

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ФОТОАКТИВОВАНОЇ ДЕЗІНФЕКЦІЇ КОРЕНЕВИХ КАНАЛІВ ЗУБІВ

А.К.Ніколішин, Ю.В.Сідаш, В.І.Доценко, В.І.Макаренко

Вищий державний навчальний заклад України
«Українська медична стоматологічна академія»
36024 м.Полтава-24, вул.Шевченка,23
тел.: (05322)7-05-39, факс: 7-05-39

УДК 616.314.16-085.28:615.831

У роботі досліджені спектри світлового випромінювання багатофункціонального апарату «UFL-122», фірми «Люкс-Дент» м.Київ, і поглинання розчинів фотосенсибілізаторів (метиленовий синій, ріванол, хлорофіліт). Обумовлена можливість використання джерела світла «UFL-122» для фотосенсибілізації розчинів метиленового синього, ріванолу, хлорофіліту. Вивчена поглинальна здатність розчинів вказаних фотосенсибілізаторів і визначена їх оптична густина.

Ключові слова: кореневі канали, дезінфекція, оптичне випромінювання, фотоактивація, довжина хвилі, фотосенсибілізатор, оптична густина, світлопропускання.

Незважаючи на успіхи ендодонтичного лікування ускладненого карієсу (пульпіт, періодонтит), пошук нових способів дезінфекції кореневих каналів залишається актуальним [2, 4].

У медицині широко використовується фотодинамічна терапія (ФДТ) [13]. ФДТ - це розділ фототерапії, який базується на використанні фотодинамічного пошкодження пухлинних та бактеріальних клітин в ході фотохімічної реакції [10]. Цей метод досить швидко впроваджується в сучасну стоматологію.

Антибактеріальна ФДТ ефективно використовується для лікування інфекційно-запальних процесів щелепно-лицьової ділянки [7, 8, 9].

При використанні ФДТ для досягнення лікувального ефекту потрібне світло певної довжини хвилі, необхідний лікарський препарат (сенсибілізатор) і кисень. При цьому у середину відповідної порожнини вводять спеціальну хімічну речовину – розчин фотосенсибілізатора з наступним опроміненням його світлом [1]. Фотоактивована дезінфекція (ФАД) реалізується завдяки утворенню комплексу барвника з моноклональними антитілами. Відомо багато речовин, які мають фотосенсибілізуючу дію. Серед них такі сполуки, як хлорофіл, еритрозин, флюоресцин, рибофлавін, метиленовий синій та ін.. Фотосенсибілізатори (ФС) – це хімічні сполуки, молекули яких під дією світла видимої

частини спектру здатні переходити у збуджений стан, а при поверненні - в основний; передавати отриману енергію іншим сполукам, збуджуючи молекулу цієї сполуки. Роль акцептора енергії виконує кисень, який під дією ФС переходить в синглетну форму – аніон-радикал – надзвичайно активну сполуку, яка індукує цитотоксичні реакції, в основі яких лежить окислення. Взаємодіючи з білками та іншими макромолекулами, синглетний кисень запускає каскад реакцій вільних радикалів, в результаті яких пошкоджуються біологічні структури.

Принцип дії ФАД ґрунтується на тому, що молекули ФС прикріплюються до мембран бактерій. Після опромінення світлом певної довжини хвилі, яка відповідає максимуму поглинання, утворюється атомарний кисень, який руйнує стінки бактеріальної клітини і призводить їх до загибелі. При цьому важливим аспектом є той факт, що дві складові компоненти при використанні окремо не викликають інактивації бактерій [3, 11].

Ефективна довжина хвилі при яких система адсорбує світлову енергію і як наслідок генерує вільні радикали різна і залежить від виду ФС. Отже, при використанні ФДТ в ендодонтії для досягнення необхідного терапевтичного ефекту необхідно для ФС підібрати світло певної довжини хвилі і забезпечити його доступ до верхівкової частини кореневого каналу [12]. Як правило, в якості джерела світла в медичній практиці для здій-

снення ФДТ використовують лазер, який дає монохроматичне випромінювання. Слід зазначити, що лазер не має досить широкого розповсюдження в стоматологічних клініках, і тому можливість його використання обмежена. Разом з тим, в цих клініках, як правило, присутні джерела світла, які використовуються для затвердіння фотополімерних матеріалів [5,6].

