

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МЕДИЦИНІ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ

УДК 533.9.07+615.84720:09

«Допущено до захисту»

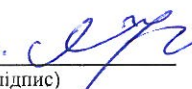
В.о. завідувача кафедри
комп'ютерних технологій у
медицині та телекомунікаціях
к.т.н., доц. Чухов В.В.


« 19 » 12 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему Дослідження ефективності холодноплазменної обробки
підразненої шкіри після татуювання
за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія»
освітній ступінь «магістр»

Виконавець роботи
студент 2 курсу, гр.БІм-21-1

12.12.22 р. 
(дата, підпис)

Якімчук О.М.

Керівник роботи
к.т.н., доц.

12.12.22 р. 
(дата, підпис)

Коломієць Р.О.

Житомир
2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МЕДИЦИНІ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної магістерської роботи

на тему Дослідження ефективності холодноплазменної обробки
подразненої шкіри після татуювання

Виконав: студент 2 курсу,
групи БІм-21-1 спеціальності
163 «Біомедична інженерія»

Якімчук О.М.

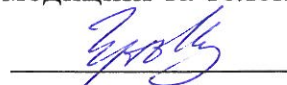
Керівник Коломієць Р.О.

Рецензент Коренівська О.Л.

Житомир
2022

«Затверджено»

В.о. завідувача кафедри
комп'ютерних технологій у
медицині та телекомунікаціях

 В.В. Чухов
« 19 » 12 2022 р.

Завдання **на кваліфікаційну магістерську роботу**

Якімчуку Олегу Михайловичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Дослідження ефективності холодноплазменної обробки подразненої шкіри після татуювання

затверджена наказом по університету від « 12 » жовтня 2022 р. № 461/с

2. Мета дослідження: з'ясування ефективності впливу холодної плазми на подразнену шкіру людини після того, як на неї нанесли татуювання.

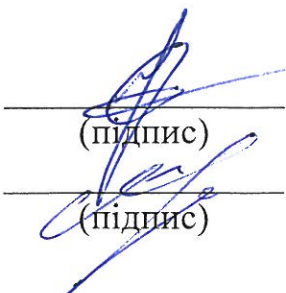
3. Вихідні дані (характеристики об'єкта, умов дослідження та ін.: експеримент проводиться in vivo; тип приладу, який генерує холодну плазму – DBD; тривалість оброблення 3 хв. Та 6 хв.; метод оцінки ефективності – оптичний (не біохімічний).

4. Основні задачі дослідження: з'ясування того, чи взагалі вплив холодної плазми призводить до пришвидшення загоювання подразнення на шкірі після нанесення татуювання; з'ясування ефективної тривалості процедури холодноплазменної обробки шкіри після татуювання.

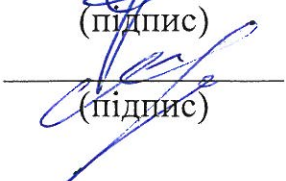
5. Термін подання роботи до захисту 12 грудня 2022 р.

6. Дата видачі завдання « 10 » травня 2022 р.

Науковий керівник


(підпис)

Завдання прийняв
до виконання


(підпис)

Коломієць Р.О.
(прізвище, ініціали)

Якімчук О.М.
(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

В цій роботі проведено експеримент з впливу холодної плазми на подразнення після татуювання. В цьому експерименті використовується атмосферна холодна плазма, її джерелом виступає генератору типу DBD (dielectric barrier discharge). Такі генератори також використовуються для стерилізації відкритих ран та стимуляції їх загоєння. За допомогою такого генератора можливо обробляти порівняно великі площі уражень, він не має рухомих частин та не потребує постійного прокачування повітря.

В ході роботи було розглянуто принципи функціонування генераторів холодної плазми, застосування холодної плазми у медицині, процедуру догляду за татуюванням, проведено аналіз стану татуювань піддослідних після обробки холодною плазмою.

Всі результати розрахунків зображені у вигляді діаграм та на їх основі зроблені висновки.

ABSTRACT

In this work, I had conducted an experiment on the effect of cold plasma on irritation after tattooing. In this experiment, atmospheric cold plasma was used; its source is a DBD (dielectric barrier discharge) type generator. Such type of generators are also used to sterilize open wounds and stimulate their healing. With the help of such a generator, it is possible to treat relatively large areas of affection, it has no moving parts and does not require constant air pumping.

In this work, I considered the principles of operation of cold plasma generators, the using of cold plasma in medicine, the tattoo care procedure, and the analysis of the condition of the subjects' tattoos after cold plasma treatment.

I showed all calculation results in the form of diagrams and my conclusions based on them.

РЕФЕРАТ

У даній кваліфікаційній роботі магістра проведено експеримент з дослідження впливу холодної плазми на загоєння татуювання за допомогою генератора холодної плазми типу DBD (“dielectric barrier discharge”). Такий тип генератора був обраний тому, що він дає змогу обробляти порівняно великі площі і не потребує постійного прокачування повітря.

Робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, переліку використаних джерел. Робота містить 31 рисунок та 15 діаграм, перелік використаних джерел нараховує 11 найменувань. Загальний об’єм роботи становить 49 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність розробки.

В першому розділі проведено аналітичний огляд літературних джерел, розглянуті переваги використання холодної плазми в медицині, основні типи генераторів холодної плазми, принципи догляду за татуюванням.

В другому розділі було поставлено методика проведення експерименту.

В третьому розділі проведено аналіз татуювань п’яти піддослідних та на їх основі побудовані діаграми.

Висновки узагальнюють роботу.

ЗМІСТ

Вступ	7
1 Аналітичний огляд літературних джерел	8
1.1 Загальні відомості про холодну плазму	8
1.2 Застосування холодної плазми в медицині	9
1.3 Апаратура для генерації холодної плазми	11
1.4 Стандартна процедура догляду за шкірою після татуювання	14
1.5 Засоби для догляду за татуюванням	17
1.6 Висновки	19
2 Опис методики проведення експерименту та обробки його результатів	20
2.1 Опис проведення методики експерименту	20
2.2 HSL формат	21
2.3 Формули для обрахунку конвертації RGB у HSL формат	22
3 Проведення експерименту	24
3.1 Збір даних	24
3.2 Аналіз даних	38
3.3 Висновки	46
Висновки	47
Перелік використаних джерел	48

ВСТУП

Предметом даної роботи є проведення експерименту з метою визначення впливу холодної плазми на загоєння татуювань. Актуальність такої розробки обумовлена тим, що метод терапії ран та новоутворень холодною плазмою знаходить все ширше застосування у медичній практиці та у бізнесі. На сьогоднішній день достатньо добре вивчений механізм впливу холодної плазми на бактерії та живі клітини, ефективність медичного застосування холодної плазми підтверджена численними експериментами, проведеними різними дослідниками незалежно один від одного та у різних країнах світу. Велика кількість дослідного матеріалу дає всі підстави вважати, що холодна плазма вбиває бактерії не гірше, ніж найкращі антибіотики, але при цьому не спричиняє на них мутагенного впливу і вони не виробляють до неї імунітет. Також клінічно підтверджена ефективність лікування ран холодною плазмою. Але все ж не проводилось досліджень впливу холодної плазми саме на татуювання, тож я бачу сенс у актуальності проведення цього експерименту.

Дана робота являє собою спробу проведення експерименту на основі апарату холодної плазми з типом розряду “dielectric barrier discharge” (DBD). В роботі проведено аналіз оброблених татуювань п’яти піддослідних та виведено діаграми на основі яких були зроблені висновки доцільності даної методики.

Можливо, застосування холодної плазми у тату індустрії у XXI столітті стане звичайною практикою.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Загальні відомості про холодну плазму

Основним методом отримання холодної плазми для медичного використання є створення потоку гелію, аргону або повітря (в даному випадку йдеться про холодну атмосферну плазму (cold atmospheric plasma-CAP)) через діелектричну трубку, яка містить електроди з різницею потенціалів від 5 до 35 кВ (а іноді й більше). Кінець трубки містить діафрагму з невеликим отвором, через яку проходить плазма та утворює тонку плазмову голку або плазмовий струмінь. Плазмовий апарат цього типу називається "pin-to-hole"(PTH). Іншим типом плазмових пристроїв є "dielectric barrier discharge" (DBD). Цей тип плазмового апарату має активний електрод з діелектричним шаром. На цьому діелектричному шарі створюється газовий розряд, коли електрод знаходиться поблизу живої тканини.

Найпростіший спосіб отримати плазму – це газовий розряд. Газовий розряд спрацьовує за допомогою певної пари електродів, до яких подається висока напруга. Залежно від величини напруги та потужності, газовий розряд може бути у вигляді: іскри, світіння, корони. Розряд генерується за допомогою імпульсу постійного струму (або високочастотного струму). Через те, що електрони мають малу масу, вони не можуть нагрівати важкі молекули, тому середня температура плазми приблизно рівна температурі у кімнаті. Ця плазма дуже слабо іонізована(ступінь іонізації $<1\%$) та може бути отримана за допомогою відносно слабкого джерела напруги (тобто потужність до 100 Вт). Холодна плазма повністю описана в класичній фізиці, і квантові ефекти не грають суттєвої ролі. Частинки плазми взаємодіють між собою за найпростішими законами, тобто, електростатичними кулонівськими силами. Ще однією особливістю «холодної» плазми є те, що вона не створює теплового

впливу на навколишнє середовище (як у біологічній тканині в клінічних цілях). Фізичний механізм плазми в повітрі при іонізації <1%) може бути отриманий при відносно низькому рівні атмосферного тиску ($p = 101$ кПа) [1].

