**Лазери в косметології**

Лазер – це абревіатура англійського визначення "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation" – посилення світла за допомогою стимульованого випромінювання.

Лазерне випромінювання – це світловий потік у дуже вузькому спектральному діапазоні.

Лазерне випромінювання має унікальні особливості:

* когерентність – піки та спади хвиль розташовуються паралельно і збігаються по фазі в часі та просторі
* монохромність – світлові хвилі мають однакову довжину
* спрямованість – хвилі в промені світла зберігають паралельність, не розходяться, і промінь переносить енергію майже без втрат.

Лазер як апарат – це пристрій, що генерує лазерний промінь. Основою роботи лазера є його активне середовище. Матеріалом для активного середовища можуть бути:

* тверді тіла (кристали, метали, напівпровідники)
* рідини (розчини барвників)
* гази (СО2, галогени, інертні гази чи газові суміші).

Від складу активного середовища залежать параметри лазерного променю, яке генерується даним лазером, і в першу чергу довжина хвилі. Активацію середовища досягають за допомогою електромагнітних хвиль або потужного світлового потоку, внаслідок чого відбувається збудження більшості молекул та атомів.

***Механізм дії.*** В основі взаємодії лазерного світла з тканинами лежать фізичні властивості лазерного випромінювання та здатність тканин поглинати це випромінювання.

Основними фізичними параметрами лазера, що визначають його вплив на шкіру, є довжина хвилі та щільність потоку енергії. Лазери, що використовуються в медицині, генерують випромінювання в УФ (λ < 380 нм), видимій (λ 380-760 нм), інфрачервоній (λ > 760 нм) областях спектру електромагнітних хвиль.

Залежно від вихідної потужності лазери поділяються на:

Низькоенергетичні (щільність потужності випромінювання менше 0.4 Вт/см2).

Середньоенергетичні (щільність потужності випромінювання 0.4-10 Вт/см2).

Високоенергетичні (щільність потужності випромінювання понад 10 Вт/см2).

 Ці положення лягли в основу теорії селективного фототермолізу, основні постулати якої були сформульовані Роксом Андерсоном (США, Гарвардська медична школа). Згідно з нею, світлові хвилі з певною довжиною хвилі при впливі на шкіру вибірково поглинаються клітинами-мішенями, залишаючи інтактними інші тканинні структури. Поглинена хромофором енергія світла перетворюється на тепло, особливості термічного впливу залежатимуть від показників світлового випромінювання.

Структури-мішені в шкірі, які поглинають енергію лазерного випромінювання та забезпечують ефект процедури називають ***хромофорами***. Найважливішими ендогенними хромофорами є меланін, гемоглобін, вода та колаген. До екзогенних хромофорів належать чорнило для татуювань, а також частинки бруду.

Спектр поглинання меланіну лежить у видимому світлі. Максимуми поглинання гемоглобіну лежать у ділянці УФА (320-400 нм), синіх (400 нм), зелених (541 нм) та жовтих (577 нм) хвиль. До спектру поглинання колагену відноситься область видимого світла та ближньої інфрачервоної частини спектра. Взаємодія з водою відбувається у середній та далекій інфрачервоній областях спектру.

Дія лазера на шкіру залежить не тільки від довжини хвили, але і від глибини оптичного проникнення в шкіру різними лазерами. Слід зазначити, що оптичні властивості епідермісу і дерми різні. У пігментованому епідермісі поглинання меланіну зазвичай є домінуючим процесом у більшій частині оптичного спектра (200–1000 нм). У дермі відбувається сильне, залежне від довжини хвилі розсіювання колагеновими волокнами, що послаблює проникнення світла. Це розсіювання змінюється обернено довжині хвилі. Загалом, між 280 і 1300 нм глибина проникнення збільшується з довжиною хвилі. Вище 1300 нм проникаюча здатність зменшується через поглинання світла водою.

Взаємодія лазера зі шкірою.