В зв'язку з цим метою нашого дослідження стало обґрунтування оптимального вибору ФС і можливості використання фотополімеризатора в якості джерела випромінювання світла для здійснення ФДТ кореневих каналів.

Матеріали та методи дослідження.

Для досягнення поставленої мети нами було досліджено декілька розчинів ФС (метиленовий синій (МС) – 2; 1; 0,1; 0,01%, риванол (Р), хлорфіліпт (Х). В якості джерела світла використовували апарат «UFL-122» з світловодом на основі оптичного волокна.

Світловоди в нашому випадку необхідні для доставки світла до апексу кореневого каналу.

За допомогою монохроматора УМ-2 та фотоелектроколориметра ФЭК-2 були отримані спектри поглинання розчинів ФС. Аналіз спектрального складу випромінювання джерела світла – апарату «UFL-122» фірми Люкс Дент, який використовується в терапевтичній стоматології, здійснювався за допомогою монохроматора УМ-2, а інтенсивність випромінювання на виході світловоду – за допомогою вимірника інтенсивності.

Результати дослідження і їх обговорення.

На рис.1 представлені залежності коефіцієнта пропускання від довжини хвилі для трьох, вивчених нами ФС. Так як мінімуми пропускання відповідають максимумам поглинання, видно, що МС має смугу поглинання, яка відповідає довжинам хвиль 500-700нм з максимумом при 664нм, хлорфіліпт – 350-470нм і 600-710нм з максимумами 410нм і 670нм, відповідно, риванол – 350-480нм з максимумом 420нм.

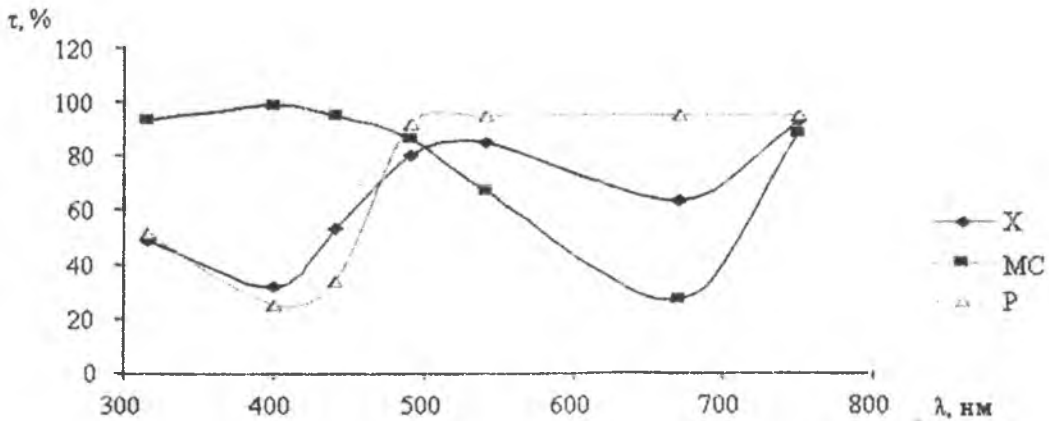


Рис. 1. Графік залежності коефіцієнта пропускання від довжини хвилі для фотосенсибілізаторів

Прилад «UFL-122» забезпечує оптичне випромінювання у п'яти різних спектральних діапазонах видимої ділянки спектру. В якості джерела світлового потоку в ньому використовується кварцово-галогенна лампа Philips (13164) потужністю 200Вт. Система інтерференційних фільтрів дає можливість виділити необхідні ділянки спектра і максимально поглинути інші складові, в тому числі ультрафіолетового та інфрачервоного діапа-

зонів. Якість фільтрів визначається трьома показниками випромінювання на виході із фільтра: по-перше, розміщенням фактичної смуги спектра випромінювання відносно смуги пропускання; по-друге, ефективністю випромінювання; по-третє, складом «фонового» випромінювання.

