

УДК 621:615.831.6

*І.О.Грибанова, студент гр. ПБ-62м, к.т.н., доц. Клочко Т.Р.
КПІ ім. Ігоря Сікорського*

МЕТОД РЕГЕНЕРАЦІЇ ШКІРИ ЖИВОГО ОРГАНІЗМУ

Анотація. В статті запропоновано метод лікування ураження шкірного покриву використанням інтегрованої фізіотерапевтичної хвилі випромінювання. Вплив визначених режимів дає змогу прискорити процес регенерації внаслідок залучення ферментів та інших компонентів крові, сполучених структур до пришивлення процесів окиснення та відновлення. Запропоновані режими істотно впливають на регенерацію ран, опіків тощо, тобто випромінювання значно зменшило локальні пошкодження шкіри.

Ключові слова: оптичне випромінювання, фотобіостимуляція, регенерація, біологічні тканини, хромотерапія.

ВСТУП. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Сучасні клінічні дослідження впливу лазерного випромінювання на загоєння ран демонструють позитивні ефекти щодо регенерації, як післяопераційних асептичних, так і неопераційних інфікованих ран.

Зібрані наразі дані та результати дослідів дають змогу впроваджувати хромотерапію у систему швидкої невідкладної медичної допомоги, військово-польову, екстремальну, спортивну медицину. Адже своєчасна допомога для організму щодо активації його ресурсів та запуску механізму регенерації для лікування уражених, відкритих участків, принесе користь для медицини в цілому. Зменшення часу прийому лікаря, витраченого на лікування пацієнта, дасть змогу приділити увагу більшій кількості постраждалих та знизити використання ресурсів медичних закладів, що призведе до здешевлення вартості лікування для самого пацієнта.

Тому виникає питання щодо створення такого методу лікування, який стане максимально ефективним для регенерації пошкоджених зовнішніх участків організму та економічно вигідним при створенні таких приладів і в їхньому впровадженні. Отже, необхідно дослідити часові режими, час експозиції для кожної з досліджуваних довжин хвиль, швидкості розповсюдження поглиненої енергії по тканинах та вплив на форменні компоненти крові, що надасть можливості визначення нових режимів інтегрованого оптичного випромінювання для підвищення ефективності фізіотерапевтичного впливу.

ОГЛЯД ПОПЕРЕДНІХ РОБІТ

Лікування пошкоджень шкіри є багатозадачним процесом, який базується на регенерації різних біологічних структур. На макрорівні це має клінічні ефекти, такі як загоєння ран, виразок, зменшення набряків, позбавлення пацієнта від шрамів. Отже, фотостимуляція є одним із немедикаментозних методів, який має знеболюючу, протизапальну, імуностимулюючу дію.

Більшість останніх досліджень проводяться при $\lambda = 650$ нм та $\lambda = 1047$ нм. Ефективність саме цих довжин хвиль було доведено багатьма дослідями, адже на сьогодні це найбільш досліджене випромінювання [1]. Проте, існують роботи, які підтверджують, що використання $\lambda = 470$ нм та $\lambda = 530$ нм може істотно впливати на біологічні системи, поліпшуючи фоторегенерацію

покривного шару живого організму. Деякі вчені наполягають на використанні декількох довжин хвиль одночасно в залежності від типу проблеми (рубець, виразка тощо) [2].

Енергія, яка поглинається поверхневими структурами, перетворюється в теплову енергію, причому біологічні тканини живого організму поглинають випромінену енергію неоднаково. Тому у кожному випадку потрібно враховувати коефіцієнт поглинання опроміненої ділянки. Проведена серія дослідів показала зв'язок між коефіцієнтами поглинання хромофорів шкіри та води і довжинами хвиль електромагнітного випромінювання; здійснено лікування тварин, які підлягали усипланню у зв'язку з неможливістю вилікувати їхні відкриті рани тільки медикаментозними засобами, та доведено ефективність проведеної методики стрімким покращенням загального стану організму та поліпшенням показників крові. Також дослідники представили серію апаратів, які не тільки мають терапевтичний ефект, а й використовують зворотній зв'язок для контролю процесу [3].

Також у роботі [4] досліджено форменні елементи крові, які опромінювались різними довжинами хвиль. У результаті були наведені дані щодо поглинання випроміненої енергії деякими біологічними компонентами. Так лейкоцити активно поглинають випромінювання з довжиною хвилі 480 нм, а еритроцити – 530 та 630 нм, причому деякі кров'яні структури мають навіть три пікових точки поглинання енергії.

Група вчених з інституту експериментальної та клінічної травматології Людвіга Болтцмана досліджували вплив синіх LED (Light-emitting diode) діодів на загоєння ран щурів. Науковці порівняли ефекти від синіх та червоних світлодіодів та навели гістологічний, морфометричний, статистичний аналіз, провели кількісну ПЛР (полімеразна ланцюгова реакція) реальному часі та визначили, що саме використання 470 нм істотно впливає на регенерацію покращуючи перфузію шляхом виділення оксиду азоту з нітрозильних комплексів з гемоглобіном в моделі шкіри щурів [5].