Ефекти лазерного поглинання

1. Фототермічний – «руйнування світлом») – руйнування тканини-мішені за допомогою високих температур в результаті поглинання та трансформації світлової енергії в теплову.

2. Фотомеханічний – потужна акустична хвиля та суто механічне руйнування тканин.

3. Фотохімічний – стимуляція або пригнічення біохімічних процесів, зміна функціонального стану клітин (включаючи їх мембрани та органели), тканин та систем цілісного організму.

Суть процедури полягає в тому, використовуючи різну довжину лазера, вплинути на той чи інший хромофор, зруйнувати його та завдяки цьому покращити стан шкіри:

• нагрівання білка призведе до ефекту ліфтингу

• випаровування води відшліфує шкіру

• руйнування меланіну позбавить пігментації

• руйнування волосяних цибулин проводять для епіляції

***Види лазерів.***

***Газові лазери***.

*CO2-лазери* або лазери на вуглекислому газі – один із перших винайдених газових лазерів. Довжина хвилі становить від 94 до 106 мкм в інфрачервоному діапазоні. Це тип лазера, що використовується для шліфування шкіри.

*Вуглекислотні лазери* – це пристрої, які працюють на комбінації наступних газів: вуглекислого газу, гелію, азоту, водню та ксенону. Газові лазери поділяються на два типи за режимом випромінювання:

Безперервний – це тип лазера, у якому випромінювання йде цілим пучком, що дозволяє обробляти великі площі. Глибина проникнення лазера непередбачувана і можуть бути зруйновані суміжні тканини.

Фракційний – це тип лазера, де промінь поділений на мікропромені із строго дозованою енергією, що дозволяє не впливати на суміжні тканини. Фракційний фототермоліз.

***Твердотільні лазери.***

*Діодний лазер* – активним середовищем є напівпровідниковий кристал, довжина хвилі лазерного променю становить 810 нм і 940 нм. Цей лазер найчастіше застосовується для лазерної епіляції та лікування варикозного розширення вен.

*Неодимовий лазер* з довжиною хвилі зазвичай 1064 нм, в активне середовище входять іони неодиму (Nd). Nd лазер застосовується для видалення татуювань, пігментних плям, волосся, фотоомолодження.

*Ербієвий лазер.* У його складі як активне середовище використовується оксид ербію. Ербієвий лазер найбільш ефективний для корекції змін вікової шкіри, усунення дрібних доброякісних новоутворень та пігментних плям, а також для усунення рубців та постакне. Як і CO2-лазер, ербієвий лазер знищує клітинну структуру епідермісу, що надалі сприяє регенерації. Лазерне шліфування.

*Рубіновий лазер* – це твердотільний прилад, як активне середовище якого виступає кристал рубіна. Рубіновий лазер має промінь із довжиною хвилі 694 нм. Промінь рубінового лазера має дуже сильне поглинання меланіну і пігменту чорних і синіх чорнил. Ці властивості підходять для виведення татуювань, лазерного видалення волосся та позбавлення від пігментних плям.

*Александритовий лазер* – це твердотільний прилад, як активне середовище якого виступає кристал олександриту. Александритовий лазер впливає так само, як і рубіновий, але генерує промінь з великою довжиною хвилі в діапазоні 700-820 нм. Дана довжина хвилі забезпечує ефективне усунення судинних утворень (в основному синього кольору), для лазерної епіляції та усунення пігментації.

***Рідинні лазери або лазери на барвниках*** – це лазери, в яких в якості активного середовища застосовується рідкий розчин органічного барвника, довжина хвилі від 585 до 595 нм у жовтому спектрі видимого світла. Застосування даного лазера є ефективним у лікуванні розацеа та телеангіектазій на обличчі.