1.2 Застосування холодної плазми в медицині

В організмі людини оксид азоту (NO) має багато важливих біологічних функцій, які призводять до його регулятивної ролі в серцево-судинній, дихальній, травній та нервовій системах, грає ключову роль в лікуванні інфекцій, запалень та бореться з ростом ракових пухлин. Основним джерелом екзогенного оксиду азоту є технологія холодної плазми. У технології плазмотерапії використовується потік екзогенного оксиду азоту (плазмо-хімічний генезис), який нормалізує мікроциркуляцію, активує антиоксидантний захист та має антибактеріальний ефект. Все це разом не тільки значно зменшує розповсюдження інфекцій та запалень, а і стимулює регенерацію тканин. Холодна плазма вбиває бактерії краще ніж антибіотики [2]. Під час обробки ран холодною плазмою створюється широкий спектр екологічно чистих частинок (NO, озон, УФ-випромінювання, т.д.), що знищують біологічно небезпечні забруднювачі – патогени та токсини. Ось найбільш популярні приклади застосування цієї технології:

Стоматологія

Перспективним застосуванням САР у стоматології є дезінфекція зубних порожнин завдяки високій ефективності дезактивації біоплівки. Це може запропонувати менш руйнівний метод підготовки карієсу до пломбування. Оскільки потік плазми кімнатної температури, він не викликає болю або руйнування тканини. Холодну атмосферну плазму також можна використовувати для лікування захворювань пародонту на основі його властивості дезактивації мікроорганізмів [3].

Онкологія

На сьогодні лікування холодною плазмою продемонструвало свою значну протиракову здатність протягом приблизно 20 типів раку *in vitro*. Серед них: рак головного мозку, шкіри, рак молочної залози, колоректальний рак, рак легенів, рак шийки матки, лейкемія, гепатома [4].

Стерилізація різних поверхонь та їжі, навіть складної форми

Плазмова обробка представляє деякі основні переваги: вона суха, чиста і дуже швидка, маючи дуже низьке питоме споживання хімічних речовин та енергії, вона впливає лише на поверхню, а не на сипучий матеріал [5].

Дерматологія

Плазму можна вважати першим «фізичним антисептиком». Вона ефективна для лікування забрудненої та інфікованої шкіри, ран. Особливо хронічних ран, такі як венозні та пролежні виразки [6].

Частково холодна плазма використовується у:

- офтальмології
- гастроентерології
- пульмонології
- отоларингології

Звичайно, існує набагато більше галузей використання даної технології, але я розповів про ті, які більш-менш на слуху.

Переваги використання холодної плазми в медицині включає:

- можливість зупинити кровотечу, включаючи великі поверхні;
- бактерицидна дія;
- можливість проникнення та лікування у важкодоступних місцях;
- відсутність будь-якого жорсткого іонізуючого випромінювання;
- обладнання є цілком безпечним, за умови дотримання

загальновизнаних заходів безпеки та правильного методичного використання;

- простота використання та надійність методу.

1.3 Апаратура для генерації холодної плазми

При всьому різноманітті приладів для терапії холодною плазмою існує порівняно мало типів генераторів холодної плазми. За типом газу, який використовується у даних приладах, найбільш широко використовувались джерела холодної атмосферної, гелієвої та аргонної плазми. Найбільший інтерес представляють саме джерела атмосферної плазми, як найбільш універсальних. Їх головна перевага - відсутність потреби в газовому балоні (аеростаті) і здатність виробляти плазму безпосередньо з повітря.

Залежно від конструкції «запалювальної» частини генераторів холодної плазми можна виділити шість основних типів структур:

- діелектричний бар'єрний розряд (тип DBD) [7];
- розряд "pin-to-hole" (тип PTH) [8];
- гібридна конструкція [7] (містить елементи DBD та PTH типів);
- plasma blanket [7];
- п'єзоелектричний генератор [9];
- ковзний дуговий плазмотрон [10];.

За винятком п'єзоелектричного генератора холодної плазми, принцип роботи всіх інших типів можна описати за допомогою структурної схеми, зображеної на рисунку 1.1. Керуючий сигнал від системи його формування надходить на підсилювач, а посилений сигнал живлення подається на високовольтний блок. Система формування газового розряду за допомогою відповідних електродів генерує або струмінь плазми (тип PTH), або розряд, розподілений по площі (тип DBD або plasma blanket). Для роботи всієї системи необхідний блок живлення. Блоки, позначені на схемі білим кольором, є електронними блоками без будь-яких механічних особливостей, а система формування газорозряду (позначена сірим кольором) є механічною системою електродів [11].

Для багатостумених (multijet) пристроїв слід виділити окремий тип генераторів холодної плазми. Вони побудовані на базі генераторів холодної плазми типу РТН, які набираються в ряд або матрицю.

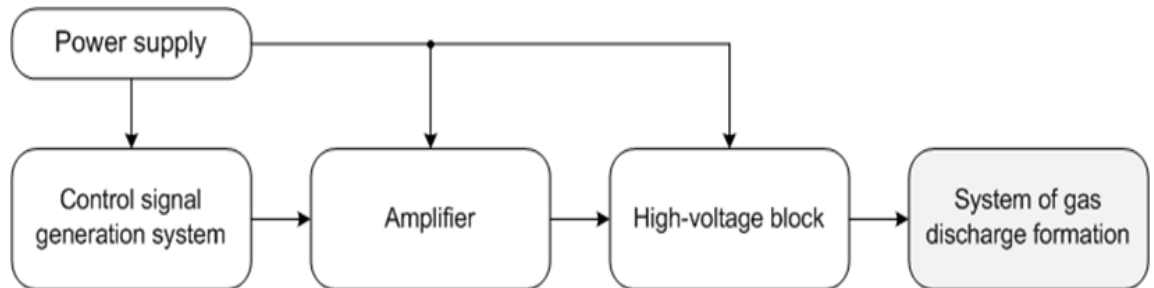


Рисунок 1.1 – Структурна схема більшості типів генераторів холодної плазми

Схема складається з блоку живлення, системи контролю генерування сигналу, підсилювача, високовольтного блоку та системи газорозрядного утворення.

Розберемо найбільш поширені типи (РТН та DBD).

Dielectric barrier discharge(DBD)

Діелектричний бар'єрний розряд (DBD) складається з двох плоских металевих електродів, які покриті діелектричним матеріалом. Газ рухається між двома електродами та іонізується для утворення плазми. Один електрод – це електрод високої напруги, а другий – заземлений електрод. Для отримання розряду, необхідного для створення плазми, потрібні високі напруги. Високі напруги змінного струму, як правило, рухають DBD з частотами в діапазоні кГц. Споживання енергії становить від 10 до 100 Вт. Існує багато варіацій у конфігурації електродів, але концепція всіх них залишається незмінною. Наприклад, деякі електроди замість плоских мають циліндричну форму, а іноді діелектричний матеріал покриває лише один електрод замість обох [3].

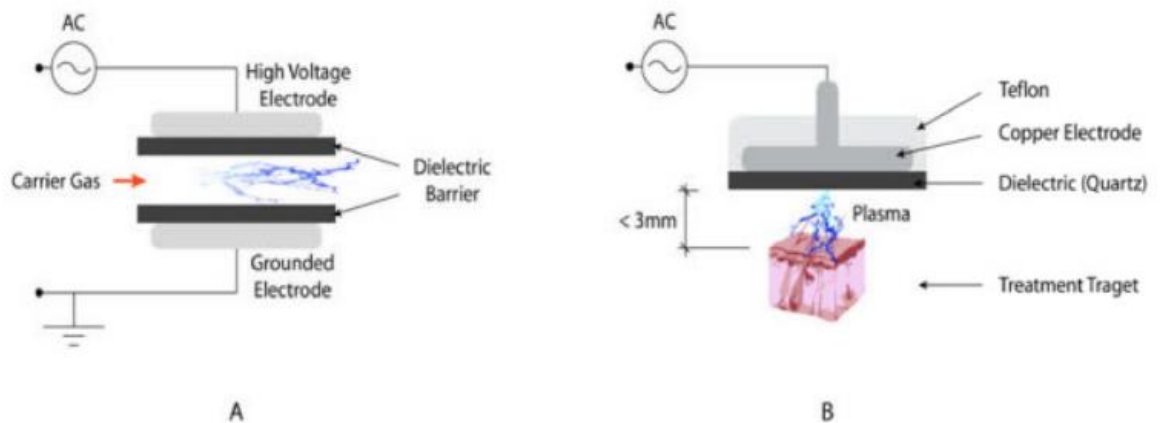


Рисунок 1.2 – Схема DBD та DBD з плаваючим електродом. А представляє формування плазми через діелектричний бар'єрний розряд (DBD), а В - плаваючий поверхневий розряд (FE-DBD) [3]

Pin-to-hole (PTH)

Конструкція відомих плазових апаратів типу РТН містить розповсюджені елементи. Спочатку імпульси високої напруги подаються на електроди, які захищені в діелектричному циліндричному корпусі. Один з електродів - кільце, а другий – у формі зонда вздовж центральної поздовжньої осі циліндра. Балон наповнюється під низьким тиском інертним газом або повітрям. Газ іонізується, коли він проходить між двома електродами та вже готова плазма виштовхується назовні.

