота. Сьогодні використовуються два основних типи CO<sub>2</sub>-лазерів: потужний імпульсний CO<sub>2</sub>-лазер та скануючий безперервний CO<sub>2</sub>-лазер. Обидва типи забезпечують схожі результати, проте вони можуть супроводжуватися певними побічними ефектами, такими як гіпопігментація чи гіперпігментація шкіри. Використовуючи сучасний CO<sub>2</sub>-лазер, майстри можуть очікувати значного зменшення зморшок на обличчі, але після процедури можуть виникати кровотечі, утворення кірок та період простою. Багатьох пацієнтів повідомляють про побічні ефекти, але більшість з них протікають безсимптомно [19] [21].

✓ *Er:YAG Лазер*

Наступним кроком у розвитку лазерної технології став лазер на основі натрій-алюмінієвого гранату (Er:YAG), який містить домішку ербію. Цей лазер випромінює світло з довжиною хвилі 2940 нм в інфрачервоному діапазоні. Частота цього світла ближча до пікового діапазону поглинання води, що призводить до значного збільшення коефіцієнта поглинання в порівнянні з CO<sub>2</sub>-лазером - в 16 разів більше. Це веде до зменшення глибини проникнення в епідерміс вдсятеро. Порівняно з CO<sub>2</sub>-лазерами, лазер на основі Er:YAG демонструє аналогічну ефективність, ймовірно, забезпечуючи краще підтягування тканин. Крім того, Er:YAG-лазер характеризується менш серйозними побічними ефектами, з меншим набряком і коротшим періодом утворення кірки на шкірі [19] [22].

✓ *Комбінований CO<sub>2</sub> Er:YAG*

Після того, як було використано дві вищезгадані лазерні технології, вчені сподівалися поєднати ефекти двох систем. Дослідження показали, що застосування Er:YAG-лазера після лікування CO<sub>2</sub> може зменшити побічні ефекти, не змінюючи при цьому ступеня згладжування зморшок. Крім того,

комбінований лазер CO<sub>2</sub>/Er:YAG з двома довжинами хвиль також виявив таке ж саме поліпшення згладжування зморшок, що й терапія виключно лазером CO<sub>2</sub> [19].

✓ *Неаблятивні нефракціоновані лазери*

Лазери цього класу мають більш лагідний вплив на шкіру, спричиняючи контрольоване пошкодження тканин дерми і стимулюючи ремоделювання дерми та вироблення колагену. Результати від неаблятивних лазерів є менш інтенсивними порівняно з аблятивними, але пацієнти, які шукають поступове покращення коліру обличчя, часто віддають перевагу цьому класу лазерів через мінімальну потребу відновлення та м'які побічні ефекти. Ризики пошкодження, пов'язані з неаблятивними лазерами, значно менше, ніж з аблятивними. Основною перевагою цих лазерів є значне зменшення часу відновлення після лікування порівняно з CO<sub>2</sub>/ербієвими лазерами. Пацієнти можуть спостерігати еритему через кілька годин без лущення або шкірного відшаровування. Для досягнення помірного ефекту зазвичай потрібно провести чотири-шість процедур. Деякі дослідження також показують, що зменшення зморшок обмежене, і тепер ці лазери найчастіше використовуються для зменшення акне. У класі неаблятивних, нефракційних лазерів з різними довжинами хвиль пропонується різноманітне цілеспрямоване лікування, спрямоване на покращення текстури, лікування акне та загальне омолодження шкіри. Пацієнти з темнішим тоном шкіри також можуть скористатися неаблятивними лазерами, оскільки вони не викликають аномальної пігментації, яка часто спостерігається при використанні аблятивного лазера на більш темній шкірі [19].

*Таблиця 1.2*

Неаблятивні нефракціоновані лазери

<b>Довжина хвилі та тип</b>	<b>Виробник та продукт</b>	<b>Ключова особливість</b>
1319 нм Імпульсна енергія	Скітон Термаскан	імпульси тривалістю 5-200 мс; 30 Дж/см <sup>2</sup> ; пляма 6 мм;

		непослідовне сканування для зменшення перегріву між лазерними імпульсами
1320 нм Nd:YAG	CoolTouch CT3Plus	імпульси тривалістю 450 мкс; регульована пляма 3-10 мм; серійний та безперервний режими
	Альма Гармонія XL	Довгоімпульсний; 5–40 Дж/см <sup>2</sup> ; пляма 6 мм
Діод 1450 нм	Кандела Гладбім	імпульси 210 мс; 8–25 Дж/см <sup>2</sup> ; Плями 4 або 6 мм

### *Імпульсний лазер із довжиною хвилі 1319 нм (Sciton Thermascan)*

Імпульсний лазер з довжиною хвилі 1319 нм оновлює поверхню шкіри, покращуючи зовнішній вигляд зморшок, прищів та пов'язаних з ними рубців, покращуючи тон та текстуру шкіри. Цей неаблятивний лазер термічно впливає на фібробласти, що знаходяться в дермальному шарі, стимулюючи вироблення колагену, як і інші лазери подібного типу. Він відноситься до класу лазерів середнього інфрачервоного діапазону і ефективний при лікуванні дрібних мімічних зморшок. Неаблятивні лазери з довжиною хвилі 1319 нм не ефективні для лікування пігментних плям або судинних порушень, але призначені для безпечного лікування всіх типів та відтінків шкіри. Використання генератора візерунків великої площі (LAPG) у цьому лазері забезпечує рівномірний розподіл лазерного впливу на шкіру без перегрівання будь-якої ділянки, що може уникнути небажаних побічних ефектів. Крім того, ця технологія гарантує повне та ефективне оброблення цільової шкіри [19].

#### ✓ *Лазер Nd:YAG, 1320 нм (CoolTouch CT3Plus, Alma Harmony XL)*

Перший на комерційному ринку неаблятивний лазер із довжиною хвилі 1320 нм, заснований на технології довгоімпульсного Nd:YAG, виявився значним проривом. Зокрема, цей лазер не впливає на епідерміс, але зосереджується на дії на дерму, стимулюючи зростання нового колагену. Оскільки вода у шкірі поглинає довжину хвилі 1320 нм, енергія рівномірно розподіляється без впливу на меланін або гемоглобін, що робить цей лазер ефективним для всіх типів шкіри без ризику змін пігменту. Цей лазер прискорює життєздатність фібробластів у дермі, стимулюючи вироблення основного фактора росту фібробластів та інгібуючого трансформуючого фактора росту  $\beta 1$ . Він ефективно бореться з ознаками старіння шкіри, стимулюючи вироблення різних видів колагену та тропоеластину. Крім того, цей лазер відзначається безпечністю та ефективністю при лікуванні прищів та рубців, оскільки зменшує активність сальних залоз і мінімізує вироблення шкірного сала, що перешкоджає появі нових прищів [19].

✓ *Діодний лазер 1450 нм (Candela Smoothbeam)*

Діодний лазер з довжиною хвилі 1450 нм ефективний для лікування прищів на обличчі та для поліпшення вигляду рубців. Неаблятивний лазер демонструє значний та безпечний ефект у покращенні запальних прищів на обличчі, частково позначаючи сальні залози та зменшуючи виділення шкірного сала. Порівняно з неаблятивним лазером Nd:YAG з довжиною хвилі 1320 нм, діодний лазер здатний викликати більш виразну реакцію рубців після лікування, що особливо важливо для пацієнтів з рубцями від прищів. Це досягається завдяки впливу лазера на сальні залози у верхніх шарах дерми, зменшуючи час відновлення. Лазер сконцентрований на воді у шкірі, тому ймовірно, що верхній шар дерми піддається нагріванню та терапевтичному впливу. Цей лазер забезпечує легке або помірне поліпшення рубців від прищів у пацієнтів азіатського походження, не спричиняючи необоротних пігментних змін, навіть у темних типах шкіри IV і V [19].