Для підведення енергії випромінювання до потрібної ділянки об'єкту, використовується світловод на основі оптичного во-

локна. Він виготовлений із гнучкого скловолоконного джгута діаметром 8мм і довжині не менше 1,3м. Волокна джгута мають діаметр 30-59мкм і забезпечують коефіцієнт пропускання світлового потоку 50-55%. Волокно складається із сердечника (кварцове волокно, багатокомпонентне волокно на основі кварцу, полімерне волокно із поліметилметакрилату), по якому поширюється світло, і оболонки. Втрати у волокні вже введеного випромінювання визначаються матеріалом сердечника і довжиною світлової хвилі. Ос-

новні втрати відбуваються на зломах і механічних пошкодженнях. Найбільш складною є проблема введення випромінювання у волокно, оскільки втрати, в першу чергу, визначаються числовою апертурою із-за високої розбіжності світлового пучка.

На рис.2 зображено спектри випромінювання джерела світла (регулятор потужності в положенні Іmax) для трьох світлофільтрів (UF – синій (1), G – зелений (2), R – червоний (3)) при використанні світловодів різного діаметру.

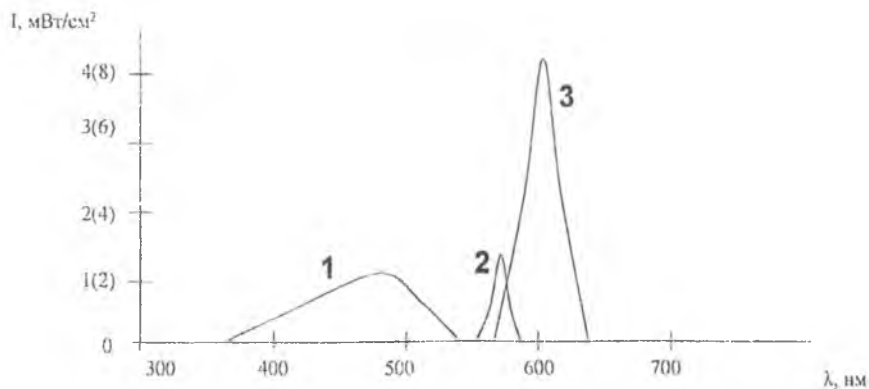


Рис. 2. Спектри випромінювання джерела світла для трьох світлофільтрів при використанні світловодів різного діаметру.

Аналіз спектрів випромінювання показує, що максимум для UF фільтра відповідає $\lambda = 487\text{нм}$, для G – $\lambda = 567\text{нм}$, для R – $\lambda = 602\text{нм}$.

Порівнюючи спектри поглинання відповідних розчинів і спектри випромінювання приладу «UFL-122», можна зробити висновок, що найбільший ефект можна очікувати при опроміненні розчину МС червоним світлом, хлорофіліпту – синім або червоним, риванолу – синім.

Другим важливим моментом є абсорбція світла безпосередньо розчином ФС, який знаходиться у кореновому каналі. У абсорбційній колориметрії здійснюють вимірювання

коефіцієнта пропускання τ ($\tau = \frac{I}{I_0}$, де I – інтенсивність світла, що пройшло крізь розчин, I_0 – інтенсивність падаючого паралельного пучка променів, що проникає у речовину) та оптичної густини середовища D ($D = \lg \frac{1}{\tau}$).

Значення τ залежать від довжини хвилі світла (частоти), при якій виконуються вимірювання. Якщо джерело дає біле світло, то для звуження діапазону довжин хвиль використовують світлофільтри.

В основі колориметричного (абсорбційного аналізу) лежить закон Ламберта — Бера:

$$I = I_0 e^{-k_v c d},$$

де d — товщина шару речовини; k_v — коефіцієнт поглинання, який залежить від довжини хвилі (частоти) падаючого світла, хімічної природи і стану речовини. Згідно цього закону оптична густина $D = 0,435 k_v c d$.