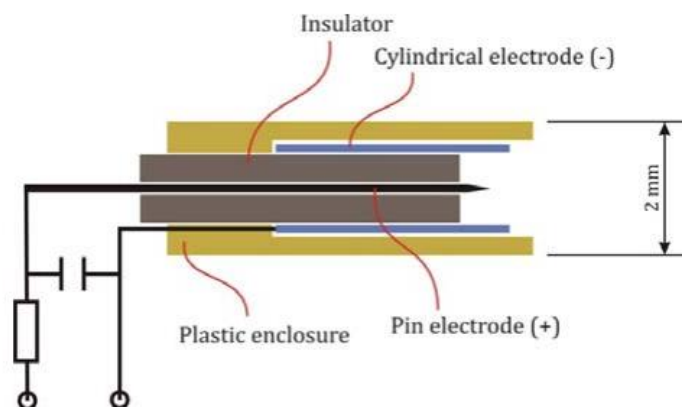


Рисунок 1.3 – Загальна схема системи pin-to-hole з іскровим розрядом (PHD) [12]

На сьогоднішній день багато хто виготовляє та продає генератори холодної плазми. Прикладами таких компаній є [1]:

- LeafLife
- Clarena
- MicroPlaSterß,
- Gambetti

1.4 Стандартна процедура догляду за шкірою після татуювання

Татуювання – це більше, ніж просто витвір мистецтва та спосіб утвердити свій особистий стиль. Це також медична процедура, тому що художник використовує голку, щоб ввести чорнило під шкіру.

Кожного разу, коли ви пробиваєте шкіру, ви стаєте вразливими до рубців та інфекцій, що може призвести до різноманітних негативних ефектів та захворювань.

Догляд за татуюванням може запобігти цим ускладненням і забезпечити належне загоєння татуювання. Як людина, так і майстер татуювань відіграє однакові ролі в цьому процесі. Окрім звернення до ліцензованого та авторитетного майстра татуювань, людині потрібно доглядати за своїм новим татуюванням вдома.

Однак зрозуміти, як доглядати за своїм татуюванням, може бути складно. Багато тату студій не вимагають від майстрів інструкцій щодо догляду. Студії, які вимагають інструкцій щодо догляду, часто дають майстру самому вирішити, яку інформацію з догляду надавати.

Стандартна процедура догляду за шкірою після нанесення татуювання полягає у наступному:

1. Закрити місце татуювання.

Майстер повинен нанести тонкий шар антибіотичної мазі на татуювання, а потім покрити область бинтом або пластиковою плівкою. Це

покриття запобігає потраплянню бактерій на шкіру. Це також захищає татуювання від тертя об одяг і роздратування.

Потрібно тримати пов'язку стільки часу, скільки рекомендує майстер татуювань, а це може бути лише кілька годин. Це допоможе ввібрати будь-яку рідину або надлишок чорнила, що витікає з татуювання.

2. Акуратно змити антибіотичну мазь.

Через кілька годин після сеансу можна знімати покриття.

Спочатку потрібно вимити руки водою з милом. Потім обережно промити татуювання теплою водою з милом без ароматизаторів. Витерти шкіру насухо м'якою тканиною.

Нанести на татуювання невелику кількість зволожуючого крему без ароматизаторів і спирту. У цей момент вже можна не покривати татуювання, щоб шкіра дихала.

3. Потрібно чекати, поки татуювання заживе.

Поки татуювання заживає, потрібно:

- одягати сонцезахисний одяг, коли людина виходить на вулицю;
- зателефонувати майстру татуювань або лікарю, якщо є будь-які симптоми інфекції або інші проблеми;

Що не потрібно робити:

- покривати татуювання сонцезахисним кремом, доки воно повністю не заживе;
- дряпати або колупати татуювання;
- надягати поверх татуювання тісний одяг;
- плавати або занурювати тіло у воду (але душ приймати можна).

4. Догляд за татуюванням вдень.

Швидкість загоєння залежить від розміру татуювання та його складності. Великі татуювання довше залишатимуться червоними та набряклими, оскільки вони більше травмують шкіру.

День 1

Людина приходить додому з тату-студії з пов'язкою або пластиковою плівкою на тату. Через кілька годин його можна зняти.

Клієнт повинет запитати свого майстра про те, скільки часу чекати. Рекомендації можуть відрізнятися та залежать від типу та розміру татуювання. Деякі майстри татуювання рекомендують тримати татуювання лише протягом 1-2 годин.

Коли людина зніме покриття, ймовірно, може помітити, що з татуювання сочиться рідина. Це кров, плазма (прозора частина крові) і трохи додаткового чорнила. Це цілком нормально. Шкіра також буде червоною та хворою. На дотик вона може бути трохи теплим.

Чистими руками потрібно вимити татуювання теплою водою з милом без ароматизаторів. Також потрібно нанести зволожуючий крем без запаху та спирту. Після цього залишити покриття, щоб татуювання могло зажити.

День 2-3

До цього часу татуювання матиме більш тьмянний і каламутний вигляд. Це нормальна реакція, коли шкіра заживає. Почнуться утворюватися струпи.

Потрібно мити татуювання один або два рази на день і наносити зволожуючий крем без запаху та спирту.

Коли людина миється, вона може помітити, що трохи чорнила проступають з місця тату. Це всього навсього надлишки чорнила, які виходять через шкіру.

День 4-6

Почервоніння повинно почати зникати.

Ймовірно, людина може помітити легкі струпи над татуюванням. Струпи не повинні бути такими товстими, як струпи, які отримуються, коли людина порізається, але вони будуть помітні. Потрібно не чіпати струпи — це може спричинити рубці.

Далі потрібно продовжувати мити татуювання один або два рази на день, наносити зволожуючий крем без запаху та спирту.

Вже на цьому етапі основні загоючі процеси припиняються.

День 6-14

Струпи затверділи і почнуть відшаровуватися.

Потрібно не чіпати їх і не намагайтеся їх зняти. Потрібно щоб вони відійшли природним шляхом. В іншому випадку можна зірвати чорнило і залишити шрами.

У цей момент шкіра може сильно свербіти. Декілька разів на день потрібно обережно втирати зволожуючий крем без ароматизаторів і спирту, щоб полегшити свербіж.

Якщо татуювання все ще червоне та опухле, можливо, у людини інфекція. В такому випадку потрібно звернутися до свого тату-майстра або до лікаря.

День 15-30

На цьому останньому етапі загоєння більшість великих пластівців зникнуть, а струпи повинні зникнути. Людина все ще може бачити мертву шкіру, але з часом вона також повинна прояснитися та відпасти.

Татуювана ділянка все ще може виглядати сухою та тьмяною. Необхідно продовжувати зволожувати, доки шкіра знову не стане зволоженою.

До другого-третього тижня зовнішні шари шкіри повинні зажити. Для повного загоєння нижніх шарів може знадобитися від 3 до 4 місяців.

До кінця третього місяця татуювання має виглядати настільки яскравим і живим, як і задумав художник.

1.5 Засоби для догляду за татуюванням

Використовується м'яке мило без ароматизаторів або спеціальний засіб для чищення татуювань, щоб очистити татуювану область. Тату-майстер може порекомендувати засіб для чищення татуювань.

Варіанти мила включають:

- Dove Sensitive Skin Beauty Bar
- Liquid Neutrogena
- Антибактеріальне мило-дезодорант Dial Gold (хоча це мило не містить ароматизаторів, майстри татуювання часто рекомендують його)

Протягом перших двох днів використовуються мази, наприклад A+D Original Ointment або Aquaphor Healing Ointment, або продукт, рекомендований майстром татуювань, щоб допомогти татуюванню загоїтися.

Найкраще уникати продуктів, які на 100 відсотків складаються з нафти, наприклад вазеліну. Американська академія дерматології каже, що продукти на основі нафти можуть спричинити вицвітання чорнила.

Однак є один виняток: Authority Tattoo каже, що вазелін може бути корисним під час прийняття душу. Оскільки вазелін непористий (водонепроникний), людина може нанести його на татуювання перед тим, як увійти в душ, щоб вона могла захистити область від бризок води.

Також було зазначено, що вазелін може бути корисним для загоєних татуювань або шкіри навколо татуювання, якщо вона надзвичайно суха.

Потрібно просто нанесіть тонкий шар. Занадто товстий шар не дозволить шкірі дихати.

Приблизно через 2 дні можна переходити на звичайний зволожуючий крем. Деякі продукти, які можна придбати, включають:

- Lubriderm Daily Moisture – лосьйон без запаху;
- Щоденний зволожуючий лосьйон для тіла Aveeno для сухої шкіри;
- Лосьйон без запаху Curél;
- Лосьйон для інтенсивного відновлення Eucerin;

Що б людина не вибрала, потрібно переконатися, що воно не містить ароматизаторів і спирту. Також переконатися, що воно не містить добавок, таких як кольорові барвники, які можуть висушити шкіру.

Полінезійці, наприклад самоанці, здавна використовували кокосову олію для своїх татуювань. Вони наносять його після завершення татуювання або коли воно заживає. Однією з передбачуваних переваг є те, що це робить дизайн “сяючим”.

Деякі веб-сайти стверджують, що кокосова олія зберігає шкіру під татуюванням вологою та захищає від інфекції. Проте докази є неперевіреними, і немає наукових доказів того, що вони працюють.