✓ *Неаблятивні фракціоновані лазери*

Фракціоновані неаблятивні лазери представляють собою ідеальне поєднання найбільш щадних і безпечних аспектів фракційних та неаблятивних технологій, які з'явилися на ринку у 2005 році. Цей тип лазерів призначений для поліпшення текстури шкіри, зменшення зморшок легкого та середнього ступеня вираженості, видалення рубців від прищів та лікування гіперпігментації, спричиненої впливом сонця та старінням. Лазери цього типу ефективно працюють на областях шиї, грудей та кінцівок, забезпечуючи безпечне та ефективне лікування. Фракційна направленість лазерної енергії сприяє підвищенню ефективності та безпеці процедури, а також скороченню часу відновлення шкіри. Лікування може зазнавати певного дискомфорту, тому топічні анестетики допомагають зменшити неприємні відчуття пацієнта. Ці лазери також ефективні для темношкірих людей з меншим ризиком зміни кольору шкіри, оскільки вони мінімізують пошкодження тканин та стимулюють меланоцити у обмеженому обсязі [19].

Таблиця 1.3

## Неаблятивні фракціонові лазери

Довжина хвилі та тип	Виробник та продукт	Ключова особливість
1410 нм	Солта Фраксель re: fine	Глибина 700 мкм; 20 мДж/МТЗ
1440 нм Nd:YAG	Сynosure Підтвердити	1000 мікроімпульсів / пляма 10 мм
	Паломар СтарЛюкс	Включає телефони з довжиною хвилі 1440 і 1540 нм.
1540 нм	Паломар СтарЛюкс	Включає телефони з довжиною хвилі 1540 і 1440 нм.
	Паломарська ікона	Включає фракційну трубку абляції з довжиною хвилі 2940 нм.
Ербієве скло та тулієве волокно 1550 нм 1927 нм	Solta Fraxel re:store і re:storeDUAL	1550 нм: глибина 1,4 мм; 70 мДж/МТЗ 1927 нм: глибина 0,23 мм; 20 мДж/МТЗ

## ✓ Лазер 1410 нм (Solta Fraxel Re: Fine)

Розроблений неаблятивний фракційний лазер із довжиною хвилі 1410 нм призначений для поліпшення текстури шкіри та зменшення видимості поверхневих зморшок. Для досягнення бажаних результатів рекомендується проведення від 3 до 5 процедур з мінімальним періодом відновлення від 3 до 5 днів. Цей лазер є безпечним для всіх типів шкіри від I до VI за класифікацією Фіцпатріка, що робить його доступним для широкого кола пацієнтів [19].

## ✓ Лазер 1440 Nd:YAG (Cynosure Affirm та Palomar StarLux)

Лазер із довжиною хвилі 1440 нм пропонує мікроомолодження, що сприяє поліпшенню вигляду зморшок через індукцію мікроколон рівномірного нагріву. Використання системи StarLux дозволяє застосовувати додаткове охолодження, що забезпечує зручність для пацієнта та підвищує потужність лікування для підвищення ефективності. Лазер Affirm



відрізняється використанням комбінованої технології апекс-імпульсу (CAP), яка рівномірно розподіляє енергію на глибину 300 мкм, фокусуючи лазер на необхідних шарах шкіри. Також у цьому лазері застосовується система охолодження для забезпечення комфорту пацієнта [19] [23].

✓ *Абляційні фракціоновані лазери*

Найостаннішим поколінням абляційних лазерів є фракційні абляційні лазери. Їх використання розпочалося приблизно у 2007 році. Вони відзначаються зниженням травматичності процедури та скороченням часу відновлення, одночасно зберігаючи високу ефективність обробки поверхні шкіри. Порівняно з нефракціонованими лазерами, ці моделі є значно безпечнішими, але залишають певний ризик потенційного утворення рубців, змін в пігментації та можливого зараження шкіри. Основне застосування цих лазерів полягає в м'якому підтягуванні шкіри для боротьби зі слабкістю та зморшками [19].

✓ *Аблятивний фракційний лазер CO<sub>2</sub> (Lumenis UltraPulse Encore, Fraxel re:pair)*

Система фракційного CO<sub>2</sub> лазера Fraxel re:pair працює подібно до режиму Deep FX Encore у багатьох аспектах. Її імпульс може бути налаштований на тривалість від 0,15 до 3 мс. Завдяки короткій тривалості імпульсу ця лазерна система може швидше передавати більше енергії та здійснювати більш глибоку абляцію. Злиття малих розмірів плями у 0,14 мм і короткої тривалості в 0,15 мс дозволяє цьому лазеру здійснювати абляцію на глибину до 1,6 мм. Інші аблятивні CO<sub>2</sub> лазери не здатні до такої глибокої абляції, як режим Deep FX Encore та Fraxel repair [19].

Таблиця 1.4

Аблятивний фракційний лазер CO<sub>2</sub>

Довжина хвилі і тип	Виробник і продукт	Ключова особливість
Фракційний CO <sub>2</sub> 10600 нм	Alma Lasers, Inc. Платформа Harmony Pixel CO <sub>2</sub>	Короткі/середні/довгі імпульси; 300–2500 мДж/п;
	Synosure, Inc. SmartSkin	Імпульси 150–20 000 мкс; потужність до 30 Вт;
	DEKA SmartXide DOT 30 Вт/50 Вт	імпульс 0,2–80 мкс; 150 Вт на тканину; декілька режимів сканувань
	Ellman International, Inc. Фракційна лазерна система Elluminé на CO <sub>2</sub>	імпульс 2–7 мс; до 105 мДж
	Фокус Медікал NaturaLase CO <sub>2</sub>	Імпульс до 10 мс; 50 Вт
	Хіроніо Ко., ООО МІКСЕЛЬ	Імпульс до 5000 мкс; 60 мДж; Розмір сканувань від 2 × 2 до 20 × 20 мм
	ILOODA CO., ООО Фраксіс	імпульс 0,1–5 мс; до 30 Вт
	Лазерна обробка США Slim Evolution II MiXto Pro	безперервний імпульс тривалістю, що переривається 2,5–16 мс; 0,5–30 Вт; Розмір плями 180 или 300 мкм
	Lumenis Ultrapulse Encore (Active FX/ Deep FX/ Total FX)	Імпульс <1 мс; 240 Вт на тканину; Режим Active FX с розміром плями 1,3 мм; Deep FX с розміром плями 0,12 мм; Total FX, поєднує Active FX и Deep FX

Довжина хвилі і тип	Виробник і продукт	Ключова особливість
	Lumenis AcuPulse	роботизований лазер безперервного сканування; імпульс 0,01-1,00 с; Доступні моделі потужністю 30 Вт та 40 Вт; Розмір плями 1,3 мм та 0,12 мм в одному наконечнику
	Лутронік ЭКО <sub>2</sub>	2-240 мДж; «Технологія контрольованого хаосу» сприяє розсіюванню тепла
	Солта Фраксель re:pair	До 70 мДж/МТЗ; «Інтелектуальна система оптичного стеження»
	Сінерон и Кандела CO2RE	60 Вт; 7 різних режимів лікування
2940 нм, дробний Er:YAG	Alma Lasers, Inc. Платформа Harmony Pixel 2940	Короткі/середні/довгі імпульси; 300-2500 мДж/п; 11 мм, 2 пікселі
	INDUSTRA Technologies 2940 DualMode	Імпульси від 300 мкс до 5 мілісекунд; до 60 мДж/мТц; забезпечує як абляційний, так і коагуляційний ефект
	Palomar Icon Aesthetic System 2940 Наконечник для фракційного лазера	імпульси 0,25–5 мс; 2–5,5 мДж/0,1 мм
	Скітон ПроФракціонал (ХС)	Змінний пульс; до 400 Дж/см <sup>2</sup>
2790 нм, дробовий Er:YSGG	Платформа Cutera Хео Pearl Fractional	600 мкс; 60-320 мДж на мікропляму; глибина абляції понад 1 мм

## **1.6 Процес лазерної шліфовки: послідовність дій, параметри процесу.**

У патогенезі формування симптомокомплексу постакне, безумовно, має значення глибина ушкодження: еритема та пігментація є результатом епідермальної травматизації, тоді як рубці – дермальною. Альтерація шкіри ініціює каскад реакцій перебігу ранового процесу, які протікають у три етапи: запалення, формування грануляційної тканини, ремоделювання матриксу. Рубці можна розділити на депресивні рубці, гіперпластичні рубці та келоїди, серед яких депресивні рубці є найпоширенішим типом шрамів від прищів. Шрами від прищів спричинені втратою колагену в процесі загоєння прищів, що може бути пов'язане з тяжкістю запалення уражень шкіри, спричинених прищами, та нездатністю їх своєчасно лікувати. Депресивні рубці спочатку пов'язані з еритемою, за якою з часом йдуть гіперпігментація та фіброз. Дослідження показали, що депресивні рубці можуть бути викликані заміною колагенових волокон. Еритема та пігментація після запалення прищів зазвичай носять тимчасовий характер, але рубці, спричинені руйнуванням колагену, залишаються постійними [24].

