

УДК 616.314.16-085.28:615.83

Сідаш Ю.В.

## БІОФІЗИЧНІ АСПЕКТИ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА СВІТЛОПРОНИКНОСТІ ТВЕРДИХ ТКАНИН ТА ПОВЕРХНЕВОГО НАТЯГУ АНТИСЕПТИЧНИХ РОЗЧИНІВ НА СИСТЕМУ КОРЕНЕВИХ КАНАЛІВ ЗУБІВ

Українська медична стоматологічна академія, м. Полтава

*В ендодонтичній практиці використовуються антисептичні засоби різних фармакологічних груп для медикаментозної обробки кореневих каналів. Структура кореневого каналу та її гілок, яка є основним резервуаром великої кількості бактерій, та, з геометричних та фізичних причин, є найбільш важкою з одного боку, для передачі енергії світлового випромінювання, а з іншого боку – для досягнення їх наповнення розчином відповідного фотосенсибілізатора. У зв'язку з цим, метою нашого дослідження було вивчення особливостей передачі світла твердими тканинами зубів, а також поверхневий натяг розчинів фотосенсибілізаторів. Нами вивчено поверхневий натяг антисептичних розчинів 3% гіпохлориту натрію, 0,06% хлоргексидину беглюконату, 1% спиртового хлорофіліпту, 2% метиленового синього, 3% перекису водню, 0,1% лактату етакридину, які широко застосовуються в обробці кореневих каналів, і деякі з них мають фотосенсибілізуючий ефект. Експериментально вимірювали їх коефіцієнт поверхневого натягу, щоб визначити можливість проникнення рідини в порожнину невеликого перерізу. Вивчено коефіцієнт передачі світла з твердих тканин зуба. Таким чином, 1% спиртовий розчин хлорофіліпту буде легше заповнювати дентинні каналці невеликого перерізу, ніж водні розчини фотосенсибілізаторів, оскільки його фактор поверхневого натягу є найменшим з усіх вивчених розчинів. Визначено можливість комбінованого використання світлового випромінювання з дезінфікуючими розчинами для фотоактивованої терапії та антисептичного лікування кореневих каналів взагалі.*

Ключові слова: кореневий канал, коефіцієнт пропускання світла, коефіцієнт поверхневого натягу.

Стаття є фрагментом ініціативної теми: «Механізми впливу хвороботворних факторів на стоматологічний статус осіб із соматичною патологією, шляхи їх корекції та блокування» №0112U004469; кафедра терапевтичної стоматології; проф. Петрушанко Т.О.

### Вступ

У ендодонтичній практиці для медикаментозної обробки кореневих каналів використовуються антисептичні засоби різних фармакологічних груп (окисники, галогени, барвники і т.д.). Крім антимікробних властивостей, ці засоби повинні підвищувати регенераторні властивості кісткової тканини, не подразнювати періодонт, а також мати високий ступінь проникнення антисептиків в систему макро-, мікророзгалужень кореневих каналів, що безпосередньо пов'язано з поверхневим натягом розчинів. Відомо, що більш глибоко проникають ті розчини, які мають низький поверхневий натяг. [1,2,3,4]

У нашій попередній роботі [5] було показано, що існує принципова можливість використання фотополімеризаційного джерела світла «UFL-122» фірми ЛюксДент та антисептичних розчинів для проведення фотоактивованої дезінфекції кореневих каналів, якість якої у значній мірі визначає успіх ендодонтичного лікування.

Нами була встановлена відповідність спектрів випромінювання джерела світла «UFL-122» і смуг поглинання лікарських речовин, які мають фотосенсибілізуючу дію – 2% розчину метиленового синього, 0,1% розчину етакридину лактату (ріванолу) та 1% спиртового розчину хлорофіліпту. Крім того, в якості доказу того, що фотоактивована дезінфекція має місце у ендодонтії, були продемонстровані мікробіологічні дослідження, при яких показано вплив світла, а також указаних фотосенсибілізаторів на культури мікроорганізмів. Так як ці дослідження проведені in

vitro на культурах, що виростили в чашках Петрі і під дією безпосереднього впливу відповідними променями, а in vivo фотоактивована дезінфекція повинна проводитись в специфічних умовах кореневих каналів, виникає необхідність рішення деяких проблем, зумовлених у першу чергу необхідністю забезпечення доставки енергії світлового потоку до об'єкту опромінення. [4] Особливу складність має будова кореневого каналу та його відгалуження, які є основним резервуаром великої кількості бактерій [2] і куди в силу геометричних і фізичних причин, з одного боку, найбільш важко передати енергію світлового випромінювання, а, з іншого – добитися їх заповнення розчином відповідного фотосенсибілізатора.