Потрібно проконсультуватися з лікарем, перш ніж наносити на тату кокосову олію або будь-який інший неперевірений продукт.

1.6 Висновки

Як ми бачимо, догляд за свіжим татуюванням є доволі складною процедурою, яка потребує використання широкої номенклатури косметичних та фармацевтичних засобів з метою запобігання розвитку інфекційного процесу. Технологія використання холодної плазми, яка широко використовується у біомедичній інженерії – могла би бути успішно використана як доповнення (а можливо – і як часткова заміна) у сфері татуювання. Відомо, що важливою перевагою використання холодноплазменої обробки є відсутність імунітету до неї у бактерій, і таким чином це може допомогти людям швидше загоїти місце татуювання, знезаразити місце рани та запобігти низці негативних ефектів. Відомостей про дослідження ефективності холодноплазменої обробки ділянок шкіри після нанесення татуювань знайти не вдалося, і тому ця тема потребує дослідження. На мою думку, застосування цієї технології є надзвичайно корисним і тому я бачу сенс у досліді ефективності обробки подразненої шкіри після татуювання. В ході дослідів буде використовуватися портативний генератор холодної плазми типу DBD, оскільки це дозволить обробляти великі поверхні шкіри за короткий період часу.

РОЗДІЛ 2

ОПИС МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ ТА ОБРОБКИ ЙОГО РЕЗУЛЬТАТІВ

2.1 Опис методики проведення експерименту

Призначення та мета експерименту: дослідити вплив холодної плазми на пошкоджені ділянки тіла після татуювання.

Порядок проведення:

1. Людина робить татуювання.
2. Одразу після татуювання місце проведення ділиться на три ділянки .
3. Ми обробляємо холодною плазми дві з трьох ділянок протягом 6-ти та 3-ьох хвилин відповідно. Третя ділянка залишається незмінною як контрольний зразок.
4. Ми робимо фото місця татуювання одразу після закінчення обробки.
5. Протягом наступних п'яти днів кожен день піддослідна особа робить фото татуювання і ми дивимось на динаміку загоєння.

Проводимо аналіз результатів:

1. З кожної піддослідної ділянки ми виводимо колір з місця покраснення.
2. За допомогою HSL формату ми беремо відсоткове співвідношення кольорів.
3. Створення графіку динаміки зміни кольору впродовж експерименту.

Очікуваний кінцевий результат експерименту: аналітичні дані дослідження та визначення доцільності даної методики лікування.

2.2 HSL формат

HSL означає Hue (відтінок), Saturation (насиченість) і Lightness (яскравість). Це схоже на те, як RGB представляє колір шляхом комбінування його значень червоного, зеленого та синього разом, але з HSL значення набагато більш інтуїтивно зрозумілі.

Відтінок кольору позначається градусами навколо кола. Просто подумайте про колірне коло, де 0 градусів означає червоний, 180 градусів – блакитний, а 360 — той самий червоний.

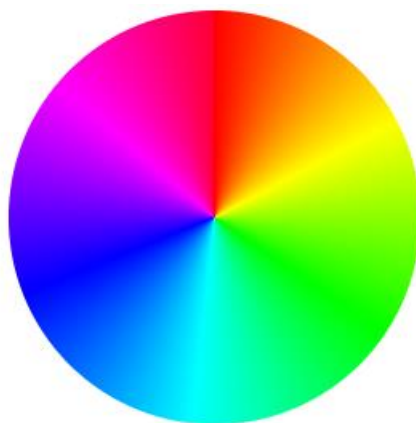


Рисунок 2.1 – Відтінки кольорів

Насиченість представлена у відсотках від 0 до 100 і визначає, наскільки сірим виглядає колір. Якщо колір має 100% насиченість, то сірого взагалі немає, тоді як колір із 0% насиченістю буде відтінком сірого без кольору.



Рисунок 2.2 – Відображення насиченості

Яскравість також представлена у відсотках і визначає, наскільки білим чи чорним є колір. Якщо колір становить 50% світлості, це означає, що до кольору не додається білий або чорний. Коли відсоток збільшується вище 50%, колір додає більше білого, поки не досягне повного білого кольору при 100% світлості. Коли відсоток падає нижче 50%, колір додає більше чорного, поки не досягне повного чорного за 0% яскравості.



Рисунок 2.3 – Відображення яскравості

Якщо ви знайомі з теорією кольорів, ви знатимете, що важливо розуміти додаткові кольори, основні/вторинні кольори, аналогічні кольори тощо. Ці різні типи кольорів важко визначити за допомогою RGB або HEX, але за допомогою HSL легко знайти такі речі, як додаткові кольори. Це тому, що компліментарні кольори – це лише кольори на протилежній стороні колірного кола один від одного, що у випадку HSL просто означає, що їхні відтінки розташовані на 180 градусів один від одного.

Тож, HSL колір подається у зручному форматі відсотків, в нашому експерименті нам якраз цей формат ідеально підійде для визначення співвідношення.

2.3 Формули для обрахунку конвертації RGB у HSL формат

Щоб обчислити яскравість і насиченість на основі значень R, G і B, спочатку визначте три числа M, m і d наступним чином:

$$M = \max\{R, G, B\}$$

$$m = \min\{R, G, B\}$$

$$d = (M - m)/255.$$

Світлість, L , кольору визначається рівнянням:

$$L = [\frac{1}{2}(M + m)]/255 = (M + m)/510.$$

Насиченість, S , визначається формулою:

$$\begin{aligned} S &= d/[1 - |2L-1|] && \text{if } L > 0 \\ S &= 0 && \text{if } L = 0. \end{aligned}$$

Міри кута для H обчислюються за допомогою рівнянь:

$$\begin{aligned} H &= \cos^{-1}[(R - \frac{1}{2}G - \frac{1}{2}B)/\sqrt{R^2 + G^2 + B^2 - RG - RB - GB}] && \text{if } G \geq B, \text{ or} \\ H &= 360 - \cos^{-1}[(R - \frac{1}{2}G - \frac{1}{2}B)/\sqrt{R^2 + G^2 + B^2 - RG - RB - GB}] && \text{if } B > G, \end{aligned}$$

де $\cos^{-1}$ у градусах, а не в радіанах. Для нейтральних кольорів білого, сірого та чорного міра кута визначена як 0° для зручності та узгодженості.

РОЗДІЛ 3

ПРОВЕДЕННЯ ТА ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТУ

3.1 Збір даних

Піддослідний № 1

Під час обробки холодною плазмою Піддослідний № 1, за його словами, не відчував ніякого дискомфорту.



Рисунок 3.1 – Піддослідний № 1, перший день

6 хвилин – HSL(13°, 32% , 69%)

3 хвилини – HSL(12°, 31%, 70%)

Контрольний зразок – HSL(13°, 28%, 69%)

Як вже зазначено попередньо, ми будемо брати колір з кожної зони та порівнювати їх. Час проведення обробки зліва – направо: 6 хвилин, 3 хвилини, контрольний зразок.



Рисунок 3.2 – Піддослідний № 1, другий день

6 хвилин – HSL(13°, 28% , 61%)

3 хвилини – HSL(14°, 29%, 69%)

Контрольний зразок – HSL(17°, 40%, 74%)



Рисунок 3.3 – Піддослідний № 1, третій день

6 хвилин – HSL(10°, 16% , 40%)

3 хвилини – HSL(12°, 19%, 51%)

Контрольний зразок – HSL(14°, 23%, 61%)



Рисунок 3.4 – Піддослідний № 1, четвертий день

6 хвилин – HSL(15°, 26% , 36%)

3 хвилини – HSL(19°, 25%, 46%)

Контрольний зразок – HSL(15°, 38%, 77%)



Рисунок 3.5 – Піддослідний № 1, п'ятий день

6 хвилин – HSL(10°, 15% , 40%)

3 хвилини – HSL(12°, 16%, 50%)

Контрольний зразок – HSL(12°, 22%, 64%)

Піддослідний № 2

Під час обробки холодною плазмою Піддослідний № 2, за його словами, відчував свербіж та печіння .



Рисунок 3.6 – Піддослідний № 2, перший день

Час проведення обробки зверху – вниз: 6 хвилин, 3 хвилини, контрольний зразок.

6 хвилин – HSL(270°, 17%, 72%)

3 хвилини – HSL(288°, 18%, 73%)

Контрольний зразок – HSL(276°, 17%, 76%)



Рисунок 3.7 – Піддослідний № 2, другий день

6 хвилин – HSL(344°, 10%, 45%)

3 хвилини – HSL(356°, 14%, 43%)

Контрольний зразок – HSL(353°, 12%, 43%)



Рисунок 3.8 – Піддослідний № 2, третій день

6 хвилин – HSL(12°, 13%, 62%)

3 хвилини HSL(14°, 15%, 66%)

Контрольний зразок – HSL(14°, 15%, 69%)



Рисунок 3.9 – Піддослідний № 2, четвертий день

6 хвилин – HSL(8°, 13%, 51%)

3 хвилини – HSL(10°, 15%, 66%)

Контрольний зразок – HSL(10°, 18%, 57%)



Рисунок 3.10 – Піддослідний № 2, п'ятий день

6 хвилин – HSL(10°, 10%, 55%)

3 хвилини – HSL(10°, 15%, 66%)

Контрольний зразок – HSL(8°, 12%, 60%)

Піддослідний № 3

Під час обробки холодною плазмою Піддослідний № 3, за його словами, відчував маленький дискомфорт та печіння.