Перспективним напрямом залишається дослідження впливу лазерного випромінювання і світлодіодів комплексно. Так було зроблено спробу використовувати лазерний апарат з інфрачервоним та червоним випромінюванням у комплексі з $\lambda = 470$ нм або $\lambda = 525$ нм світлодіодами, які ще мали у своєму складі 12 інфрачервоних світлодіодів. Однак прикладання матриці з діодами до ураженої шкіри, навіть якщо використовували у якості попередження інфікування чохол із тонкого поліетилену, може спровокувати зараження іншого пацієнта через недбалість персоналу при заміні матеріала, що покриває діоди [6]. Проте, існуючі методи у повному обсязі не задовольняють поставлених задач, тому метою роботи є створення методу формування інтегрованої фізіотерапевтичної хвилі, яка сприяє пришвидшеній регенерації тканин живого організму.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Методика запропонованої фоторегенерації уражених, поверхневих тканин полягає у формуванні спільного впливу інтегрованого випромінювання,

що складається з трьох довжин хвиль. Спочатку здійснюється опромінення довжиною хвилі $\lambda = 530$ нм, що призводить до поглинання енергії кров'яними структурами і у подальшому стимулює процес регенерації біологічних мікроструктур.

Далі проведено вплив $\lambda = 630$ нм на прилеглі ділянки, що призводить до покращення метаболізму, активації цих структур.

Заключним етапом є використання $\lambda = 460$ нм, що співвідноситься з посиленою епітелізацією внаслідок включення в процес регенерації цитохрома, оксидази.

Стимуляція інтегрованим випромінюванням біологічних мікроструктур пришиває реакції відновлення та окислення в тканинах організму. Отже, цитохром бере участь у нормалізації окисно-відновних реакцій, процесах тканинного дихання, зменшення гіпоксії шкірних покривів. Оксидази є ферментами, що змінюють швидкість реакцій окиснення або відновлення. Тому, при коректному методі стимуляції цих компонентів, відбувається пришивлення загоювання ран.

Для ефективного впливу на осередок ураження достатньо проводити процедуру через день, враховуючи методику досліджену в роботі [7]. Тривалість процедури 5 сеансів. Загальний час опромінення тканин залежить від площі ушкодження. Режими випромінювання згідно з запропонованим методом приведено в таб. 1.

Таблиця 1. Режими випромінювання

	1-й етап	2-й етап	3-й етап
Довжина хвилі, нм	$\lambda_1 = 530$	$\lambda_2 = 630$	$\lambda_3 = 460$
Час опромінення, с / см ²	5	8	5
Потужність випромінювання, мВт	3,5-5,5		

ВИСНОВКИ

Запропоновано нову методику формування інтегрованої фізіотерапевтичної хвилі, яка підвищує метаболічні реакції організму і, тим самим, сприяє регенерації тканин. Цю методику належить застосовувати у військово-польовій, екстремальній, спортивній медицині.

Подальші наукові дослідження спрямовані на визначення розповсюдження теплових полів в біологічній тканині при впливі інтегрованої фізіотерапевтичної хвилі та вдосконалення часових режимів впливу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Свириденко Л. Ю. Динамика раневого процесса после воздействия высокоэнергетического лазерного излучения с длиной волны 1,047 мкм на кожу и подлежащие мягкие ткани (экспериментально-гистологическое исследование) / Л. Ю. Свириденко // Фотобіологія та фотомедицина. – 2017. – №1,2. – С. 55–63.
2. Изменение иммунореактивности у пациентов с гнойно-септическими

ранами нижніх кінечностей на фоні сахарного діабета II типу після светового впливу / Е. М. Климова, А. М. Коробов, Ю. В. Иванова та ін. // Фотобіологія та фотомедицина. – 2017. – №1,2. – С. 64–72.

3. Дастжерді А. Х. М. Метод комплексного лазерофотолізу при лікуванні рубцевих утворень та відкритих ран / А. Х. М. Дастжерді, Т. Р. Клочко, С. М. Ткаченко // ВІСНИК НТУУ "КПІ", серія Приладобудування. – 2007. – №34. – С. 148–154.

4. Дастжерді А. Х. М. Физиотерапевтический метод комплексного воздействия на рубцовые ткани / А. Х. М. Дастжерді, Т. Р. Клочко, В. Ф. Рассохин // ВІСНИК НТУУ "КПІ", серія Приладобудування. – 2006. – №32. – С. 139–145.

5. Light therapy by blue LED improves wound healing in an excision model in rats / N. Adamskayaa, P. Dungal, R. Mittermayr та ін. // Injury. – 2011. – С. 917–921.

6. Байбеков И. М. Сравнительная оценка влияния на кожу, микроциркуляцию и эритроциты воздействия излучением лазеров и светодиодов при лечении угрей / И. М. Байбеков, Ф. Ф. Хашимов // Фотобіологія та фотомедицина. – 2014. – №3,4. – С. 54–58.

7. Клочко Т. Р. Вплив режимів світлового електромагнетного випромінювання на еритроцити барана / Т. Р. Клочко, А. Х. М. Дастжерді, Є. О. Коваленко та ін. // ВІСНИК НТУУ "КПІ", серія Приладобудування. – 2008. – №36. – С. 143–150.