Для дослідження оптичної густини розчинів ФС нами було проведено ряд експериментів за допомогою фотоелектроколориметра ФЭК-2 з розчинами МС трьох різних концентрацій для спектрального діапазону 640-700нм, з розчином хлорофіліпту для двох діапазонів – 340-460нм і 640-700нм та

розчином ріванолу для діапазону – 340-460нм.

Для кожного із трьох випадків за результатами експерименту були побудовані графіки залежності оптичної густини розчинів ФС D від товщини його шару d . Аналіз отриманих графіків (рис.3, 4, 5) показує, що для всіх розчинів D , як і виходить із формули, лінійно зростає із збільшенням товщини шару. Для розчину МС (рис.3) із зрос-

танням концентрації нахил графіку збільшується.

В розчині хлорфіліпту для діапазону 340-460нм оптична густина приблизно вдвічі більша ніж для діапазону 640-700нм (рис.4).

Для розчину ріванолу у відповідному діапазоні (рис.5) оптична густина у порівнянні з попередніми розчинами найменша.

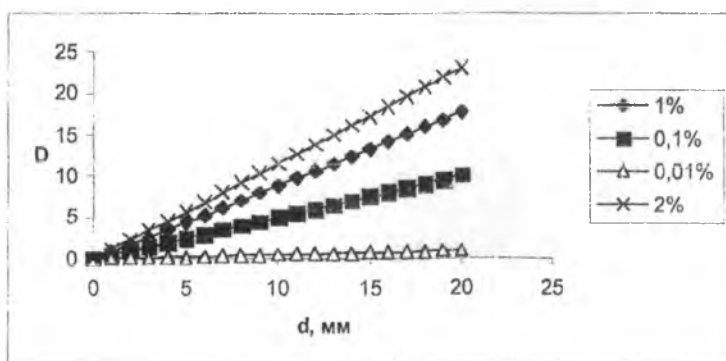


Рис. 3. Графіки залежності оптичної густини розчину (D) метилєнового синього різної концентрації (2%, 0,01%) від товщини поглинального шару(d)

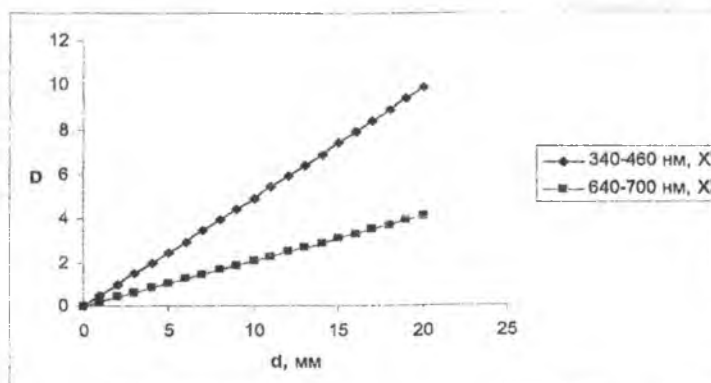


Рис. 4. Графіки залежності оптичної густини (D) хлорфіліпту від товщини поглинального шару (d) для довжин хвиль в двох діапазонах

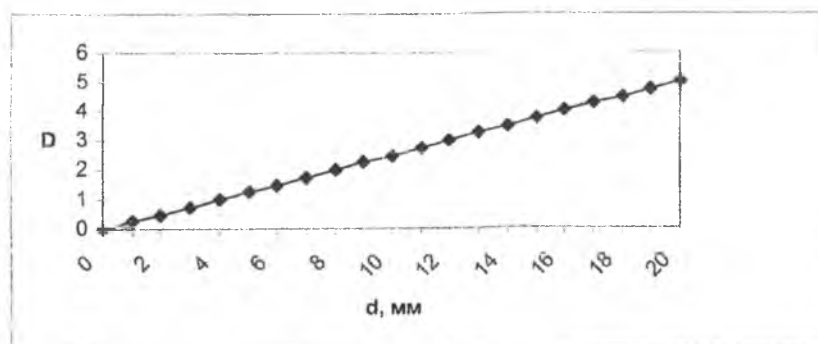


Рис. 5. Графік залежності оптичної густини (D) ріванолу від товщини поглинального шару (d)