Рисунок 3.11 – Піддослідний № 3, перший день

Час проведення обробки зліва – направо: 6 хвилин, 3 хвилини, контрольний зразок.

6 хвилин – HSL(17°, 46%, 66%)

3 хвилини – HSL(15°, 40%, 62%)

Контрольний зразок – HSL(15°, 45%, 65%)



Рисунок 3.12 – Піддослідний № 3, другий день

6 хвилин – HSL(16°, 28%, 67%)

3 хвилини – HSL(15°, 22%, 59%)

Контрольний зразок – HSL(16°, 30%, 70%)



Рисунок 3.13 – Піддослідний № 3, третій день

6 хвилин – HSL(15°, 20%, 64%)

3 хвилини – HSL(13°, 19%, 63%)

Контрольний зразок – HSL(13°, 22%, 64%)



Рисунок 3.14 – Піддослідний № 3, четвертий день

6 хвилин – HSL(11°, 11%, 60%)

3 хвилини – HSL(11°, 14%, 63%)

Контрольний зразок – HSL(12°, 12%, 61%)



Рисунок 3.15 – Піддослідний № 3, п'ятий день

6 хвилин – HSL(16°, 46%, 83%)

3 хвилини – HSL(16°, 50%, 81%)

Контрольний зразок – HSL(15°, 48%, 83%)

Піддослідний № 4

Під час обробки холодною плазмою Піддослідний № 4, за його словами, не відчував ніякого дискомфорту.



Рисунок 3.16 – Піддослідний № 4, перший день

Час проведення обробки зліва – направо: 6 хвилин, 3 хвилини, контрольний зразок.

6 хвилин – HSL(19°, 37%, 57%)

3 хвилини – HSL(21°, 30%, 55%)

Контрольний зразок – HSL(23°, 32%, 55%)



Рисунок 3.17 – Піддослідний № 4, другий день

6 хвилин – HSL(354°, 11%, 34%)

3 хвилини – HSL(340°, 10%, 43%)

Контрольний зразок – HSL(350°, 10%, 49%)



Рисунок 3.18 – Піддослідний № 4, третій день

6 хвилин – HSL(352°, 10%, 56%)

3 хвилини – HSL(355°, 18%, 72%)

Контрольний зразок – HSL(356°, 17%, 68%)



Рисунок 3.19 – Піддослідний № 4, четвертий день

6 хвилин – HSL(339°, 7%, 48%)

3 хвилини – HSL(332°, 8%, 56%)

Контрольний зразок – HSL(330°, 7%, 56%)



Рисунок 3.20 – Піддослідний № 4, п'ятий день

6 хвилин – HSL(350°, 5%, 44%)

3 хвилини – HSL(343°, 7%, 47%)

Контрольний зразок – HSL(348°, 7%, 42%)

Піддослідний № 5

Під час обробки холодною плазмою Піддослідний № 4, за його словами, не відчував сильного дискомфорту але був присутній маленький свербіж.



Рисунок 3.21 - Піддослідний № 5, перший день

Час проведення обробки зліва – направо: 6 хвилин, 3 хвилини, контрольний зразок.

6 хвилин – HSL(357°, 15%, 53%)

3 хвилини – HSL(352°, 15%, 47%)

Контрольний зразок – HSL(351°, 16%, 49%)



Рисунок 3.22 – Піддослідний № 5, другий день

6 хвилин – HSL(10°, 20%, 42%)

3 хвилини – HSL(13°, 19%, 44%)

Контрольний зразок – HSL(13°, 17%, 43%)



Рисунок 3.22 – Піддослідний № 5, третій день

6 хвилин – HSL(11°, 15%, 44%)

3 хвилини – HSL(10°, 14%, 41%)

Контрольний зразок – HSL(9°, 15%, 40%)



Рисунок 3.23 – Піддослідний № 5, четвертий день

6 хвилин – HSL(23°, 18%, 74%)

3 хвилини – HSL(22°, 17%, 76%)

Контрольний зразок – HSL(19°, 15%, 69%)



Рисунок 3.24 – Піддослідний № 5, п'ятий день

6 хвилин – HSL(31°, 17%, 76%)

3 хвилини – HSL(33°, 18%, 74%)

Контрольний зразок – HSL(33°, 20%, 73%)

3.2 Аналіз даних

Маючи всі дані, на їх основі ми можемо побудувати такі діаграми. У діаграмі відтінків кольорів цифри у вертикалі зазначені у градусах. У діаграмі насиченості кольорів та діаграмі яскравості кольорів цифри у вертикалі зазначені у відсотках.