*Показання до застосування лазерів в естетичній косметології:*

* Епіляція волосся
* Шліфування шкіри, лазерний пілінг різної глибини
* Лазерна ліпосакція
* Тонізуючі процедури (покращення обміну речовин, посилення мікроциркуляції) - низькоінтенсивні терапевтичні лазери
* Лазерне видалення куперозу, судинних зірочок
* Видалення татуювань та татуажу
* Видалення рубців постакне
* Видалення пігментацій (дерматологія)

***Лазерне шліфування шкіри CO2-лазером*** – найбільш старий класичний абляційний метод впливу на шкіру обличчя. Термін «абляція» перекладається як видалення чи ампутація. Щодо лазерної хірургії під абляцією розуміють ліквідацію ділянки живої тканини в зоні впливу лазерного випромінювання.

Досить жорстка процедура контрольованого опіку шкіри, яка потребує внутрішньовенної анестезії, тривалого післяопераційного догляду. Догляд за раною після лазерного шліфування схожий на лікування ІІ ступеня термічного опіку. Епітелізація ранової поверхні відбувається швидше у вологому середовищі. Корочки та утворення струпа перешкоджають міграції кератиноцитів та уповільнюють процес загоєння. Період повної епітелізації ранової поверхні становить в кращих умовах становить 7–14 діб. Багато побічних ефектів і ускладнень, деякі з них:

* Набряк. Максимально виражений на 2–3 добу, спадає до 5–7-ї доби.
* Ерітема. Спостерігається у всіх пацієнтів. Її поява пов'язана із запальною реакцією шкіри, що провокує посилення кровотоку та метаболічної активності. Еритема зазвичай є тимчасовим станом і може спостерігатися протягом 4–12 тижнів.
* Сверблячка. У період загоєння ранової поверхні свербіж – звичайне явище. Але цей симптом може сигналізувати про розвиток інфекційного ускладнення, контактного дерматиту чи початкової стадії розвитку рубців.
* Гіперпігментація. Як правило, проявляється на 14–21 добу після процедури та свідчить про появу післязапальної меланоцитарної активності шкіри.

Ускладнення: найбільш типовим ускладненням є гіпертрофічні та келоїдні рубці. Розвиток рубців пов'язані з глибиною шліфування; приєднанням інфекції; неадекватним післяопераційним доглядом.

Після шліфування видаляються дрібні та середні зморшки, плямиста пігментація, зникає груба текстура шкіри. Не рекомендується застосовувати вуглекислотне лазерне шліфування в області шиї, зони декольте та тильної поверхні кистей рук у зв'язку з тривалим періодом реепітелізації та небезпекою рубцювання. Перед процедурою рекомендується зробити блокаду мімічних м'язів в області чола, куточків очей (гусячі лапки) ботулінічним токсином для забезпечення іммобілізації зони епітелізації. Оцінка результату. Найбільш вражаючі результати відзначаються при корекції фотостаріння та вікових змін шкіри. Виразність зморшок зменшується на 60-80 %.

***Фракційний фототермоліз.*** На сьогоднішній день фракційний фототермоліз є ключовим методом апаратної косметології, коли йдеться про корекцію вікових змін і фотостаріння, вирівнювання мікрорельєфу шкіри, видалення рубців та стрій. Крім клінічно доведеної ефективності, до плюсів методу належать: можливість використовувати його при будь-якому фототипі шкіри та на будь-якій її ділянці, безпека, короткий реабілітаційний період та мінімальний ризик побічних ефектів.

З моменту винаходу фракційного фототермолізу пройшло трохи менше 20 років. За цей час з'явилося безліч різних фракційних лазерів, а сам метод зазнав значних змін. Втім, його суть залишилася незмінною – лазерне випромінювання, розбивають на окремі фракції – мікропромені.

Фракційний лазер впливає не всю оброблювану область, а формує у ній точкові зони термічного ушкодження – мікрозони, оточені інтактної тканиною. Розміри мікрозон залежать від товщини лазерного променя, енергії та довжини хвилі.

У процесі фракційного фототермолізу лазерне випромінювання поглинається водою. Тому термічне пошкодження зачіпатиме в першу чергу живі клітини епідермісу та дерми, які містять воду у великій кількості. Роговий шар, у якому води мало, буде пошкоджуватися в останню чергу.

Залежно від довжини хвилі лазерного випромінювання та ступеня пошкодження тканини виділяють 2 типи фракційного фототермолізу.