Лазерний промінь діє шляхом руйнування за допомогою контрольованого фотовипару поверхневого шару шкіри, тобто епідермісу, і може досягати поверхневої дерми залежно від бажаної мети: контрольований опік. Зруйнований поверхневий шар потім буде відновлено завдяки природним явищам загоєння острівців базальної дермо-епідермальної мембрани і волосисто-сальних придатків, що містяться в глибоких шарах дерми: це реепідермізація або реепітелізація. Це передбачає період загоєння, коли шкіра залишається крихкою і вимагає ретельного догляду. Саме таке відновлення поверхні шкіри створить гладкіший вигляд: це згладжування, яке більш-менш стирає недосконалості, які людина хочевилікувати. Крім того, дермо-епідермальне загоєння відбуватиметься з деяким втягуванням шкірного

покриву, з реальним ефектом «підтяжки» шкіри, змінним і більш менш важливим залежно від випадку [24].

Для того щоб отримати бажаний результат Як і у випадку з іншими косметичними процедурами, ви починаєте процес із попередньої консультації у кваліфікованого косметолога. Під час первинної консультації ваш лікар запитає про вашу історію хвороби, поточний загальний стан здоров'я та очікування, пов'язані з лікуванням, щоб визначити, чи є ви ідеальним кандидатом і який тип процедури лазерного шліфування шкіри підійде найкраще.

Крім пояснення того, як працює лазерне шліфування шкіри, ваш лікар також обговорить пов'язані з цим ризики та профілактичні заходи, які вживаються для зниження цих ризиків. До них відносяться:

- Легкий набряк та почервоніння
- Інфекційне захворювання
- Рубцювання

З іншого боку, ваш лікар може також відмовити вас від процедури лазерного шліфування шкіри, запропонувати безпечнішу альтернативу або призначити ряд ліків та процедур для вирішення існуючих проблем, якщо ви підпадаєте під будь-яку з цих категорій:

- В даний час вагітність або годування груддю
- У вас є аутоімунне захворювання, яке може вплинути на природну реакцію вашого організму на загоєння.
- Ви приймали ліки від прищів ізотретиноїн (Кларавіс, Міорісан, Зенатан), що може спричинити ускладнення.
- Проїшли променеви терапію на обличчі, щоб уникнути реакцій
- Нещодавно у вас стався спалах вірусу герпесу, оскільки лазерне лікування може його реактивувати. Вам можуть призначити курс протівірусних препаратів до та після процедури, щоб знизити ризик зараження [25].

Щоб підготуватися до процедури лазерного шліфування шкіри, вам буде рекомендовано:

- Уникати засмаги або інтенсивного перебування на сонці та щодня використовуйте сонцезахисний крем широкого спектру дії протягом чотирьох тижнів до лікування.

- Уникайте процедур глибокого пілінгу обличчя за чотири тижні до лікування (наприклад, сильних хімічних пілінгів, лазерного шліфування, дермабразії).

Лазерне шліфування шкіри займає від 30 хвилин до 2 годин, залежно від техніки та розміру оброблюваної зони. Щоб дати вам уявлення про те, як працює лазерне шліфування шкіри, нижче наведено огляд того, чого очікувати під час процедури.

- Ваша шкіра буде ретельно очищена та підготовлена. Вас також попросять одягнути спеціальні захисні окуляри для захисту очей від лазерних променів.

- Ви матимете можливість використовувати крем для місцевого застосування, який знеболить обличчя за годину до процедури.

- Після визначення конкретних областей лікування ваш косметолог приступить до лікування, неодноразово піддаючи їх впливу лазерного пристрою, схожого на паличку, що випромінює крихітні імпульси світла високої інтенсивності. Ця енергія лазерного світла викликатиме контрольоване пошкодження епідермісу або верхніх шарів шкіри. У той же час він також нагріває дерму або внутрішній шар шкіри, сприяючи виробленню колагену та постійно покращуючи тон і текстуру шкіри навіть через роки після процедури.

- Якщо вам було проведено абляційне лазерне шліфування шкіри, на місце лікування буде нанесена густа мазь і покрита пов'язкою на 24 години.

- Після завершення процедури вас переведуть в окрему зону відновлення, де ваш косметолог або фахівець з лазерного лікування перевірить

вас, щоб оцінити місце лікування та дати вам інструкції щодо догляду після процедури. Вам буде рекомендовано відновитися вдома та призначити повторний прийом [25].

*Можливі ускладнення:*

➤ Мілії, невеликі білі шишки, можуть з'явитися на ділянках, оброблених лазером, під час загоєння (до місяця після лікування).

➤ На ділянках, оброблених лазером, може виникнути гіперпігментація та, рідше, гіпопігментація. Загалом, гіперпігментовані ділянки можна обробити кремом, що відбілює, щоб прискорити вицвітання пігменту. Крім того, вам слід використовувати сонцезахисні креми широкого спектру дії протягом декількох тижнів до та після процедури, щоб запобігти пігментним змінам.

➤ Може відбутися реактивація простого герпесу, особливо після лазерного шліфування шкіри навколо рота. Ви можете запобігти цьому, попросивши свого лікаря призначити противірусні ліки, які ви можете почати приймати перед операцією та продовжувати приймати протягом семи-десяти днів після лазерного шліфування.

➤ Ви також можете запобігти бактеріальним інфекціям, прийнявши антибіотик перед процедурою і продовжуючи приймати його протягом семи-десяти днів після неї.

➤ Після лазерного шліфування шкіри слід очікувати появи набряків. Для лікування набряків навколо очей можуть бути призначені пероральні стероїди [25].

*Догляд за шкірою, після процедури:*

➤ Відразу після процедури ваша шкіра стане червоною, чутливою та обгорілою. Почервоніння, набряк, свербіж або печіння можуть зберігатися протягом кількох днів. Залежно від лікування шкіра може навіть виглядати роздратованою, виділяти жовту рідину і навіть покриватися пухирями. Не

чухайте і не колупайте шкіру, яка покривається кіркою, оскільки це може спричинити утворення рубців або призвести до інфекції.

- Через п'ять-сім днів після лазерного шліфування шкіра стане сухою і лущиться. Ваша нова шкіра спочатку буде рожевою. Протягом наступних двох-трьох місяців воно має почати поступово світлішати.

- Очищайте область лікування два-п'ять разів на день відповідно до вказівок лікаря.

- Спіть на подушці вночі, щоб зменшити набряк протягом перших чотирьох днів після процедури.

- Застосовуйте прохолодний компрес або обгорнутий пакет з льодом на 15 хвилин кожні одну-дві години при необхідності протягом перших 24-48 годин.

- Наносите тонкий шар вазеліну (або будь-якого оклюзійного зволожуючого крему) або мазі з антибіотиком (наприклад, бацитрацину) на уражену ділянку двічі на день, доки шкіра не заживе.

- Уникайте агресивних засобів, таких як третиноїн або гліколева кислота протягом чотирьох тижнів і будь-яких продуктів місцевого застосування, які можуть викликати роздратування, протягом шести тижнів після лікування [25].

### **1.7 Вплив властивостей матеріалу на ефективність шліфовки**

Властивості шкіри, так само як і інших матеріалів, можуть впливати на ефективність шліфування в лазерних системах. Ось деякі з цих властивостей та їх вплив:

- ✓ *Товщина шкіри:*

Товста шкіра може вимагати більшої потужності лазера або більшої кількості сеансів, щоб досягти бажаного ефекту шліфування. Крім того, вона може збільшувати ризик згоряння або виникнення дефектів у пігментації під час лазерної обробки. Чим товща шкіра, тим більше часу може знадобитися



для відновлення після лазерної процедури. Більша кількість шарів шкіри також може вимагати більш тривалого періоду загоєння ран [3].

✓ *Тип шкіри:*

Різні частини тіла мають різну товщину, текстуру та властивості шкіри. Наприклад, шкіра на обличчі може бути тоншою і більш чутливою, ніж на інших частинах тіла, що може вимагати більшої обережності при налаштуванні параметрів лазерної обробки [3].