Підослідний № 1

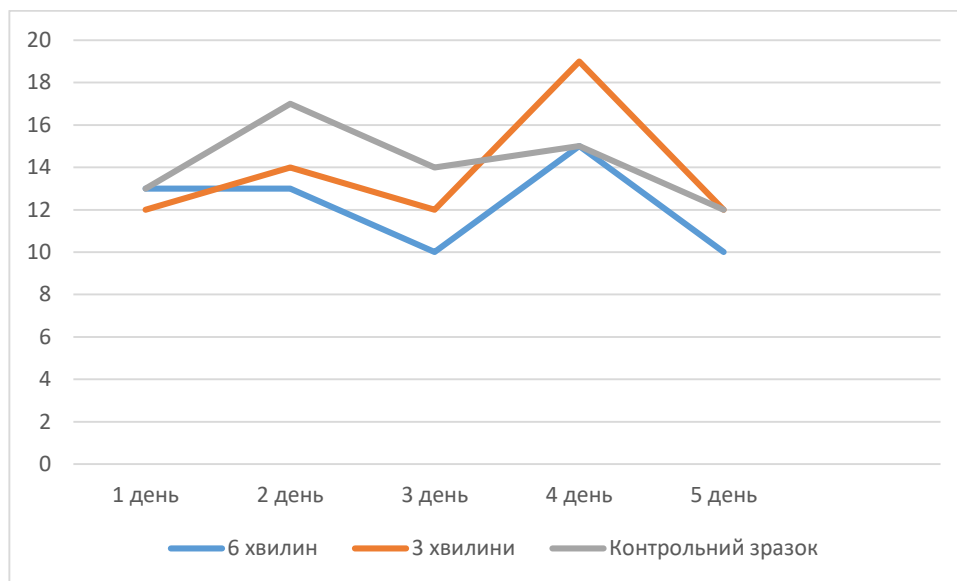


Рисунок 3.1 – Діаграма відтінків кольорів підослідного № 1

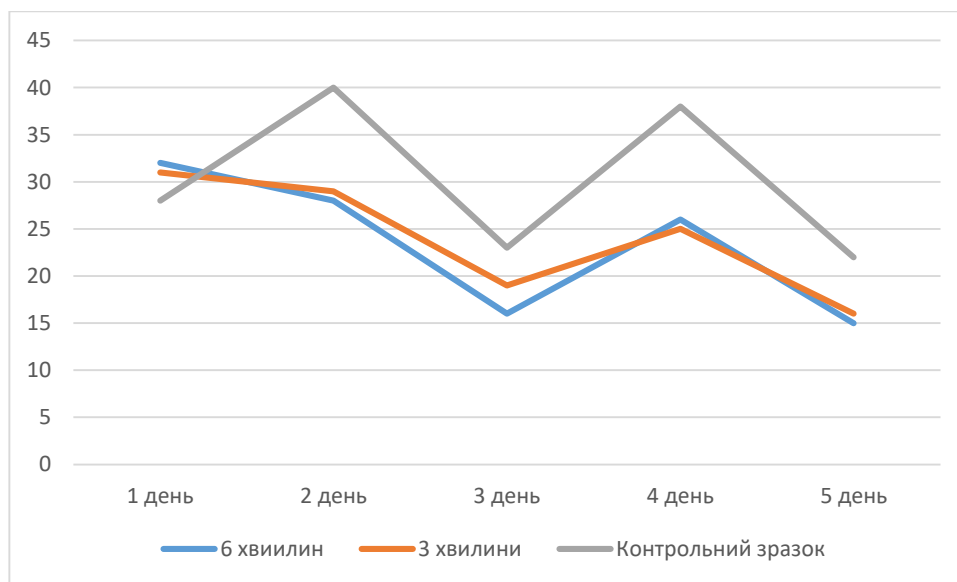


Рисунок 3.2 – Діаграма насиченості кольорів підослідного № 1

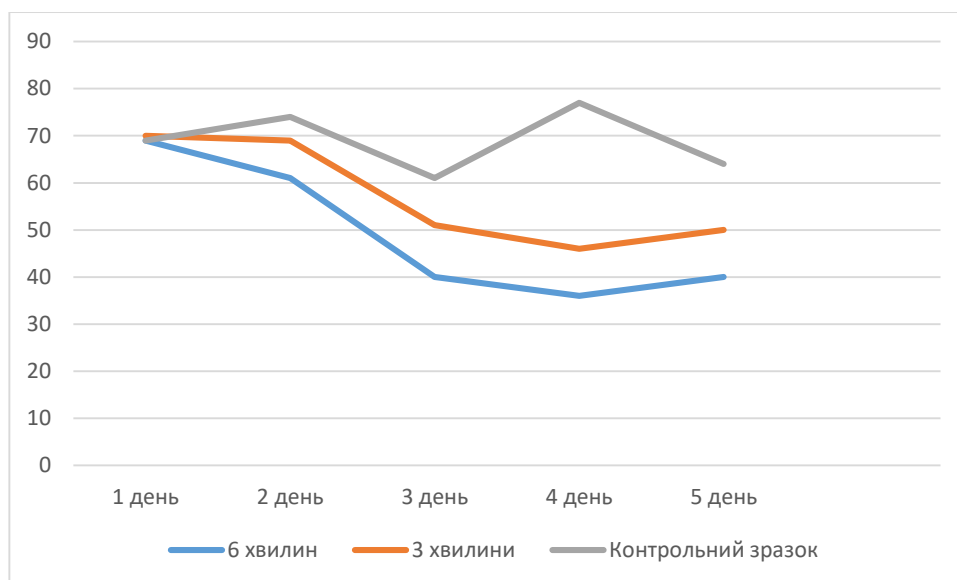


Рисунок 3.3 – Діаграма яскравості кольорів піддослідного № 1

Піддослідний № 2

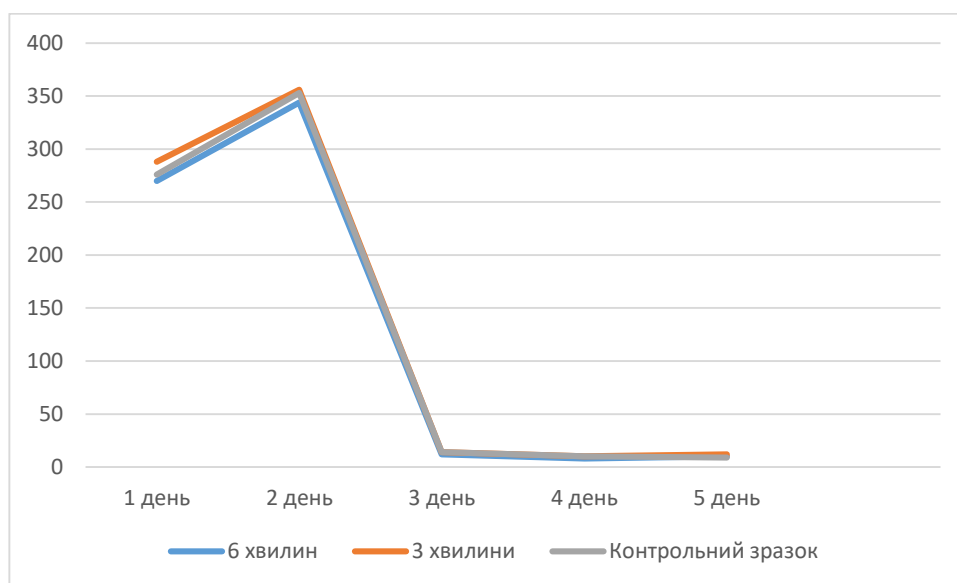


Рисунок 3.4 – Діаграма відтінків кольорів піддослідного № 2

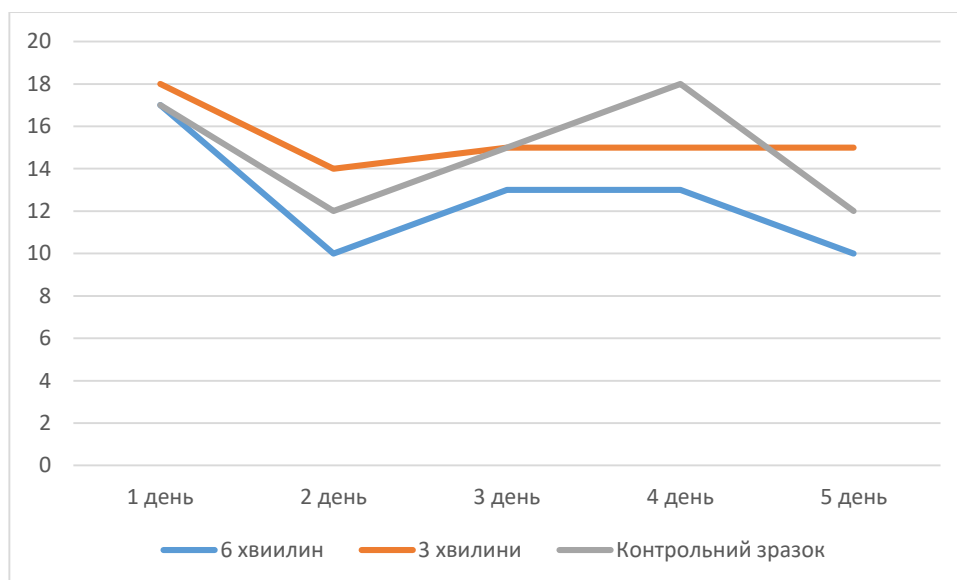


Рисунок 3.5 – Діаграма насиченості кольорів піддослідного № 2

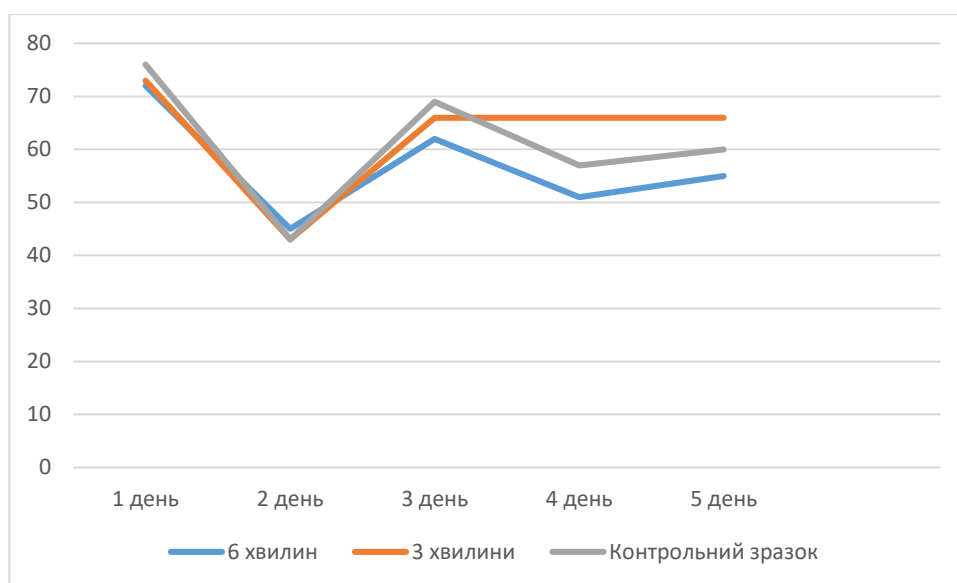


Рисунок 3.6 – Діаграма яскравості кольорів піддослідного № 2

Підослідний № 3

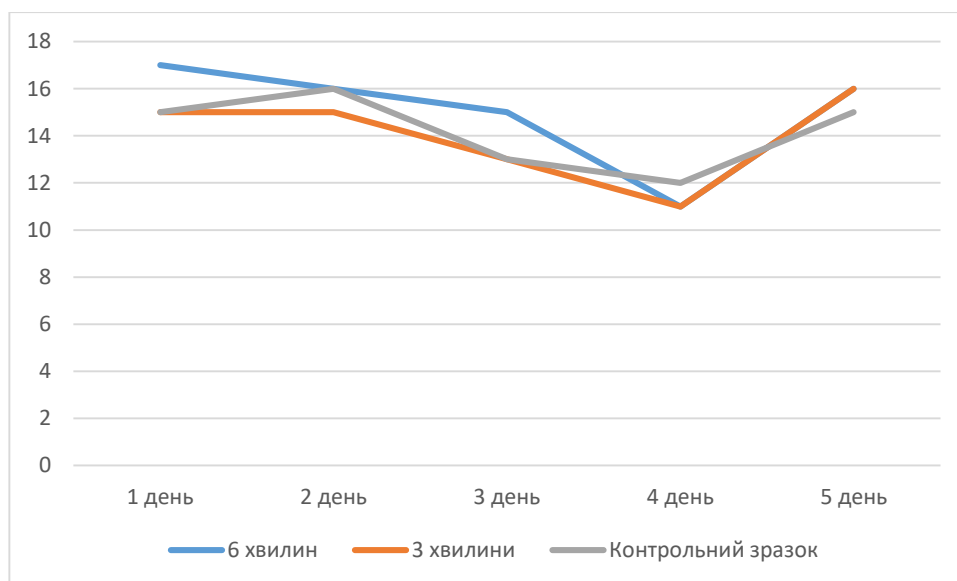


Рисунок 3.7 – Діаграма відтінків кольорів підослідного № 3

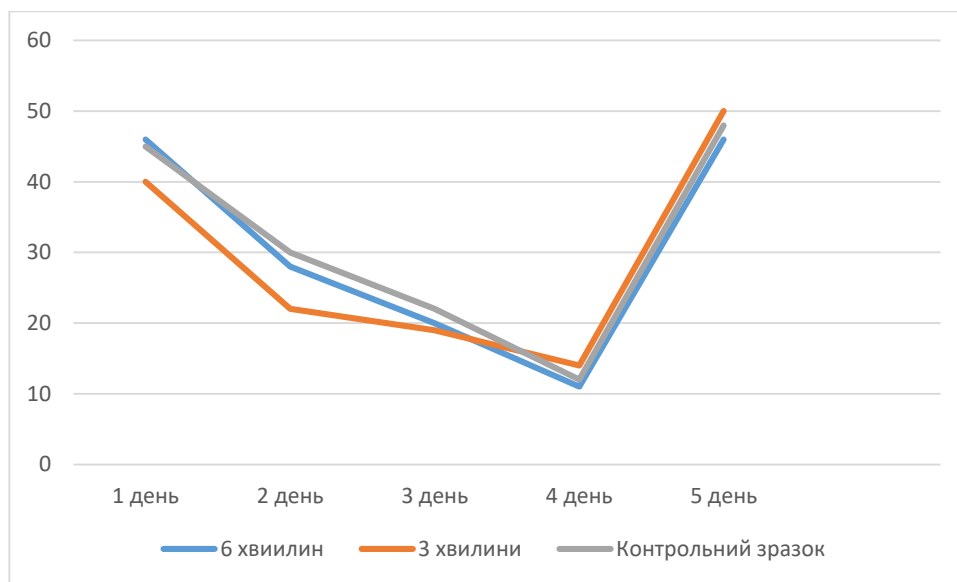


Рисунок 3.8 – Діаграма насиченості кольорів підослідного № 3

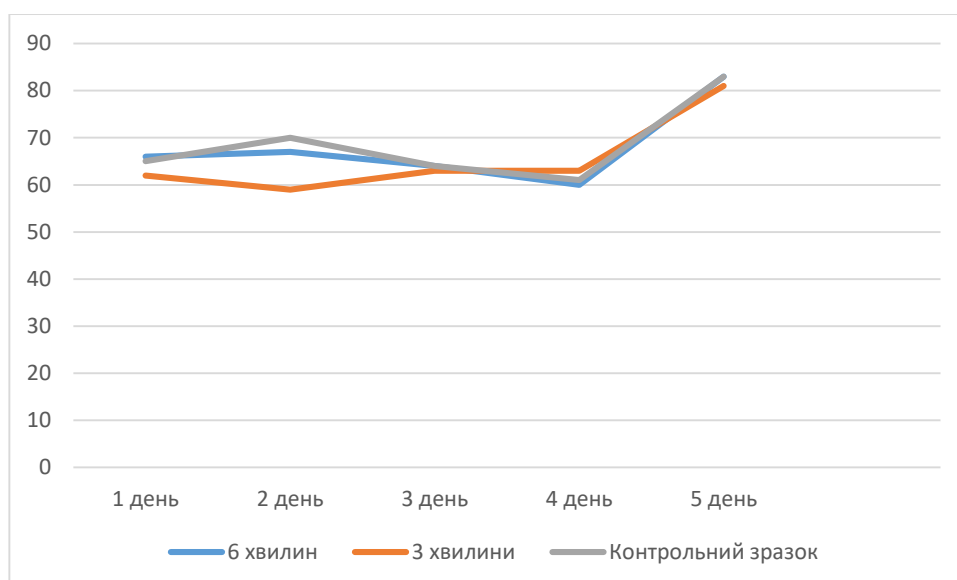


Рисунок 3.9 – Діаграма яскравості кольорів піддослідного № 3

Піддослідний № 4

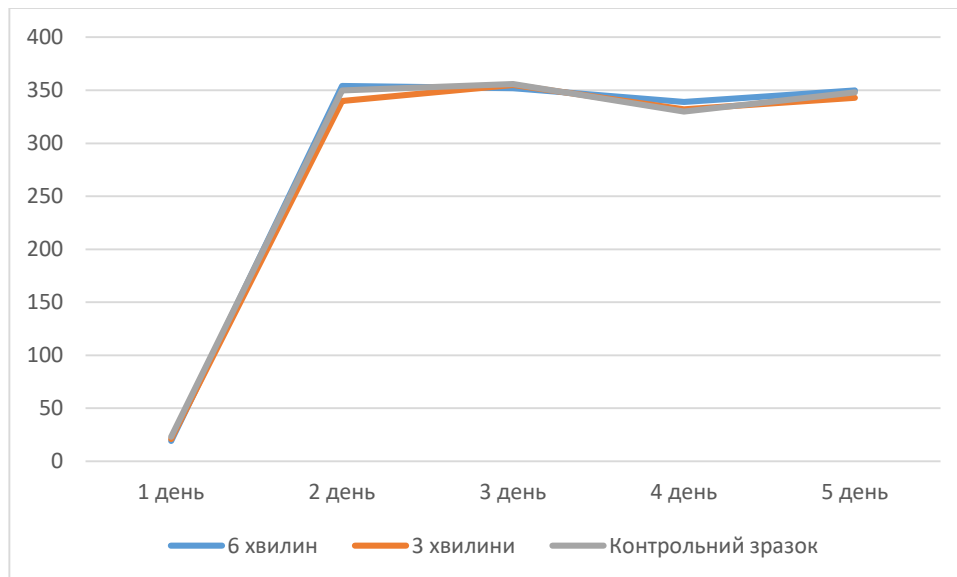


Рисунок 3.10 – Діаграма відтінків кольорів піддослідного № 4

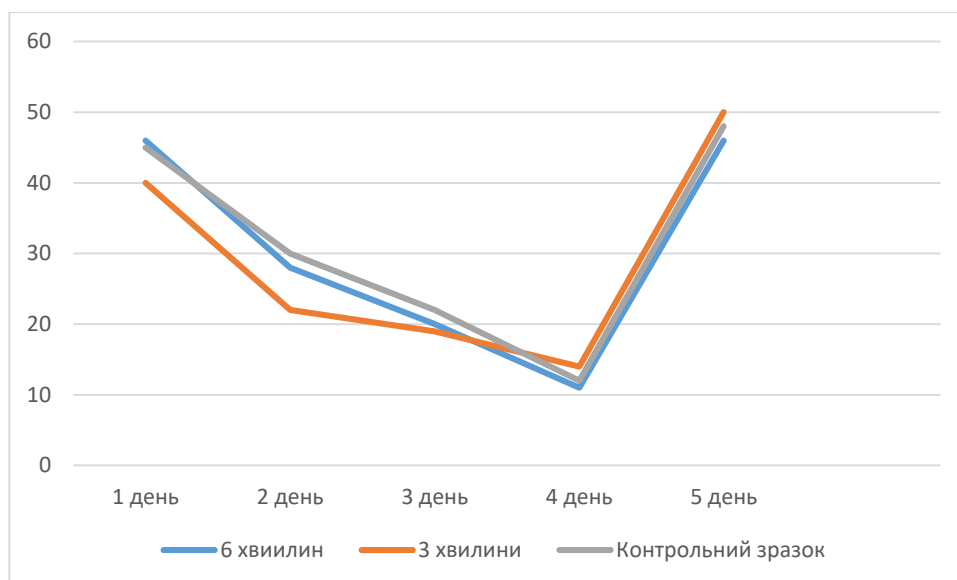


Рисунок 3.11 – Діаграма насиченості кольорів піддослідного № 4

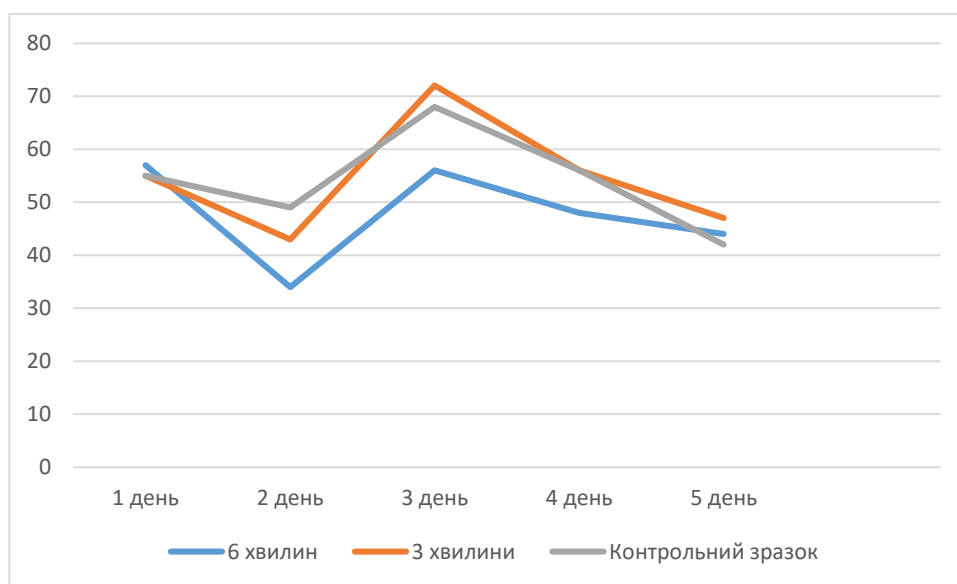


Рисунок 3.12 – Діаграма яскравості кольорів піддослідного № 4

Підослідний № 5

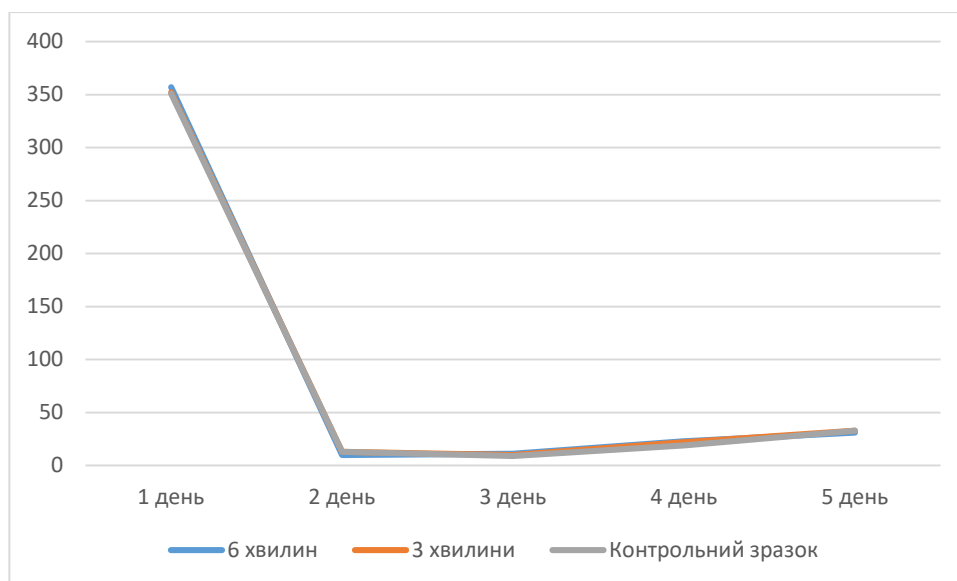


Рисунок 3.13 – Діаграма відтінків кольорів підослідного № 5

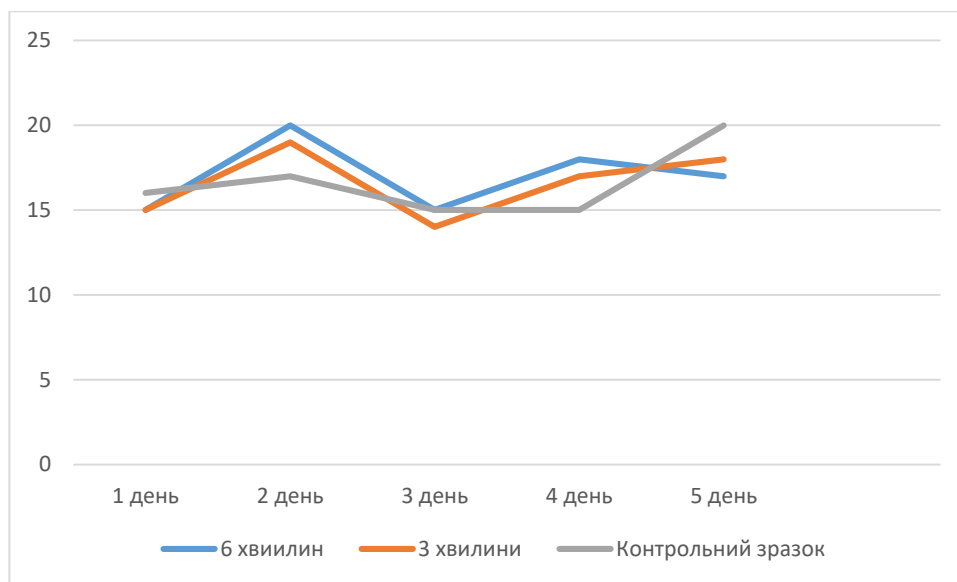


Рисунок 3.14 – Діаграма насиченості кольорів підослідного № 5

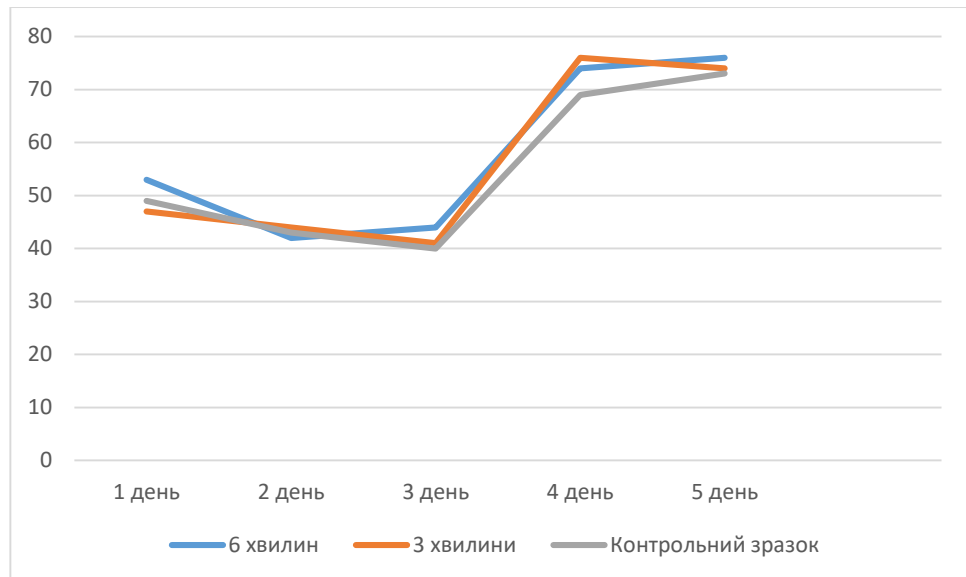


Рисунок 3.15 – Діаграма яскравості кольорів піддослідного № 5

3.3 Висновки

