

УДК 539.12.04; 621.373.8; 577.3

Наталя МАНІЧЕВА, к.т.н., доцент,

Ксенія ГЕНОВА, студент

Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса, Україна, e-mail: vmanichev@ukr.net,  
kseniagenova123@gmail.com

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ЛАЗЕРІВ У МЕДИЦИНІ

**Анотація.** У статті наведено пояснення, що таке лазер як фізичний апарат та принцип його роботи. Історія його створення і розвитку в медицині та фізиці. Опис використання лазера в сучасній медицині та в інших її галузях. Застосування приладу в офтальмології та хірургії. Його шкідливий вплив на тіло людини та наслідки. Метою вивчення – подальше використання та покращення апарату, його вплив та методи лікування.

**Ключові слова:** лазерний прилад, історія лазера, офтальмологія, хірургія, небезпека медичних лазерів.

*Лазерний прилад* – це пристрій, який виробляє електромагнітне випромінювання за допомогою процесу оптичного посилення, заснованого на вимушеному випромінюванні фотонів. Воно характеризується високим ступенем когерентності, монохроматичності та яскравості [1].

Історія лазера розпочалася ще у 1916 році, коли А. Ейнштейн передбачив існування і сформулював свою теорію явища вимушеного випромінювання. Пізніше вчені намагалися втілити ідею А. Ейнштейна у життя, але їм не вдалося. Перший у світі працюючий лазер був створений Теодором Майманом в 1960 році в дослідницькій лабораторії компанії Хьюза в Малібю.

Завдяки своїм властивостям лазер уможливив безлічі застосувань в наукових, комерційних, промислових і медичних цілях. Але серед понад 360-ти можливих варіантів застосування лазерів у різних сферах людської діяльності медицина є однією з найперспективніших галузей для цих пристроїв.

Перші застосування лазерів в медицині розпочалися з офтальмології та дерматології. Квантовий генератор був відкритий Т. Мейманом у 1960 році. І вже через рік після цього Леон Голдман продемонстрував, як рубіновий червоний лазер в медицині може бути використаний для видалення капілярної дисплазії, різновиди родимих плям, і меланоми [2, 3].

Інструменти на основі лазера широко використовуються в медицині. Їх використовують при лікуванні раку, видаленні пухлин голосових зв'язок, хірургії головного мозку, пластичної хірургії, гінекології та онкології. Лазерна терапія викликає менше кровотеча і пошкодження здорових тканин, ніж стандартні хірургічні інструменти, і знижує ризик інфікування.

### Застосування в офтальмології

1. *Лазеркоагуляція.* В основі – короточасне термічне пошкодження тканин ока. Ця методика включає лазеркоагуляцію судин рогівки, лазеркоагуляцію райдужки, сітківки, трабекулопластике, а також вплив на рогівку інфрачервоним випромінюванням, яке поглинається стромой, з метою зміни рефракції.

2. *Фотодеструкція.* Завдяки створенню високої пікової потужності відбувається розсічення тканин. В основі лежить електрооптичний «пробою» тканини, що виникає внаслідок вивільнення великого обсягу енергії в обмеженому обсязі. При цьому в точці впливу лазерного випромінювання утворюється плазма, яка абсорбує всю енергію і призводить до утворення ударної хвилі і мікро розриву тканини.

3. *Фотопарування і фотоінгібіція.* Ефект полягає в тривалому тепловій дії з випаровуванням тканини. З цією метою використовується інфрачервоний вуглекислотний лазер для видалення поверхневих утворень кон'юнктиви і повік.

4. *Лазерстимуляція.* З цією метою в офтальмології використовується низкоінтенсивне червоне випромінювання. Клінічні дослідження показали, що при взаємодії лазерного випромінювання з різними тканинами, в результаті складних фотохімічних процесів спосте-

рігається протизапальний, десенсибілізуючий, що розсмоктує ефект. Крім того, лазерне випромінювання може надавати стимулюючий вплив на процеси репарації, трофіку і захисно-приспосувальні реакції, покращує функціональний стан судинної системи. Лазерстимуляція в офтальмології може застосовуватися в комплексному лікуванні увеїт, склерітов, кератитів, ексудативних процесів в передній камері, гемофтальм, помутнінь склоподібного тіла, преретинальних крововиливів, амбліопії, післяопераційних втручань, опіків, ерозій рогівки, при епітеліально-ендотеліальної дистрофії рогівки, деяких видах ретино- і макулопатії [4, 5].