✓ *Температурна реакція:*

Шкіра може реагувати на тепло випромінювання лазера різним чином. Занадто високі температури можуть призвести до опіків або інших травм, тому важливо враховувати теплову реакцію шкіри під час налаштування параметрів обробки. Також температура впливає на глибину проникнення лазерного променя в шкіру. Зі збільшенням температури може збільшуватися глибина проникнення, що може бути корисним для досягнення певних терапевтичних цілей, таких як зменшення глибини зморшок або рубців [3].

✓ *Пігментація:*

Структурні та функціональні відмінності між темнопігментованою та слабопігментованою шкірою є важливими факторами при виконанні лазерних або світлових процедур. В цілому, темніші типи шкіри мають підвищений вміст епідермального меланіну, більшими і ширше поширеними меланосомами і реактивними фібробластами. При лікуванні людей з типами шкіри за Фітцпатриком з IV по VI слід враховувати низку факторів. Меланін в епідермісі діє як хромофор, поглинаючи більше енергії лазера та збільшуючи ризик побічних ефектів від ушкодження епідермісу у людей із темною пігментованою шкірою. Щоб уникнути цього ризику, рекомендується використовувати лазери з більшою довжиною хвилі. Глибоке проникнення лазера дозволяє збільшити співвідношення температури волосяної цибулини до температури епідермісу, що призводить до руйнування фолікула з невеликим пошкодженням епідермісу. Аналогічним чином, людям з

темнішою шкірою рекомендується використовувати меншу щільність енергії та меншу щільність обробки щоб знизити ризик термічного пошкодження епідермісу. Було показано, що до та після обробки відбілюючими засобами (наприклад, кремом з гідрохіноном) знижується ризик післязапальної гіперпігментації, особливо після лазерного шліфування. Охолодження епідермісу до або після лікування також може запобігти пігментним порушенням, причому найбільш поширені методи включають контактне охолодження або охолодження кріогенним розпорошенням [3].

✓ *Спроможність до регенерації:*

Лазерна шліфовка викликає контрольовані травми на шкірі, після чого розпочинається процес регенерації. Швидкість відновлення тканин може варіюватися в залежності від індивідуальних характеристик кожної людини. Підвищена здатність до регенерації може сприяти швидшому загоєнню ран після лазерної обробки. Ефективність шліфовки також може залежати від рівня колагену та еластину в шкірі. Висока спроможність до регенерації може супроводжуватися підвищеним рівнем цих білків, що сприяє швидшому відновленню та поліпшенню текстури шкіри після процедури. У деяких випадках низька спроможність до регенерації шкіри може призводити до утворення рубців або гіперпігментації після лазерної обробки [3].

✓ *Специфічні медичні умови або хвороби шкіри:*

Якщо у пацієнта активна запальна хвороба шкіри, така як розацеа, екзема або псоріаз, лазерна шліфовка може призвести до загострення цих станів. У пацієнтів з виразкою, вірусними або бактеріальними інфекціями шкіри, лазерна шліфовка може спричинити розповсюдження інфекції або ускладнити існуючий стан. Такі умови потребують обережного підходу та можуть вимагати попереднього лікування перед лазерною обробкою. У пацієнтів з гіперпігментацією (збільшена пігментація) або гіпопігментацією (зменшена пігментація), лазерна шліфовка може призвести до непередбачуваних результатів, таких як нерівномірне освітлення або зміни в

кольорі шкіри. Коригування параметрів лазеру та ретельний вибір методу можуть бути необхідними для досягнення бажаного результату. Пацієнти з шкірними опухолями або новоутвореннями можуть потребувати спеціалізованого підходу до лазерної обробки. Лазерна процедура може бути призначена для лікування або видалення опухолів, але важливо враховувати потенційний ризик травми або розповсюдження новоутворення [3].

## **Висновки до розділу I**

На основі детального вивчення будови шкіри у підлітковому віці, та дослідженні екзогенних та ендогенних факторів, які впливають на стан шкіри, нами зроблено висновок, щодо перспективності усунення постакне, методом Лазерної шліфовки обличчя

Проведено аналіз літературних даних, щодо особливостей лазерної шліфовки в порівнянні з іншими методами, та зроблено висновок щодо перспективності цієї процедури.

Здійснено аналіз літературних джерел, про технічні аспекти лазерів. Наведена характеристика основних лазерів на ринку України, їх класифікація на основі літературних даних.

## РОЗДІЛ II

### ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

#### 2.1 Об'єкти дослідження

Оскільки постійно ведеться пошук малоінвазивних методів лікування різних патологічних процесів, використання лазерів стає дедалі популярнішим у сучасній медицині. Окрім практичної користі в операційній, лазери мають широкий спектр застосування в офтальмології, літотрипсії, діагностиці та лікуванні різних видів раку, а також при дерматологічних та косметичних процедурах [26].

Лазер – це промінь світла, який можна сфокусувати на дуже маленькій площі. Лазер нагріває певні клітини в оброблюваній ділянці, доки вони не «лопнуть». Ефект, який лазер чинить на зразок тканини, залежить як від властивостей тканини, так і від лазера. До властивостей тканини належать її структура, вміст води, теплопровідність, теплоємність, щільність, а також її здатність поглинати, розсіювати або відбивати випромінювану енергію. Властивості лазера, які відіграють роль, - це його потужність, щільність, та довжина хвилі. Кожен лазер має певне застосування. Колір світлового променя безпосередньо залежить від типу виконуваної операції і кольору оброблюваної тканини. Лазерне лікування широко застосовується в медицині для різних процедур [26] [27].

Деякі з найпоширеніших медичних процедур з використанням лазерів включають:

1. Замість скальпеля використовується лазер для здійснення безкровних надрізів у тканинах або видалення об'єктів із поверхні тканин, таких як пухлини. Це включає різні види лазерних систем, такі як CO<sub>2</sub>-лазер, аргонний лазер, та ін.

2. Лазери застосовуються для лікування судинних захворювань, проблем з пігментацією шкіри, омолодження шкіри та видалення небажаних слідів, таких як шрами та татування.

3. Видалення небажаного волосся за допомогою лазера, який руйнує волосні фолікули, не ушкоджуючи навколишню шкіру.
4. Корекція зору та усунення ушкоджень ока з використанням лазерів.
5. Лазери використовують у стоматології для прискорення процесу відбілювання зубів.
6. Лазери застосовуються для видалення бляшок з артерій, що допомагає покращити кровотік.
7. Ці процедури демонструють широкий спектр медичних застосувань лазерів та їх значний внесок у сучасну медичну практику [26] [27].

## **2.2 Методи дослідження**

### **1. Вимірювання ефективності проведеної процедури**

Зміни в стані шкіри: Важливо вимірювати зміни в структурі шкіри після лазерної обробки. Це може включати вимірювання глибини зморшок, ступеня колагену та еластину, а також змін в порах шкіри.

Кольорові зміни: Вимірювання змін у колірному тоні шкіри після процедури. Це може включати виявлення змін у рівні пігменту, видалення плям або покращення світловідбиваючих властивостей шкіри.

Аналіз структурних змін: Застосування технік, таких як сканування електронного мікроскопу або аналіз гістологічних зразків, для оцінки структурних змін в епідермісі та дермісі після лазерної обробки.

Період реабілітації: Вимірювання тривалості і характеру відновлення шкіри після процедури, включаючи час затіснення рани та відновлення нормального вигляду шкіри.

Медичні показники: Оцінка зменшення або зникнення патологічних проявів, таких як пігментні плями, зморшки або інші дефекти шкіри, після лазерної процедури.

### **2. Аналіз безпеки і побічних ефектів**

Аналізуючи реакції шкіри, дослідники оцінюють можливість виникнення запалення, роздратування, почервоніння, свербіжу або печіння після проведення процедури. Важливо визначити частоту та серйозність таких реакцій.

Досліджується можливість виникнення пігментаційних змін, таких як гіперпігментація або гіпопігментація.

Оцінка потенційної травми шкіри включає аналіз можливості виникнення опіків, булл, рубців або інших ушкоджень.

Аналізуються вікові обмеження та індивідуальні особливості, щоб з'ясувати, як реагує шкіра пацієнтів різного віку, з різним типом і станом шкіри, а також наявністю медичних протипоказань.

Досліджується тривалість та характер процесу відновлення шкіри, з урахуванням можливості набряків, змін шкіри та інших побічних наслідків.

### 3. Порівняння енергетичних характеристик

**Потужність (або енергія):** Це кількість енергії, яка передається на оброблювану область шкіри. Висока потужність може забезпечити ефективне видалення тканини, але може збільшити ризик побічних ефектів.