З діаграм ми бачиво що є коливання у динаміці впродовж всіх 5 днів, але різниця абсолютно мінімальна. Тож, можемо дійти до висновку, що цей метод не допомагає у загоєнні ран після татуювання. Але це не означає, що потрібно взагалі відмовитися від цієї процедури. Хоча і справді цей метод не допоможе суттєво загоїти місце татуювання, але він допомагає з одним з найважливіших етапів у татуюванні, а саме глибоке дезинфікування. Тому я вважаю що все ж таки холодна плазма має місце у сьогоdnішньому тату-бізнесі.

ВИСНОВКИ

В ході даної роботи було проведено дослід на тему впливу холодної атмосфери плазми на загоєння ран після татуювання. У експерименті було використано апарат холодної плазми типу “dielectric barrier discharge” (DBD). Основними аргументами на користь вибору цього типу генератора стали можливість оброблення великих площ та відсутність необхідності у постійній подачі повітря.

Спочатку був зроблений короткий аналіз причин ефективності використання холодної плазми в медицині, розглянуті типові підходи до генерації холодної плазми та найпоширеніші типи генераторів. Потім, ми розглянули основні способи догляду за татуюванням та взагалі навіщо це потрібно. На основі огляду літератури я дійшов до висновку, що використання холодної плазми у тату-індустрії є цілком перспективним і що це потребує дослідження.

Після обробки рани протягом 6 та 3 хвилин піддослідна особа фотографувала місце татуювання протягом 5 днів. На основі цих фотографій та формату кольорів HSL я зробив діаграми динаміки загоєння.

Проаналізувавши графіки я дійшов до висновку, що холодна плазма майже не впливає на динаміку загоєння, але все ж таки варто використовувати цей метод, так як він вирішує інші проблеми пов’язані з татуюванням.

Всі вимоги методики експерименту вдалося виконати.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. R. O. Kolomiets “Cold Plasma Generator for Medical Use” *Plasma Medicine*, 7(1):1–6 (2017)