### Мета дослідження

В зв'язку з цим, метою нашого дослідження було вивчення особливостей пропускання світла твердими тканинами зуба, а також поверхневого натягу розчинів фотосенсибілізаторів. Саме величина коефіцієнта поверхневого натягу визначає можливість проникнення речовин у порожнину невеликого поперечного перерізу.

### Матеріали та методи дослідження

Для визначення коефіцієнта світлопроникності твердих тканин зубів людини в експерименті використовували зуби, що видалені за ортодонтичними показаннями. Їх розпилювали на дві рівні частини і отримували поздовжні шліфи товщиною 0,5 до 1,1 мм. В якості джерела світла використовували квазімонохроматичне світло

червоного кольору фотополімеризатора «UFL-122», максимум випромінювання якого припадає на довжину хвилі  $\lambda = 602 \text{ нм}$ . Пучок світла, що виходить зі світловода, направляли на фотоелемент фотоелектричного колориметра ФЭК-2. Змінюючи чутливість, встановлювали стрілку вимірювального приладу на максимум шкали. На шляху світлового променя розміщували досліджувані шліфи зубів і фіксували показання вимірювального приладу – коефіцієнт пропус-

$$\tau = \frac{I}{I_0}$$

кання за формулою  $\tau$  (де  $I$  – інтенсивність світла, що пройшло крізь розчин,  $I_0$  – інтенсивність падаючого паралельного пучка променів, що проникає у речовину).

Коефіцієнт поверхневого натягу розчинів фотосенсибілізаторів визначали за методом відливу краплі (відносний спосіб), який полягає в порівнянні коефіцієнтів поверхневого натягу досліджуваної рідини  $\alpha$  і еталонної  $\alpha_0$ , в якості якої використовували дистильовану воду.

Густину розчинів визначали методом пікнометра з точністю до  $1.0 \cdot 10^{-5} \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ . Для дослідження використовували: скляний колбоподібний кулястої форми пікнометр (з круговою міткою на шийці) об'ємом  $5 \text{ см}^3$ , який закривається глухою притертою пробкою, виготовлений згідно ГОСТ 7465-67, та аналітичні терези АДВ-200 (аналітичні демпферні терези) з граничним навантаженням  $200 \text{ г}$ .

Чистий пікнометр, не закритий пробкою, прогрівали в сушильній шафі при температурі  $100^\circ \text{C}$  протягом 10–15 хв. і після охолодження до температури  $36^\circ \text{C}$  зважували разом з пробкою. Наповнивши пікнометр до мітки дистильованою водою, зважували його. Потім після видалення води з пікнометра і осушування, зважували його після наповнення досліджуваною рідиною. Густина досліджуваної рідини обчислювали за формулою:

$$\rho_p = \frac{m_3 - m_0}{m_1 - m_0} \cdot (\rho_e - \rho_n) + \rho_n$$

де  $\rho_e$  – густина води;  $\rho_n$  – густина повітря;  $m_3$  – маса гир, що зрівноважують пікнометр з досліджуваною рідиною;  $m_1$  – маса гир, що зрівноважують пікнометр з водою;  $m_0$  – маса гир, які зрівноважують порожній пікнометр у повітрі.

Густина дистильованої води при температурах від  $0$  до  $100^\circ \text{C}$  досить точно досліджена (ОСТ ВКС 7283).