1. Неаблятивний – лазерне випромінювання з довжиною хвилі від 1400 до 2000 нм; призводить до коагуляції епідермісу та дерми за рахунок їх нагрівання до 45–90 °С. У цьому роговий шар залишається непошкодженим, тобто бар'єрні властивості шкіри збережені.

 2. Аблятивний (фракційна абляція) – лазерне випромінювання з довжиною хвилі понад 2000 нм; викликає миттєве розігрів води, що міститься в тканинах, до температури 150 ° С і вище. В результаті відбувається вапоризація епідермісу (з руйнуванням рогового шару) та дерми.

Процедура проводиться під місцевою чи загальною анестезією. Під час процедури і відразу після неї на шкірі починає накопичуватися ексудат – суміш лімфи та крові. Це пов'язано з тим, що кожен мікропромінь лазера, проникаючи на глибину дерми, ушкоджує мережу шкірних кровоносних та лімфатичних судин. Відновлення шкіри супроводжується помірним набряком і гіперемією з наступним лущенням, що з'являється на 2-4 добу. Загальний терміном реабілітації – в середньому 7–10 діб домашнього догляду залежно від особливостей шкіри. Перебудова колагену триває від 3 до 6 міс. Залежно від клінічної ситуації рекомендується від 4 до 6 процедур із інтервалом 4-6 тижнів. Як і за будь-якого методу неабляційного омолодження шкіри, остаточний результат настає через 4-8 місяців.

Пацієнт втрачає соціальну активність приблизно на 7-8 діб. Процес відновлення при фракційному фототермолізі протікає набагато швидше, ніж при традиційному лазерному шліфуванні, оскільки в прилеглих до мікротермальних лікувальних зон здорових ділянках містяться стовбурові епідермальні клітини і фібробласти.

Очікувані результати. Фракційний фототермоліз, як і інші методи з коротким періодом відновлення, не дозволяє досягти того ступеня корекції зморшок, що дають абляційні методи. Проте метод демонструє значне поліпшення корекції періорбітальних зморшок (до 60%).

***Карбоновий пілінг.***

Карбоновий пілінг – це косметологічна процедура лазерного очищення шкіри (Голлівудський пілінг).

Механізм дії карбонового пілінгу заснований на взаємодії неодимового лазера та нанесеного на шкіру наногеля на основі діоксиду карбону. Для проведення цієї процедури використовують спеціальну насадку, яка входить до комплектації неодимових лазерів. Це лінза для розсіювання лазерного пучка, яка збільшує діаметр променя та трансформує довжину хвилі до 1320 нм. Рівень енергії лазеру знижується, що дозволяє безпечно працювати зі шкірою.

*Техніка карбонового пілінгу:*

1. Наносять гель з наночастинками діоксиду вуглецю (карбону).

2. Залишають гель до висихання.

3. Лазером з насадкою 1320 нм проробляють усі ділянки шкіри поверх нанесеного карбонового гелю.

4. Під дією лазерного випромінювання відбувається розрив молекул вуглецю, частина гелю випаровується, відлущує омертвілі клітини та усуває забруднення з пір.

5. Гель поступово випаровується, залишаючи шкіру чистою, свіжою, більш пружною.

6. Лазер впливає на шари шкіри, тепловий ефект, стимулює вироблення колагену.

Карбоновий пілінг підходить для будь-якого типу шкіри, але найкраще з його допомогою працювати з жирною, схильною до запалень, шкірою.