**Частота (або частота повторення):** Кількість лазерних імпульсів, які висилаються за певний час. Це впливає на швидкість та ефективність процедури.

**Довжина хвилі:** Вона визначає, як глибоко лазерний промінь проникає в шкіру та взаємодіє з тканинами.

**Розмір плями:** Діаметр плями лазера на поверхні шкіри. Великий розмір плями може забезпечити швидше покриття області, але меншу точність.

**Час інтервалу між засіб та енергії :** Тривалість кожного лазерного імпульсу, що впливає на ефективність видалення тканини та побічні ефекти.

**Тип лазера:** Різні типи лазерів мають власні характеристики, які впливають на їхню ефективність та безпеку при лазерній шліфовці.

### 4. Оцінка відновлення шкіри і періоду реабілітації

Тривалість відновлення шкіри: Це період, необхідний для повного відновлення шкіри після процедури. Тривалість може коливатися від декількох днів до кількох тижнів залежно від інтенсивності та типу лазерної шліфовки.

Набряки та червоні плями: Оцінка виникнення набряків та червоних плям після процедури та тривалості цього ефекту.

Загоєння рани : Це відноситься до швидкості затягнення рани, утвореної в результаті лазерної обробки, та процесу її загоєння.

Зміни в шкірі та пігментація: Можливість виникнення плям, змін кольору або інших неочікуваних реакцій на шкірі.

Дискомфорт або біль: Оцінка рівня болю або дискомфорту, який відчуває пацієнт під час процесу відновлення.

Післяопераційний догляд: Вказівки щодо необхідного догляду за шкірою після процедури, у тому числі застосування спеціальних кремів або медикаментів [27].



## **Висновки до розділу II**

В данному розділі було обґрунтовано вивчення лазерної системи на основі літературних даних, підкреслюючи значущість цієї процедури в досягненні бажаних естетичних та медичних результатів. Дослідження показали, що лазерна шліфовка виявляє високу ефективність в косметології, дерматології та сучасній медицині. Результати досліджень також підтвердили безпеку та надійність лазерної шліфовки при відповідному підборі параметрів та виконанні процедури кваліфікованим фахівцем. Важливою перевагою цього методу є можливість індивідуальної настройки параметрів обробки для досягнення оптимальних результатів у кожного пацієнта.

## РОЗДІЛ III

### ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛАЗЕРНИХ СИСТЕМ

#### 3.1 Мультимодульна лазерна платформа Lumenis M22 2022

*Lumenis M22* — це універсальна платформа, яка включає в себе різні технології для ряду дерматологічних та естетичних процедур, не обмежуючись лише лазерними процедурами. Він відомий своєю модульною конструкцією, яка дозволяє інтегрувати різні технології для вирішення широкого кола проблем шкіри. Хоча лазери дійсно є важливим компонентом платформи Lumenis M22, вона також охоплює інші модальності, такі як інтенсивне імпульсне світло (IPL) і радіочастотна (RF) технологія. Ця різноманітність дозволяє майстрам пристосовувати лікування відповідно до конкретних потреб своїх пацієнтів, орієнтуючись на такі проблеми, як видалення волосся, омолодження шкіри, судинні ураження, пігментні ураження, акне тощо [28].

Лазерний компонент платформи Lumenis M22 зазвичай включає різні довжини хвиль лазера для націлювання на різні хромофори в шкірі, що дозволяє проводити точне та ефективне лікування конкретних захворювань. Загалом Lumenis M22 цінується за його гнучкість та ефективність у вирішенні широкого спектру дерматологічних та естетичних проблем завдяки поєднанню лазерних та інших технологій [28].

*Модуль ResurFX* є компонентом платформи Lumenis M22, що спеціалізується на шліфовці шкіри та лікуванні шрамів і зморшок. ResurFX - це лазер з хвилею довжиною 1565 нм, який використовує технологію сканування з можливістю вибору більш ніж 600 варіантів. Ця технологія дозволяє налаштувати форму, розмір та щільність плями для максимально ефективного лікування. Він використовує неабляційну фракційну лазерну технологію для покращення текстури та зовнішнього вигляду шкіри, не завдаючи значної шкоди зовнішнім шарам шкіри. Апарат M22 поєднує в собі функціонал чотирьох модулів і здатний вирішити різні серйозні проблеми за

кілька сеансів. Він забезпечує лікування акне, видалення пігментних плям, усунення судинних зірочок та корекцію навіть глибоких зморшок за допомогою фотоомолодження [29].

*Ключові функції та можливості модуля ResurFX:*

- Неабляційний фракційний лазер: на відміну від традиційних абляційних лазерів, які видаляють верхній шар шкіри, ResurFX подає лазерну енергію за фракційною схемою, створюючи невеликі контрольовані зони термічного ушкодження шкіри, залишаючи навколишні тканини недоторканими.
- Стимуляція колагену: викликаючи контрольоване пошкодження шкіри, ResurFX сприяє природній реакції організму на загоєння, яка включає виробництво нових колагенових і еластинових волокон. Це з часом робить шкіру більш пружною, гладкою та молодогою.
- Параметри лікування: ResurFX пропонує гнучкість у налаштуваннях лікування, дозволяючи майстрам регулювати такі параметри, як рівень енергії, щільність і тривалість імпульсу, щоб адаптувати лікування до конкретних потреб кожного пацієнта та типу шкіри.
- Мінімальний час простою: Оскільки ResurFX є неабляційним лазером, він зазвичай вимагає мінімального простою порівняно з абляційними лазерними процедурами. Після лікування пацієнти можуть відчувати тимчасове почервоніння та легкий набряк, але ці побічні ефекти зазвичай зникають протягом кількох днів.
- Довгострокові результати: за допомогою серії процедур з інтервалом у кілька тижнів пацієнти можуть досягти поступового покращення зовнішнього вигляду своєї шкіри. Результати продовжують покращуватися з часом, оскільки відбувається ремоделювання колагену, і багато пацієнтів відчують довгострокові переваги [29].

*Протипоказання до процедури :*

- наявність ран, запалень, порізів у місці проведення процедури

- хронічні захворювання у стадії загострення
- вік до 18 років
- алергічний дерматит, фотодерматоз, псоріаз
- психічні розлади, епілепсія
- онкологічні захворювання, доброякісні пухлини
- період вагітності та лактації
- схильність до утворення келоїдних рубців
- аутоімунні захворювання

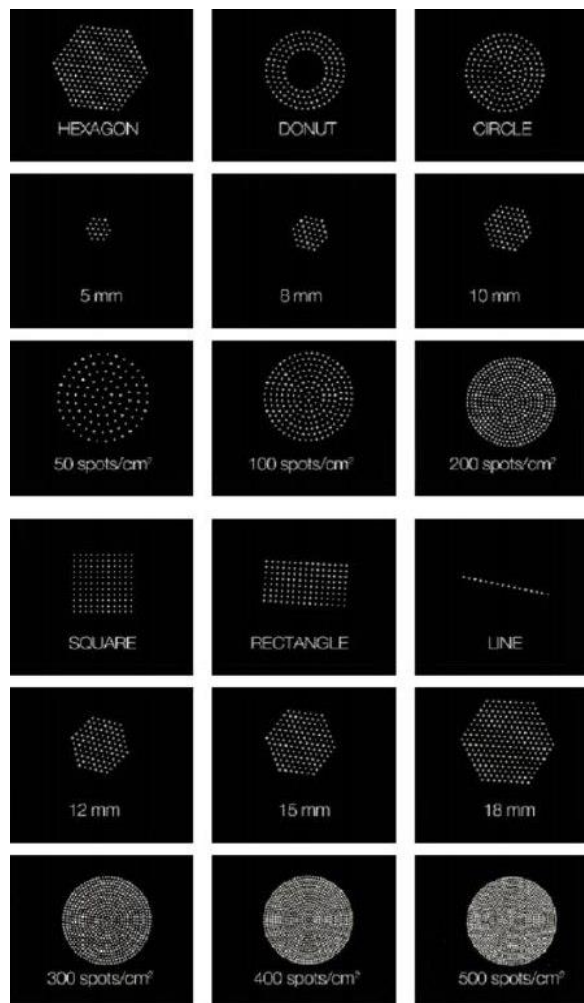


Рис. 3.1 Графік змінної обробки. регульовані форм, розмір і відстань

### 3.2 Adonyss CarbonFrax CO<sub>2</sub>

Лазерний пристрій, який використовується для процедур фракційного лазерного омолодження шкіри з використанням діоксиду вуглецю (CO<sub>2</sub>). Ця

технологія поєднує два важливих аспекти: дія CO<sub>2</sub>-лазера і метод фракційного омолодження.