### **Застосування у хірургії**

1. *Видалення пухлини.* Методи лазерної абляції успішно та широко використовуються для лікування поверхневого раку шлунково-кишкового тракту, такого як поверхневий рак стравоходу та рак шлунка на ранніх стадіях, колоректальна аденома та стравохід Барретта. Лазерна фотодинамічна терапія є ефективним засобом лікування певних типів уражень раку легенів. Пряма лазерна абляція за рахунок фотохімічних та фототермічних ефектів використовується для безпосереднього знищення ракових клітин.

Фотодинамічний метод включає використання фотосинтетичного препарату з подальшим освітленням бажаної області видимим світлом, пропорційним довжині хвилі поглинання фотосинтетичного препарату. Фотосинтезатор, який спочатку формує один збуджений стан, а потім триплетний стан, генерує реактивний кисень, деструктивний для неопластичних клітин. Селективна фототермічна терапія використовує найкращі світлопоглинаючі барвники для посилення лазерного руйнування пухлинних клітин [6, 7].

2. *Серцево-судинна хірургія.* Трансміокардіальна лазерна ревазуляризація, лазерний судинний анастомоз та лазерна ангіопластика при захворюваннях периферичних артерій – це нові методи, що покращують приплив крові до областей серця, які не лікуються ангіопластикою або хірургічним втручанням. У серцево-судинній хірургії застосування лазера дуже рідко у всьому світі.

Трансміокардіальна лазерна ревазуляризація виконується як метод при ішемічній хворобі серця з ділянками, які не можна обійти через невеликий розріз у лівій частині грудної клітки між ребрами під загальною анестезією з операцією коронарного шунтування чи самостійно. Це єдиний метод лікування важкої стенокардії і використовується як додатковий метод коронарного шунтування.

Лазерна ангіопластика з використанням аргонного лазера відкриває непрохідний просвіт артерії. Лазерна ангіопластика периферичних артерій під місцевою анестезією виконується у нижній частині під ангіоскопічним контролем. Ці лазери використовуються разом з різними типами білкових сумішей, що використовуються як зварні шви та/або барвники, для створення анастомозу з достатньою ефективністю, щоб протистояти фізіологічним змінам артеріального тиску.

Катетер із лазерним балоном, зазвичай ендоскопічний метод абляції, використовується для лікування фібриляції передсердь [6].

3. *Щелепно-лицьова хірургія.* Останні розробки у галузі лазерних технологій розширили клінічне використання лазерів у стоматології, а також у косметичних операціях на ротовій порожнині та обличчі.

Слизова оболонка порожнини рота, доброякісні новоутворення у ротовій порожнині, рак порожнини рота та ексцизійна біопсія – це ряд захворювань порожнини рота, які лікуються за допомогою лазерних технологій. Лікування пацієнтів з ураженням слизової оболонки порожнини рота є терапевтичною проблемою. Лазерна терапія є ефективним альтернативним лікуванням для полегшення симптомів захворювання [6, 8].

4. *Дерматологія, ліполіз та реконструктивна хірургія.* Особливі властивості лазерів у структурах-мішенях та шарах тканин зробили їх важливим методом реконструктивної хірургії та лікування проти старіння шляхом створення нових систем утворення колагену.

Лазерний ліполіз стає все більш популярним методом косметичної хірургії, в якому використовується оптичне волокно, оскільки менша канюля дає менші розрізи, що призводить до меншої кровотечі та меншої освіти рубців [6, 7].

Небезпека медичних лазерів. Якщо лазерний промінь потрапляє в нецільову тканину, це може бути небезпечно і може викликати пошкодження цієї тканини, особливо для ока

(іноді також для шкіри), в основному через те, що вони можуть мати високу оптичну інтенсивність.