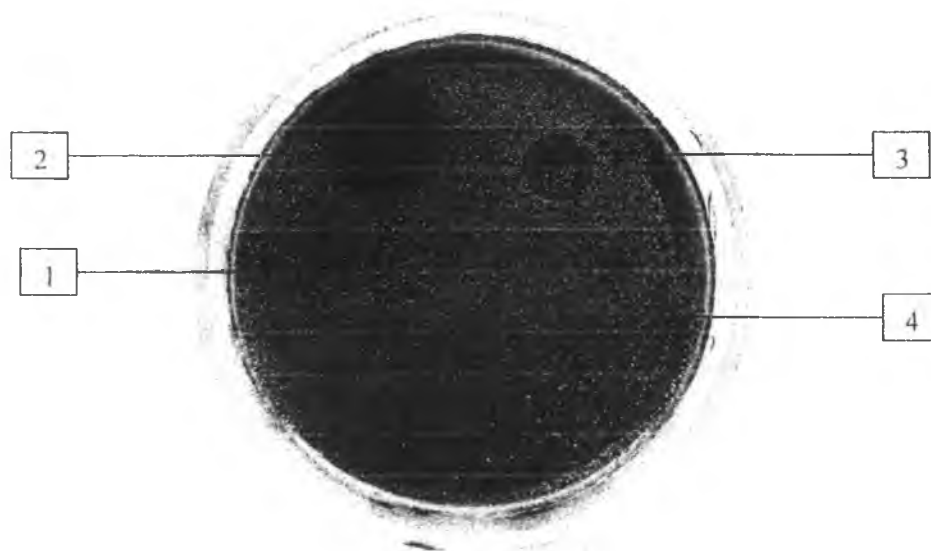


Рисунок 6. Зони лізису культури стрептококу на кров'яному агарі під впливом червоного світла (545-640 нм) при наявності розчинів ФС

Детальне дослідження можливостей фотоактивованої дезінфекції за допомогою цих трьох фотосенсибілізаторів і джерела світла «UFL-122» буде представлено нами у наступній роботі, а зараз в якості приклада ми наводимо дані (рис.6) про вплив червоного світла на культуру стрептококів при наявності розчинів трьох фотосенсибілізаторів (метиленовий синій (1% розчин) – 1, метиленовий синій (2% розчин) – 2, хлорофіліпт – 3 і ріванол – 4). Добре видно, що найбільша зона лізису спостерігається для 2% розчину метиленового синього, а для розчину ріванолу лізис взагалі відсутній. Тому що дослідження на культурі стрептококу проводилось з розчинами ФС при опроміненні їх червоним світлом максимум випромінювання якого припадає на довжину хвилі – $\lambda = 602 \text{ нм}$, що лежить поза смугою поглинання для ріванолу – синє світло (350 - 480 нм). Тому цей розчин не створює фотосенсибілізуючої дії.

Висновок

Таким чином можна стверджувати, що розчини метиленового синього, хлорофіліпту і ріванолу можна використовувати для фотоактивованої дезінфекції, зокрема дезінфекції корневих каналів за допомогою джерела світла «UFL-122».

Література

1. Иванов К. Н. Антимикробное действие излучение гелий-неонового лазера на микрофлору корневых каналов, сенсibilizированную метиленовой синью, при хронических периодонтитах : автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. мед. наук.: спец. 03.00.07 «Микробиология», спец. 14.00.21 «Стоматология» / К. Н. Иванов. – Волгоград, 2004. РГБ. – 23с.
2. Лейф Тронстад. Клиническая эндодонтия / Лейф Тронстад ; пер. с англ. Т. Ф. Виноградовой. – М.: МЕДпресс-информ, 2006. – 288 с.
3. Наумович С. А. Фотодинамическая терапия в лечении заболеваний периодонта / С. А. Наумович, А. В. Кувшинов // Белорусский медицинский журнал. – 2007. – № 1. – С. 71–75.
4. Николишин А. К. Современная эндодонтия практического врача / Николишин А. К. – Полтава : Дивосвіт, 2007. – 4-е изд. – 236 с.
5. Петрушенко Д. К. Стоматологичні фотополімеризатори / Д. К. Петрушенко // Новини стоматології. – 1998. – №1. – С. 52–54.
6. Пол Д. Хэммсфар. Технология светового отверждения: прошлое, настоящее и будущее / Пол Д. Хэммсфар, Майкл Т. О'Коннор, Ксюлинг Ванг // Дент Арт. – 2006. – № 3. – С. 64–67.
7. Пол Ламбрехт. Фотоактивируемая дезинфекция – пейнбол-терапия в эндодонтии / Пол Ламбрехт // Дент Арт – 2007. – №1. – С. 65–66.
8. С. Дж. Бонсор. Микробиологическая оценка фотоактивируемой дезинфекции в эндодонтии (исследования in vivo) / Дж. Бонсор, Р. Ничол, Т. М. С. Райд и др. // Стоматолог Инфо. – 2007. – № 01. – С. 22–26.