CarbonFrax® CO<sub>2</sub> обладнаний семи різноманітними вбудованими режимами фокусування лазера з регульованим розміром і формою, що дозволяє налаштувати параметри процедури індивідуально під потреби клієнта. Система CO<sub>2</sub> CarbonFrax® пропонує три різновиди методів сканування для зменшення ризику гіперпігментації шкіри [30].

Процедура CarbonFrax CO<sub>2</sub> ґрунтується на використанні лазерного випромінювання CO<sub>2</sub> для створення мікроскопічних лазерних отворів у шкірі. Ці отвори, або "фракції", надають стимулюючий вплив на природні процеси регенерації шкіри, такі як утворення нового колагену та еластину. Лазер CarbonFrax CO<sub>2</sub> є передовим лазерним пристроєм, який забезпечує безпечні та ефективні процедури в галузі дерматології, косметології та гінекології [30].

CarbonFrax CO<sub>2</sub> працює шляхом створення контрольованих мікроотворів у шкірі, що сприяє її регенерації та омолодженню. Цей метод дозволяє досягти підтяжки шкіри, поліпшення кровообігу, стимуляції утворення нових клітин та відновлення шкіри та слизових оболонок. Ключова особливість лазера полягає в його здатності лікувати вибрані ділянки шкіри, минаючи навколишні тканини. CarbonFrax CO<sub>2</sub> є інноваційним рішенням для вирішення різних естетичних і медичних проблем шкіри, забезпечуючи помітні результати з мінімальним часом відновлення. Лазер впливає на поверхню шкіри, випромінюючи гратчасті мікропромені, а водовмістка тканина, поглинає цю енергію, в результаті чого утворюються численні зони мікрообробки. При цьому методи нормальні тканини не піддаються впливу світла та тепла. Клітини епідермісу швидко відновлюються за рахунок міграції клітин, а тканини шкіри швидко гояться. Імпортний лазер на діоксиді вуглецю (CO<sub>2</sub>) має глибокі та активні режими. У глибокому режимі використовується обробка «низька щільність енергії, мала зона охоплення, невеликі плями» на лікуванні локальних уражень шкіри високої енергією. Глибина може досягати

шару дерми, щоб стимулювати проліферацію колагену, але рівень його охоплення низька, а поліпшення поверхневого шару епідермісу залишає бажати кращого. Активний режим використовує обробку «висока щільність енергії, велике покриття, великі плями» для поверхневого шліфування епідермісу, щоб сприяти оновленню епідермісу, а також стимулює фактори росту, які виділяються кератиноцитами для відновлення термічних пошкоджень після лазерної обробки. Ультраімпульсний фракційний лазер CO<sub>2</sub> може покращити мімічні зморшки, еластичність шкіри, фотостаріння обличчя, шиї та кінцівок, звужити пори та текстуру шкіри, а також видалити пігментні захворювання, включаючи ластовиння, сонячні плями, пігментні плями [30].

Таблиця 3.1

Adonyss CarbonFrax CO<sub>2</sub>

Тип лазера	Лазер на вуглекислomu газі 10600nm
Робочий режим	Дробний,звичайний,чистий(необов'язково)
Вхідна потужність	1000 Вт
Потужність лазера	1 ~ 40 Вт (крок 0,1мс)
Ширина імпульсу	0,1 ~ 10 мс (крок 0,1)
Час повтору	0,1 ~ 20 разів(1 крок)
Відстань плями	0,1 мм( ступінь покриття 100%) ~ 2,6 мм (ступінь покриття 1%) (крок 0,1 мм)

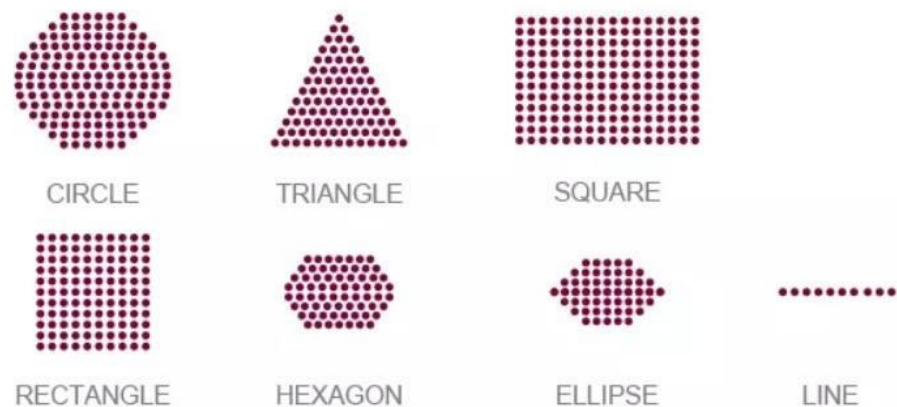


Рис. 3.2 Графік змінної обробки. регульовані форм, розмір і відстань

### 3.3 Фракційний лазер MED-X Laser CO<sub>2</sub> з RF-модулем

Фракційний лазер MED-X Laser CO<sub>2</sub> з RF-модулем - це сучасний прилад, що поєднує в собі дію двох потужних технологій: CO<sub>2</sub>-лазеру і радіочастотної (RF) енергії. Ось розбивка принципу роботи кожного компонента:

Фракційний CO<sub>2</sub>-лазер випромінює імпульси лазерної енергії в середньому інфрачервоному спектрі (близько 10 600 нм). Лазерна енергія поглинається водою в тканинах шкіри, викликаючи контрольоване термічне пошкодження цільових ділянок. Ця контрольована травма запускає природну реакцію організму на загоєння ран, стимулюючи вироблення колагену та сприяючи омолодженню шкіри. «Дробовий» аспект означає, що лазерний промінь поділяється на тисячі крихітних, близько розташованих мікротермальних зон, залишаючи навколишні тканини недоторканими. Фракційна технологія забезпечує швидше загоєння та знижує ризик побічних ефектів порівняно з традиційними CO<sub>2</sub>-лазерами, які обробляють всю поверхню шкіри [30].

Принцип роботи радіочастотного (RF) модуля в естетичних пристроях, таких як ті, що використовуються в процедурах омолодження шкіри, передбачає контрольовану доставку радіочастотної енергії в глибокі шари шкіри.

*Радіочастотна енергія* — це форма електромагнітної енергії, яка коливається на високих частотах, як правило, у діапазоні від 0,3 МГц до 40 МГц для медичних і естетичних застосувань. Радіочастотна енергія генерується пристроєм і доставляється через наконечник або аплікатор до цільових ділянок шкіри [19].

На відміну від лазерів або світлових процедур, які в першу чергу спрямовані на поверхню шкіри, радіочастотна енергія може проникати глибше в шкіру, досягаючи дерми. Глибина проникнення залежить від таких факторів, як частота радіочастотної енергії та конфігурація лікувального аплікатора. Коли радіочастотна енергія досягає цільової тканини, вона взаємодіє з молекулами води в шкірі. Коливальна радіочастотна енергія спричиняє нагрівання тканини тертям, що призводить до контрольованого термічного ураження. Цей нагрівальний ефект стимулює природну реакцію шкіри на загоєння ран, запускаючи вироблення колагену та ремоделювання.

Теплове ураження, викликане радіочастотною енергією, сприяє виробленню нових колагенових волокон у зоні лікування. Стимулюючи вироблення колагену, радіочастотні процедури можуть допомогти покращити пружність шкіри, розгладити зморшки та тонкі лінії та зменшити в'ялість.

Сучасні РЧ-пристрої включають різні функції безпеки та механізми керування для забезпечення точної та контрольованої доставки енергії. Системи моніторингу температури, механізми зворотного зв'язку та регульовані параметри дозволяють лікарям налаштовувати лікування відповідно до індивідуальних потреб пацієнта та стану шкіри. Контрольоване нагрівання тканини мінімізує ризик побічних ефектів і забезпечує комфортне та ефективне лікування.

Радіочастотна технологія використовується в різноманітних естетичних процедурах, включаючи підтяжку шкіри, зменшення зморшок, зменшення целюліту та корекцію тіла [19].