Навіть після поширення на відносно великій відстані. Навіть коли інтенсивність на вході в око помірна, лазерне випромінювання може бути сфокусовано лінзою очі в невелику пляму на сітківці, де воно може викликати серйозні незворотні пошкодження за частки секунди – навіть якщо рівень потужності становить всього лише близько декількох мільватт. Лазерне ураження ока не завжди відразу помічається: можна, наприклад, обпалити периферичні області сітківки, викликаючи сліпі плями, які можна помітити лише через роки [9, 10, 11].

З іншого боку, лазери можуть завдати шкоди шкірі в результаті фотохімічних або термічних опіків. Залежно від довжини хвилі промінь може проникати як в епідерміс, так і в дерму. Епідерміс – це самий зовнішній живий шар шкіри. Правильний контроль параметрів лазера призведе до успішного лікування цільової області, в іншому випадку призведе до пошкодження шкіри, якщо він не розрахований [9, 11].

**Висновки.** Сучасну медицину неможливо уявити без лазерів. З появою лазера у медицині все змінилося. Нове джерело світла вигідно відрізнялося від ламп та сонця. Лазер має ряд переваг: по-перше, лазерне світло монохромне (тільки одного кольору), що дозволяє вибірково впливати на хворі клітини, не зачіпаючи здорові, по-друге, лазерне випромінювання можна сфокусувати в досить маленьку пляму, щоб проводити лікування невеликих об'єктів, і, по-третє, світло лазера можна доставити у будь-які області організму.

Лазери в медицині використовуються для лабораторної діагностики, профілактики та лікування різних захворювань. Для лікування застосовують терапевтичні лазери (низькоенергетичні) та хірургічні лазери (високоенергетичні). Лазерне лікування є безпечним, воно дуже актуальне для людей з алергією на медичні препарати. На етапі розвитку науки виявлено таку властивість лазерного випромінювання, як блокування лічильника поділу клітини. Тобто можна продовжувати життя клітини, а отже, і продовжувати життя людини! А це дуже актуально.

### Література

1. Orazio Svelto, «Principles of Lasers», Springer, fifth edition, ISBN 978-1-4419-1301-2, (2010), New York, USA [1, с. 4-14].
2. История лазера // [Электронный источник]. – 2015. – Режим доступа: <http://scsiexplorer.com.ua/index.php/istoria-otkritiy/1869-istorija-lazera.html>. – Дата доступа: 19.8.2015.
3. William T. Silfvast: Laser Fundamentals. Cambridge University Press, 2004.
4. Лазер в офтальмології // [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <https://optimalclinic.com/uk/novini-ta-statti/lazeri-v-oftalmologii>. – Дата доступа: 18.11.2020.
5. Применение лазеров в офтальмологии учебное пособие для врачей-интернов специальности «Офтальмология» / Н. Г. Завгородня, М. Б. Безуглый, Б. С. Безуглый, Л. Э. Саржевская. – Запорожье : ЗГМУ, 2015. – 79 с.
6. Застосування лазера у хірургії // [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <https://medcity.ua/ua/patient/section/primenenie-lazera-v-khirurgii/>. Дата доступа: 16.08.2021.
7. Лазерное удаление опухолей мочеочника и коханки // [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://urologiya.center/operacii/lazernye-i-jendoskopicheskie-operacii/lazernoe-udalenie-opuholej-mochetochnika-i-lohanki/> / Дата доступа: 22.5.2021
8. Лазерная хирургия // [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://centr-hirurgii-spb.ru/articles/lazernaya-hirurgiya/> / Дата доступа: 25.06.2021
9. «Safety of the use of laser devices» // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.rp-photonics.com](http://www.rp-photonics.com), RP Photonics Encyclopedia, March (2019).
10. Debabrata Goswami, «Lasers and their Applications», Indian Institute of Technology Kanpur, Kanpur, downloaded March (2019), India.
11. «Laser Biological Hazards-Skin» Environmental Health and Safety, Oregon State University (2019), USA.