У мікробюретку об'ємом  $25 \text{ мл}$ , промиту хромовою сумішшю ( $5\%$ -й розчин двохромово-кислого калію в концентрованій сірчаній кислоті) та дистильованою водою, наливали приблизно  $10 \text{ см}^3$  досліджуваної рідини, відкривали кран і заповнювали рідиною вузьку частину бюретки нижче крана. Відкривши кран, забезпечували повільне витікання крапель і підраховували їх кількість  $n_p$  в фіксованому об'ємі. Аналогічно підраховували кількість крапель  $n_e$  такого ж об'єму еталонної рідини.

Коефіцієнт поверхневого натягу  $\sigma_p$  досліджуваної рідини розраховували за формулою:

$$\sigma_p = \sigma_e \cdot \frac{\rho_p \cdot n_e}{\rho_e \cdot n_p}$$

де  $\sigma_e$  – коефіцієнт поверхневого натягу дистильованої води, який визначається з таблиць.

#### Результати дослідження та їх обговорення

У зв'язку з тим, що на виході фотополімеризаційного джерела «UFL-122» світло розповсюджується по волоконно-оптичному світловоду діаметром  $8 \text{ мм}$ , що значно більше устя кореневого каналу для трансканального введення світлового потоку, виникає необхідність концентрації світла в оптичне волокно значно меншого діаметра. Ця задача була вирішена нами за допомогою фокона – конусовидного елемента волоконної оптики, який служить концентратором світла в оптичних системах з малою апертурою. За допомогою використаного нами набору фоконів можна було концентрувати світло у оптичні волокна діаметром  $0,1 \text{ мм}$ ,  $0,3 \text{ мм}$  чи  $0,4 \text{ мм}$ . В нашій роботі дослідження проведені лише для волокон діаметром  $0,4 \text{ мм}$ .

*Коефіцієнт пропускання світла твердими тканинами зуба*

Результати експерименту представлені у вигляді графіка, що показує залежність коефіцієнта пропускання  $\tau$ , вираженого у відсотках, від товщини  $h$  шліфа зуба, в міліметрах (рис. 1).

За результатами проведеного дослідження добре видно, що тканини зуба значно поглинають світло, однак, враховуючи високу концентрацію інтенсивності світла за рахунок фокона, можна вважати, що очікуваний ефект буде мати місце.

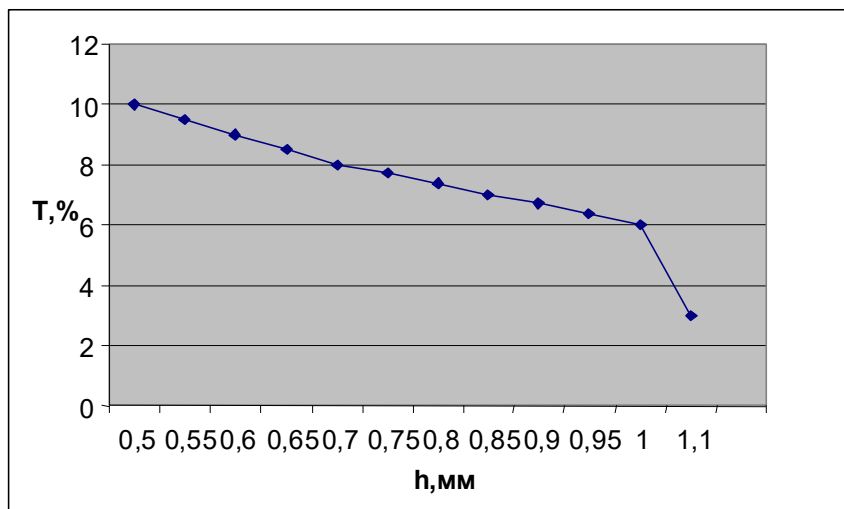


Рис. 1. Залежність коефіцієнту пропускання від товщини зразка

Таблиця 1  
Коефіцієнти поверхневого натягу досліджуваних рідин

	Назва розчину	$\sigma, \frac{мН}{м}$
1.	3% гіпохлорит натрію	68,30±0,1
2.	0,06% хлоргексидин біглюконат	71,50±0,1
3.	1% спиртовий хлорофіліпт	23,00±0,1
4.	2% метиленовий синій	68,20±0,1
5.	3% перекис водню	68,40±0,1
6.	0,1% етакридину лактат	70,00±0,1
7.	Дистильована вода	70,35±0,1