2. Laroussi M. “Low-temperature plasma in medicine”, *IEEE Transactions of Plasma Sciences*. (2009)
3. Clotilde Hoffmann, Carlos Berganza, and John Zhang “Cold Atmospheric Plasma: methods of production and application in dentistry and oncology” *Med Gas Res*. 2013
4. Dayun Yan,¹ Jonathan H. Sherman, and Michael Keidar “Cold atmospheric plasma, a novel promising anti-cancer treatment modality” *Oncotarget*. 2017 Feb 28
5. Hisham M. Abourayana and Denis P. Dowling “Plasma Processing for Tailoring the Surface Properties of Polymers” *Intech* 2015
6. Georg Daeschlein, Sebastian Scholz, Steffen Emmert, Sebastian von Podewils, Hermann Haase, Thomas von Woedtke, Michael Jünger “Plasma Medicine in Dermatology: Basic Antimicrobial Efficacy Testing as Prerequisite to Clinical Plasma Therapy” *Plasma Medicine*, 2(1-3): 33–69 (2012)
7. Isbary G., Shimizu T., Li Y.-F., Stolz W., Thomas H. M., Morfill G. E. and Zimmermann J. L.(2013), “Cold atmospheric plasma devices for medical issues”, *Expert Rev. Med. Device*, №10(3), pp. 367–377
8. Fridman G., Friedman G., Gutsol A., Shekhter A., Vasilets V. and Fridman A. (2008), “Applied plasma medicine”, *Plasma Processes and Polymers*, №5. pp. 503-533.
9. Operating Instruction for piezobrush® PZ2 handheld device. (2013), Available at: https://www.relyon-plasma.com/wp-content/uploads/2016/05/piezobrush-pz2-plasma-handheld-manual-ML_F0351300.pdf

10. R. D. Robinson, K. Gutsol, A. Rabinovich, A. Fridman (2012), “Plasma acid production in a gliding arc plasmatron”, *Plasma Medicine*, vol. 2(4) pp. 249-258.
11. R.O. Kolomiets, T.M. Nikitchuk,, D.C. Morozov, O.V. Hrek, “Application of cold atmospheric plasma for the sterilization of objects of complex form” *Zhytomyr State Technological University*, pp. 1-6 (2018)