Їх вихід на ринок супроводжується відповідним комерційним успіхом у багатьох країнах. Апарат широкого спектра дії, включає фракційне відновлення, та відноситься до абляційних. Матричний промінь, створений фракційним лазером, нанесеним на шкіру, після чого утворює множину тривимірну циліндричну структуру невеликої зони термічного пошкодження. На відміну від пластинчастого термічного пошкодження, спричиненого традиційним лазерним пілінгом. Їх перевагою є більш висока глибина проникнення, а також спрямованість на скорочення колагену та підтяжку шкіри, за рахунок RF модуля. Ще однією перевагою є їх відносно низька робоча температура, оскільки нагріваються лише глибші тканини.

*Основні характеристики та переваги даного приладу включають:*

- лазери можна точно контролювати для націлювання на певні ділянки шкіри, що робить їх ефективними для лікування невеликих або делікатних ділянок. Як правило, безпечні для всіх типів шкіри, у тому числі для темних тонів шкіри, оскільки вони не впливають на меланін у шкірі. Це робить їх придатними для більш широкого кола пацієнтів.
- оскільки радіочастотні лазери не націлені на меланін, існує знижений ризик постзапальної гіперпігментації, що робить їх придатними для лікування пігментованих захворювань шкіри, таких як мелазма.
- можуть вирішувати широкий спектр проблем зі шкірою, включаючи зморшки, тонкі лінії, шрами (включаючи шрами від прищів), порушення пігментації та нерівну текстуру шкіри.
- стимулюють вироблення колагену, що з часом призводить до підтягнення та омолодження шкіри.
- лазери пропонують різні налаштування та варіанти лікування, що дозволяє майстрам налаштовувати лікування на основі індивідуальних потреб пацієнта та бажаних результатів.

- фракційні лазери можуть проникати глибше в шкіру порівняно з іншими типами лазерів, що робить їх ефективними для лікування більш глибоких зморшок і шрамів.
- стимулюють вироблення колагену в глибоких шарах шкіри, що призводить до покращення пружності та еластичності шкіри. Це робить їх особливо ефективними для підтяжки шкіри обличчя, шиї та тіла.

Загалом, незважаючи на те, що автономне лікування CO<sub>2</sub>-лазером залишається ефективним для вирішення різних проблем зі шкірою, додавання радіочастотної технології може запропонувати синергетичні переваги, зокрема з точки зору посиленого підтягування шкіри, скорочення часу простою та індивідуальних процедур. Однак вибір між окремим CO<sub>2</sub>-лазером і комбінацією CO<sub>2</sub> з радіочастотним лікуванням слід робити на основі індивідуальних потреб пацієнта, стану шкіри та бажаних результатів, і важливо проконсультуватися з кваліфікованим практиком, щоб визначити найбільш підходящий підхід [19] [30].

**Фракційний лазер MED-X Laser CO2 з RF-модулем**

<b>Тип</b>	<b>ПІНКСЕЛЬ-V</b>
Ручка	Фракційна RF- ручка, RF- ручка, Micro Needle
Робочий режим	Одиночний/Авто
Енергія	1-10 рівень
Частота	2 МГц
Охолодження	Рівень 1-3(макс -10')
Потужність лазера	Макс 50 Вт
Глибина голки	0,4-4мм регульований
Режим	МОНО І БІПОЛЬ

### **Висновки до розділу III**

Спираючись на характеристику вище наведених лазерних систем. Можна зробити висновок що Adonyss CarbonFrah CO2 (фракційний лазер) є найбільш ефективною та частіше використовуваною методикою для косметологів та дерматологів. Володіє перевагами, що робить його популярним і ефективним інструментом у різних галузях, включаючи медицину, науку та промисловість. Цей метод лікування може забезпечити покращений профіль побічних ефектів у порівнянні з нефракційним лікуванням. Дозволяє забезпечити високу точність виконання процедур та мінімізує ризик пошкодження навколишніх тканин. Забезпечує високу ефективність та швидкість виконання процедур, що дозволяє скоротити час відновлення та зменшити витрати часу як для медичного персоналу, так і для пацієнта.

## **ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ**

Проведено аналіз вітчизняних та іноземних джерел інформації щодо відмінностей та особливостей лазерної шліфовки в порівнянні з іншими методами.

Досліджено принцип дії та побічні ефекти лазерної шліфовки.

Проведено маркетингові дослідження ринку лазерних систем та проаналізовано їх технічну характеристику заявлену виробником.

Лазерна шліфовка шкіри знаходить застосування у різних медичних галузях, включаючи дерматологію, пластичну хірургію, косметологію та інші галузі, що розширює область її застосування і перспективи подальшого вдосконалення.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Терещенко В. В., Коляденко К. В. Відношення дітей-підлітків до проблемної шкіри обличчя. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2016. № 2(2). С. 199-202. URL: <https://jmbs.com.ua/pdf/1/2/jmbs0-2016-1-2-199.pdf> (дата звернення: 02.05.2024).
2. Айзятұлов Р. Ф. Побудова шкіри. Гістологія, патогістологія шкіри. Морфологічні елементи висипу. Принципи лікування : метод. вказівки до практ. занять студентів мед. ф-ту. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/jdkit\\_2016\\_1-2\\_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/jdkit_2016_1-2_13) (дата звернення: 02.05.2024).
3. Основи анатомії та фізіології людини : навч. посіб. для практ. робіт з кредитного модуля дисципліни «Анатомія та фізіологія людини-2. Основи анатомії та фізіології людини» для здобувачів ступеня бакалавра спеціальності 163 «Біомедична інженерія». Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2021. 63 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/8bb7506c-db05-4239-bebe-99ac25b3f62d/content> (дата звернення: 02.05.2024).
4. Гоукроджер Д. Дж., Ардерн-Джонс М. Р. Дерматологія: текст і кольорові ілюстрації. 7-е вид. Київ : Медицина, 2003. 184 с. URL: <https://profbook.com.ua/dermatologija-tekst-i-kolorovi-iljustraciyi-7.html> (дата звернення: 02.05.2024).
5. Морфологія та фізіологія. URL: <https://sutura.org.ua/morfolohiia-ta-fiziolohiia/> (дата звернення: 02.05.2024).
6. Наукова бібліотека НФаУ. Електронний архів НФаУ (eaNUPh). URL: <https://dspace.nuph.edu.ua/bitstream/123456789/29767/1/Крючкова%20Яна.pdf> (дата звернення: 02.05.2024).
7. Identifying gaps and providing recommendations to address shortcomings in the investigation of acne sequelae by the Personalising Acne: Consensus of Experts panel / A. Layton et al. *JAAD Int*. 2021. Vol. 17, № 5. P. 41-48. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34816133/> (Date of access: 02.05.2024).
8. Characterization of a Propionibacterium acnes Surface Protein as a

Fibrinogen-Binding Protein / P. A. Grange et al. *Sci Rep.* 2017. Vol. 7(1). P. 6428.  
URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28743910/> (Date of access: 02.05.2024).

9. Кандзюба Є. Р. Розуміння потреб шкіри – Чинники, які впливають на шкіру. URL: <https://www.ua.eucerin.ua/about-skin/basic-skin-knowledge/factors-that-influence-skin> (дата звернення: 02.05.2024).

10. Вплив внутрішніх та зовнішніх факторів на шкіру молодого покоління. URL: <https://cdn.hneu.edu.ua/rozvitok19/thesis08-19.html> (дата звернення: 02.05.2024).

11. Acne and Genetics: Do Acne Breakouts Run in Families? URL: <https://www.skin.software/journal/is-acne-genetic> (Date of access: 02.05.2024).

12. Association of cytochrome P-45017 (T-34C) polymorphism and the risk of acne vulgaris: a meta-analysis. *Dermatology Review.* 2020. Vol. 106(6). P. 1-12. URL: [https://www.researchgate.net/publication/338655346\\_Association\\_of\\_cytochrome\\_P45017\\_T34C\\_polymorphism\\_and\\_the\\_risk\\_of\\_acne\\_vulgaris\\_a\\_meta-analysis](https://www.researchgate.net/publication/338655346_Association_of_cytochrome_P45017_T34C_polymorphism_and_the_risk_of_acne_vulgaris_a_meta-analysis). (Date of access: 02.05.2024).