* підвищена активність сальних залоз, комедони
* закриті форми акне, сліди постакне, нерівний рельєф шкіри
* перші ознаки старіння – неглибокі мімічні та вікові зморшки
* нерівномірний колір обличчя, посилена пігментація
* купероз

 Процедура не потребує знеболювання. Пацієнт відчуває лише приємне тепло у місці, де на шкіру впливає лазер. Після проведення процедури можуть виникати такі побічні ефекти, як короткочасний свербіж, почервоніння та лущення шкіри. Як правило, роздратування повністю йде протягом декількох годин, а період відновлення після карбонового пілінгу набагато швидше і безболісніше, ніж після інших видів пілінгу. Після процедури рекомендується протягом декількох днів утриматися від сонця, а також агресивних косметологічних процедур з використанням кислот і ретинолу. Рекомендований курс – 4-5 процедур карбонового пілінгу з перервою раз на 2 тижні. Після проведення курсу процедур карбонового пілінгу косметологи обіцяють ефект рівної сяючої шкіри.

***IPL-терапія.***

Intensive Pulse Light – IPL – косметологічна процедура з використанням інтенсивного імпульсного світла. Піонерами успішного комерційного використання джерел інтенсивного імпульсного світла у косметології у 1995 році стала компанія Lumenis. В основі принципу дії IPL систем лежить відома теорія селективного фототермолізу.

Як і лазери, IPL системи використовують властивості світлових хвиль, проте є низка істотних відмінностей. Технологія IPL передбачає використання *некогерентного* *поліхроматичного* світла з довжиною хвилі від 500 до 1200 нм. Світлове випромінювання в IPL системах подається у вигляді окремих імпульсів високої інтенсивності. Для впливу на ті чи інші цільові структури (гемоглобін, меланін) IPL системи забезпечують різними світлофільтрами, що дозволяють відсікти небажані довжини хвиль і запобігти появі побічних ефектів.

Так, основний пігмент шкіри меланін інтенсивно поглинає світлові хвилі із довжиною хвилі від 380 до 780 нм (видимий діапазон). При цьому пік поглинання води, вміст якої у тканинах становить близько 70 %, знаходиться в іншій частині світлового діапазону. Тому світлове випромінювання видимого діапазону активно нагріває містять меланін структури шкіри (наприклад, волосся) і не нагріває воду. Це дозволяє використовувати світло видимого спектру для процедур фотоепіляції.

Оксигемоглобін, що міститься в судинах, має три основні піки поглинання (418, 542 і 577 нм), при цьому залежно від глибини розташування судин, для їх руйнування оптимальними будуть різні довжини хвиль світлового випромінювання.

Світлові промені з довжиною хвилі 400 і 420 нм (синя область спектру) мають виражений бактерицидний ефект на бактерії, що викликають акне (Propionibacterium acnes), тому можуть використовуватися для фототерапії вугрової хвороби. Для підвищення ефективності такого лікування використовую світлове випромінювання червоної області спектру (від 600 до 850 нм), яке чинить протизапальну дію та прискорює загоєння.

Зміна параметрів IPL-терапії (довжина хвилі, тривалість і потужність світлового імпульсу, енергія випромінювання, частота імпульсів за хвилину) забезпечує гнучкі індивідуальні налаштування потреб кожного окремого пацієнта. Діапазон довжин хвиль, що використовуються, залежить від того, на який хромофор необхідно впливати.

Тривалість імпульсу – ще один ключовий параметр роботи IPL систем, що визначає її ефективність та безпеку впливу. Змінюючи тривалість імпульсу, можна сфокусуватися на епідермісі чи глибших шарах шкіри. У сучасних IPL системах тривалість імпульсу може варіювати від 1 до 100 мсек, самі імпульси у своїй можуть бути одиночними чи подаватися як серії.

Сюй пояснює наукові засади IPL. «Світловий спектр вимірюється довжиною хвилі (нм), наприклад, довжина хвилі 755 нм означає, що це світло може проникати у глибину шкіри на 755 нм. Хвилю з довжиною 755 нм найактивніше поглинає меланін, саме тому її використовують для видалення волосся. Довжина хвилі 532 нм означає, що світло може проникати у шкіру на 532 нм». Найкраще поглинають світло червоні клітини крові, тому IPL є дуже ефективним методом видалення поверхневих зруйнованих капілярів. У разі видалення волосся за допомогою IPL, зазвичай необхідно 6-8 сеансів, щоб досягти повного видалення волосся на одній ділянці шкіри.