**Коефіцієнт поверхневого натягу досліджуваних рідин**

У табл.1. наведені значення коефіцієнтів поверхневого натягу для деяких антисептичних розчинів, які використовуються для медикаментозної обробки корневих каналів та деякі як розчини фотосенсибілізатори для фотоактивованої дезінфекції. Для практично всіх розчинів величини дуже близькі та лежать в інтервалі 68 – 72 мН/м, за виключенням 1% спиртового розчину хлорофіліпта, вона наближається до значення 23 мН/м. Отриманий результат пояснюється тим, що тільки розчин хлорофіліпту є спиртовим, тоді як всі інші розчини - водні (табл. 1).

До того ж ці розчини невеликої концентрації, отримані величини не дуже відрізняються від коефіцієнту поверхневого натягу води, який складає 72,86 мН/м. Відповідно для чистого спирту відповідна величина - 22,8 мН/м, що також знаходиться у відповідності з експериментально отриманим значенням для хлорофіліпта. За результатами дослідження 3% розчин гіпохлориту натрію, який найчастіше використовується в ендодонтичній практиці має коефіцієнт поверхневого натягу, близький до 2% розчину метиленового синього та 3% розчину перекису водню. Визначальним стало, що 0,06% розчин хлоргексидину біглюконат та 0,1% етакридину лактат мають найбільший коефіцієнт поверхневого натягу.

Відомо, що проникнення розчинів у дентинні каналці залежить від їх поверхневого натягу. Встановлено, що чим менше поверхневий натяг, тим краще проникнення розчину в систему мікроканалців. За отриманими результатами можна зробити висновок, що при інших рівних умовах, 1% спиртовий розчин хлорофіліпту буде більш легко заповнювати дентинні каналці невеликого поперечного перерізу, ніж водні розчини фотосенсибілізаторів, тому що його коефіцієнт поверхневого натягу найменший з усіх досліджуваних розчинів.

**Висновки**

Отримані результати свідчать, що використання фотополімеризаційного джерела світла «UFL-122» у якості розчинів фотосенсибілізаторів 2% метиленового синього, 0,1% етакридину лактату (риванола) та 1% спиртового хлорофіліпта для проведення фотоактивованої дезінфекції каналів можливе. Дослідження 3% розчину гіпохлориту натрію, 3% розчину перекису водню та 2% розчину метиленового синього для антисептичної обробки корневих каналів мають практично однаковий коефіцієнт поверхневого натягу, що дає вірогідність рівноправного, тобто однакового проникнення розчинів в систему мікроканалців та застосування їх в ендодонтичній практиці.

### References

1. Barilyak AYа. Optichni vlastivosti dentinu i effektivnist' spektral'nih rezhimiv lazernoї obrobki korenevoгo kanalu [Optical properties of dentin and efficiency of spectral modes of laser treatment of the root canal] Fotobiologiya ta fotomedicina. 2007;(3-4):44-9. (Ukrainian).
2. Uil'yams DA, Gejvin PD, Kolls MD Antibakterial'noe dejstvie fotoaktiviruemoj dezinfekcii v otnoshenii ehndodontopatogennyh bakterij v planktonnoj vzvesi, v iskusstvennyh i estestvennyh kornevih kanalah [Antibacterial effect of photoactivatable disinfection against endodontopathogenic bacteria in plankton suspension, in artificial and natural root canals]. Klinicheskaya stomatologiya. 2009;(1):6-11. (Russian).
3. Koval' A. Dezinfekciya kornevnyh kanalov. A tak li vse prosto? [Disinfection of root canals. Is it all so simple?]. Sovremennaya stomatologiya. 2006;(4):39-40. (Russian).
4. Kucevlyak VF, Fomenko YuV, Dzyundzyuk BV, Ivanenko VA. Opticheskaya pronicaemost' tverdyh tkanej zuba dlya sveta fotopolimerizatora v eksperimente [Optical permeability of tooth hard tissues for photopolymerizer light in an experiment]. Sovremennaya stomatologiya. 2006;(2):30-3. (Russian).
5. Nikolishyn AK, Sidash YuV, Fedorchenko VI. Antybakterialna aktivnist' svitlovykh promeniv i fotosensibilizatoriv [Antibacterial activity of light rays and photosensitizers]. Ukrainsky stomatolohichniy almanakh. 2010;2(2):35-9. (Ukrainian).