13. Laser Skin Resurfacing. American Society of Plastic Surgeons. URL: <https://www.plasticsurgery.org/cosmetic-procedures/laser-skin-resurfacing> (Date of access: 02.05.2024).

14. Frankeny A. Revitalize and refresh: Skin resurfacing techniques as a tool for facial rejuvenation. American Society of Plastic Surgeons. URL: <https://www.plasticsurgery.org/news/articles/revitalize-and-refresh-skin-resurfacing-techniques-as-a-tool-for-facial-rejuvenation> (Date of access: 02.05.2024).

15. The Anti-Acne Effect of Near-Infrared Low-Level Laser Therapy. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8403573/> (Date of access: 02.05.2024).

16. Watson S. Mesotherapy: Procedure, Side Effects, and More. Healthline. URL: <https://www.healthline.com/health/mesotherapy> (Date of access: 02.05.2024).

17. [Nguyen](#) T. T. Plastic Surgery and Cosmetic Procedures: Facial Injection Procedures. *FP Essent.* 2020. Vol. 497. P. 11-17. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33021773/>(Date of access: 02.05.2024).
18. Assessment of Laser Effects on Skin Rejuvenation / [Hazhir Heidari Beigvand](#) et al. *Lasers Med Sci.* 2020. Vol. 11(2). P. 212-219. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32273965/>(Date of access: 02.05.2024).
19. [Snast](#) I., [Lapidoth](#) M., [Levi](#) A. Clinical and histological evaluation of a dual sequential application of fractional 10,600 nm and 1570 nm lasers, compared to single applications in a porcine model. *Lasers Med Sci.* 2022. Vol. 37(3). P. 1983–1992. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8971156/>(Date of access: 02.05.2024).
20. Ablative Non-Fractional Laser Skin Resurfacing. URL: <https://aedit.com/procedure/ablative-nonfractional-lasers>(Date of access: 02.05.2024).
21. Santhakumar S. What is CO2 laser?. Medical and health information. URL: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/what-is-co2-laser>(Date of access: 02.05.2024).
22. Alster T. S., Doshi S. Laser Skin Resurfacing. SpringerLink. URL: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-27333-6\\_7](https://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-27333-6_7)(Date of access: 02.05.2024).
23. [Sağlam](#) M., [Köseoğlu](#) S., [Taşdemir](#) I., [Erbak Yılmaz](#) H., Combined application of Er:YAG and Nd:YAG lasers in treatment of chronic periodontitis. A split-mouth, single-blind, randomized controlled trial. *J Periodontal Res.* 2017. Vol. 52(5). P. 853-862. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28332191/>(Date of access: 02.05.2024).
24. [Tokuya Omi](#), [Kayoko Numano](#). The Role of the CO2 Laser and Fractional CO2 Laser in Dermatology. *Laser Ther.* 2014. Vol. 27, № 23(1). P. 49-60. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24771971/>(Date of access: 02.05.2024).
25. Cleveland Clinic medical professional. Laser Skin Resurfacing: Lasers



Types, Skin Conditions, What to Expect. Cleveland Clinic. URL: <https://my.clevelandclinic.org/health/treatments/11015-laser-skin-resurfacing>(Date of access: 02.05.2024).

26. Laser: what is it, symptoms and treatment. URL: <https://www.topdoctors.co.uk/medical-dictionary/laser-treatment>(Date of access: 02.05.2024).

27. [Beina Azadgoli](#). Laser applications in surgery. *Ann Transl Med.* 2016. Vol. 4(23). P. 452. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28090508/>(Date of access: 02.05.2024).

28. Фракційне неабляційне лазерне шліфування шкіри (єрбієвий лазер) ResurFX Lumenis (Ізраїль). GOODMEDIKA. URL: <https://goodmedika.com.ua/ua/oborudovanie-dlya-estetisheskoj-meditsiny/lazery/frakcionnaya-neablyacionnaya-lazernaya-shlifovka-kozhi-ehrbievyj-lazer-resurfx-lumenis> (дата звернення: 02.05.2024).

29. CO2 laser Adonyss CarbonFrax CO2 Fractional Laser for Sale, Reviews | A-Esthetic. [a-esthetic.co.uk](http://a-esthetic.co.uk). URL: <https://a-esthetic.co.uk/products/adonyss-carbonfrax-co2> (дата звернення: 02.05.2024).

30. The ResurFX™ module of M22™ is the only true fractional non-ablative technology. One pass is all it takes. URL: <https://lumenis.com/aesthetics/products/m22/resurfx/>(Date of access: 02.05.2024).

# ДОДАТКИ



МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СТВОРЕННЯ  
НОВИХ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ**

МАТЕРІАЛИ  
XXX МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ ТА СТУДЕНТІВ

17-19 квітня 2024 року  
м. Харків

Харків  
НФаУ  
2024

**ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНОГО МЕТОДА ПОЗБАВЛЕННЯ ВІД ПОСТАКНЕ**

Соколенко А.С., Марченко М.В.

Науковий керівник: ас. Марченко Я.С.

Національний фармацевтичний університет, Харків, Україна  
yasiamarchenko@gmail.com

**Вступ.** У даний час однією з найбільш актуальних проблем у сфері шкіри серед підлітків вважається поява акне. Це пов'язано з хронічним запаленням сальних залоз волосяних фолікулів і може бути викликано інфекцією *Propionibacterium acnes*, сальними

залозами волосяних фолікулів, гіперкератозом, збільшенням секреції сальних залоз або секрецією андрогенів. В основному це відбувається на обличчі, шиї, передній частині грудей та спині. Причини появи висипів на шкірі можуть бути різноманітними, але гормональні зміни відіграють ключову роль. Багато людей можуть нехтувати зверненням до косметолога або дерматолога, навіть якщо стикаються з проблемою акне. Однак нестача професійної допомоги може призвести до серйозних наслідків, включаючи постакне. Стан шкіри, що залишається після зникнення акне та характеризується появою рубців, пігментації чи нерівностей на шкірі. Частота появи шрамів від прищів у підлітків досягла 20%. Саме тому для даного дослідження, ми обрали лазерне шліфування обличчя як метод боротьби з постакне. Цей процедурний метод заснований на використанні лазерних променів для видалення верхніх шарів шкіри, що сприяє покращенню текстури шкіри та зменшенню видимості рубців та плям, що залишилися після акне.

**Мета дослідження** даної роботи є ретельне вивчення лазерної шліфовки обличчя з метою систематизації науково-практичних даних, а також надання рекомендацій для практичного застосування у косметологічній практиці.

**Матеріали та методи.** У дослідженні використані передові методи аналізу лазерних систем. Механізми дії лазерної шліфовки на структури шкіри. Клінічні ефекти та результати лазерної шліфовки в залежності від використаної технології та параметрів обробки. Показники ефективності та безпеки лазерної шліфовки для різних типів шкіри та проблем, що вирішуються. Перспективи використання лазерної шліфовки для вирішення різних дерматологічних проблем та косметичних вдосконалень. Як інформаційні джерела, були використані, комбінація експериментальних та аналітичних методів дослідження, наукові публікації фахівців, наукові статті.

**Результати дослідження.** Опрацьовано наукові та інтернет джерела щодо виявлення особливостей шкіри у підлітковому віці та досліджено вплив ендогенних та екзогенних факторів на стан шкіри. Проведено аналіз щодо відмінностей та особливостей лазерної шліфовки в порівнянні з іншими методами. У порівнянні з традиційними методами шліфування, лазерна технологія зменшує інвазивність процедури, оскільки вона здатна проникати в глибші шари шкіри, не зачіпаючи поверхневі тканини. Досліджено технічну характеристику, сучасних лазерних апаратів. Лазерні системи дозволяють налаштувати параметри обробки з урахуванням індивідуальних особливостей пацієнта, що сприяє досягненню оптимальних результатів у кожному конкретному випадку. Лазерна шліфовка шкіри демонструє високу ефективність у видаленні шарів шкіри і підготовці її до подальшого застосування. Точність регулювання параметрів лазера дозволяє досягати бажаного результату без пошкодження навколишніх тканин. Проведено маркетингові дослідження ринку лазерних систем та проаналізовано їх технічну характеристику заявлену виробником.

**Висновки.** В результаті проведених досліджень встановлено, що лазерна шліфовка шкіри знаходить застосування у різних медичних галузях, включаючи дерматологію, пластичну хірургію, косметологію та інші галузі, що розширює область її застосування і перспективи подальшого вдосконалення.