9. С. Дж. Бонсор. Современные возможности клинического применения фотоактивируемой дезинфекции в реставрационной стоматологии / С. Дж. Бонсор, Гэйвин Дж. Пирсон // Клиническая стоматология. – 2006. – №4. – С. 20-24.

10. Страданко Е. Ф. Исторический очерк развития фотодинамической терапии / Е. Ф. Страданко // Лазерная медицина. – 2002. – Т.6, №1. – С.4-8.

11. Hamblin M.R. Photodynamic Therapy: a new antimicrobial approach to infectious disease? / M.R.Hamblin, T. Hasan // Photchem. Photobiol. Sci.

– 2004. Vol. 3. – P. 436-450.

12. Soukos N.S. Photodestruction of human dental plaque bacteria: enhancement of the photodynamic effect by photomechanical waves in an oral biofilm model / N.S.Soukos, S.E. Malhalland, S.S. Socransky, A.G. Doukas // Laser in Surgery and Medicine. – 2003. – Vol. 33. – P.161-168.

13. Pervaiz S.H. Frontiers in research review: cutting-edge molecular approach to therapeutics art and science of photodynamic therapy / S.H. Pervaiz, M. Olivo // Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology. – 2006. Vol. 33. – P.551-556

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОТОАКТИВИРУЕМОЙ ДЕЗИНФЕКЦИИ КОРНЕВЫХ КАНАЛОВ ЗУБОВ

А.К.Николишин, Ю.В.Сідаш, В.І.Доценко, В.І.Макаренко
Українська медичинська стоматологічна академія, г. Полтава

В работе исследованы спектры светового излучения полифункционального аппарата «UFL-122», фирмы «Люкс-Дент» (г.Киев) и поглощения растворов фотосенсибилизаторов (метиленовый синий, риванол, хлорофиллит). Обоснована возможность использования источника света « UFL-122» для фотосенсибилизации растворов метиленового синего, риванола и хлорофиллита. Изучена поглощающая способность растворов указанных фотосенсибилизаторов и определена их оптическая плотность.

Ключевые слова: корневые каналы, дезинфекция, фотоактивация, растворы, длина волны, фотосенсибилизатор, оптическая плотность, светопоглощение.

SOME ASPECTS OF USING THE TEETH ROOT CHANNELS PHOTOACTIVATED DESINFECTION

A.K.Nikolishin, Yu.V.Sidash, V.I.Dotsenko, V.I.Makarenko
Ukrainian Medical Stomatologic Academy, Poltava

A light radiation spectrums of polyfunctional device "UFL-122" of "Lux-Dent" firm (Kiev) are investigated in this paper and spectrums of absorptions photosensitizes solutions (methane dark blue, rivanol, chlorophyllipt).

A possibility using a source of light of "UFL-122" for the photosensibilization of methane dark blue solutions, rivanol and chlorophyllipt is substantiated. Absorbent ability of solutions of the indicated photosensitizing drugs is studied and determined their optical consistence.

Key words: root canals, radiation, desinfection, photoactivation, solutions, wave-length, photosensitizing drugs, optical consistence, light absorption.

© А.К.Ніколішин, Ю.В.Сідаш, В.І.Доценко, В.І.Макаренко, 2009