### Реферат

**БИОФИЗИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА СВЕТОПРОПУСКАНИЯ ТВЕРДЫХ ТКАНЕЙ И ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ антисептических растворов на систему корневых каналов зубов.**

Сидаш Ю.В.

Ключевые слова: корневой канал, коэффициент пропускания света, коэффициент поверхностного натяжения.

В эндодонтической практике используются антисептические растворы различных фармакологических групп для медикаментозной обработки корневых каналов. Структура корневого канала и его ветвей, являющихся основным резервуаром большого количества бактерий, в связи с геометрическими и физическими причинами являются наиболее сложными, с одной стороны, для передачи энергии светового излучения, и с другой стороны, для достижения их заполнения раствором соответствующего фотосенсибилизатора. В этой связи целью нашего исследования было изучение особенностей передачи света твердыми тканями зубов, а также поверхностного натяжения растворов фотосенсибилизаторов. В данной работе изучено поверхностное натяжение антисептических растворов 3% гипохлорита натрия, 0,06% хлоргексидина биглюконата, 1% спиртового хлорофиллипта, 2% метиленового синего, 3% перекиси водорода, 0,1% лактата этакридина, которые широко используются в медицинской практике для обработки корневых каналов, а некоторые из них имеют эффект фотосенсибилизатора. Экспериментально измерено их коэффициент поверхностного натяжения, чтобы определить возможность проникновения жидкости в полость небольшого поперечного сечения. Изучен коэффициент пропускания света твердыми тканями зубов. Таким образом, 1% спиртовой раствор хлорофиллипта будет легче заполнять дентинные каналы небольшого поперечного сечения, чем водные растворы фотосенсибилизатора, поскольку его коэффициент поверхностного натяжения является наименьшим из всех исследованных растворов. Определена возможность совместного использования светового излучения с дезинфицирующими растворами для фотоактивированной терапии и антисептического лечения корневых каналов в целом.

### Summary

BIOPHYSICAL ASPECTS OF DETERMINING THE TRANSMITTANCE OF SOLID TISSUES AND THE SURFACE TENSION OF BIOPHYSICAL ASPECTS IN DETERMINING TRANSMITTANCE COEFFICIENT OF HARD TISSUES AND SURFACE TENSION OF ANTISEPTIC SOLUTIONS IN DENTAL ROOT CANAL SYSTEM

Sidash Yu. V.

Key words: the root canal, transmission coefficient, surface tension coefficient.

In endodontic practice, antiseptic agents of various pharmacological groups are used for medicinal treatment of root canals. The structure of the root canal and its branches, which is the main reservoir of a large number of bacteria and due to geometric and physical conditions, on the one hand, is the most difficult to convey the energy of light radiation, and, on the other hand, is characterised by its complicated filling with proper photosensitizer. In this regard, the purpose of this study was to investigate the peculiarities of light transmission by hard dental tissues, as well as the surface tension of photosensitize solutions. The paper described the study of surface tension of antiseptic solutions of 3% sodium hypochlorite, 0.06% chlorhexidine begluconate, 1% alcohol chlorophyll, 2% methylene blue, 3% hydrogen peroxide, 0.1% ethacridin lactate that are widely used in the medical treatment of root channels and some of them have a photosensitizer effect. Experimental measurement of their surface tension coefficient was carried out to determine the possibility of fluid penetration into a cavity of a small cross-section. The light transmission coefficient with hard dental tissues was assessed. Thus, a 1% alcohol chlorophyllipt solution demonstrates its property to fill in dentin tubules of a small cross-section more easily than the aqueous solutions of photosensitizer, because its surface tension factor is the smallest of all the solutions studied. The possibility of combined use of light radiation with disinfectant solutions for photo-activated therapy and antiseptic treatment of root canals in general has been grounded.