



УДК 615.849.19:544/.546:616.15:616.311.2]-08
DOI 10.24144/1998-6475.2022.58.53-59

ЛАЗЕРОТЕРАПІЯ В СУЧАСНІЙ МЕДИЦИНІ

Лучин І. І.

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», стоматологічний факультету, кафедра стоматології післядипломної освіти, м. Ужгород

Резюме. Вступ. Квантові генератори генерують когерентні електромагнітні хвилі за рахунок вимушеного випромінювання, або розсіювання світла активним середовищем. В даний час в клініці використовуються опромінення біологічно активних точок сфокусованим променем, зовнішній вплив на рефлексогенні зони, ділянку ураження розфокусованим променем і внутрішньовенне опромінення крові.

Мета дослідження. На основі наявних клініко-експериментальних даних, оцінити можливе застосування лазерних апаратів в медичній практиці та при різних патологічних станах, що супроводжується порушенням мікроциркуляції.

Матеріали та методи. Проведений аналітичний огляд зарубіжної літератури, щодо використання лазерних апаратів в медичній практиці.

Результати досліджень. Лазери мають різноманітний сприятливий вплив на організм людини. Внутрішньосудинне лазерне опромінення крові (ВЛОК) сприяє покращенню мікроциркуляції і має протизапальну та анальгезуючу дію.

Висновки. Проаналізувавши літературу, на даний час проведено безліч експериментальних та клінічних досліджень з використанням лазерів при багатьох захворюваннях. У той же час у доступній літературі немає відомостей щодо застосування лазеротерапії на основні патогенетичні механізми захворювання, що відрізняється вираженими мікроциркуляторними порушеннями, і про вплив цього методу лікування у хворих на пародонтит при системному червоному вовчаку.

Ключові слова: лазер, лазеротерапія, внутрішньосудинне лазерне опромінення крові, гелій-неонова лазерна терапія.

Laser therapy in modern medicine

Luchyn I.

Abstract. *Introduction.* Quantum generators generate coherent electromagnetic waves due to forced radiation, or scattering of light by an active medium. Currently, in the clinic, irradiation of biologically active points with a focused beam, external influence on reflexogenic zones, the affected area with a defocused beam and intravenous irradiation of blood are used.

Methods. On the basis of the available clinical and experimental data, evaluate the possible use of laser devices in medical practice and in various pathological conditions accompanied by microcirculation disorders.

Materials and methods. An analytical review of foreign literature on the use of laser devices in medical practice was conducted.

Results. Lasers have various beneficial effects on the human body. Intravascular laser irradiation of blood (ILIB) improves microcirculation and has an anti-inflammatory and analgesic effect.

Conclusions. Having analyzed the literature, many experimental and clinical studies using lasers for many diseases have been conducted to date. At the same time, in the available literature there is no information on the use of laser therapy on the main pathogenetic mechanisms of the disease, which differs in pronounced

Key words: laser, laser therapy, intravascular laser irradiation of blood, helium-neon laser therapy.

Вступ

В останні роки в клінічній медицині широко використовують оптичні квантові генератори (лазери) різної потужності, що випромінюють хвилі різної довжини [1–3].

Лазер – це пристрій, що генерує когерентні електромагнітні хвилі за рахунок вимушеного випромінювання або розсіювання світла активним середовищем, що знаходиться

в оптичному резонаторі. Назва «Лазер» походить від перших букв англійського словосполучення – Light amplification by stimulated emission of radiation, що у перекладі означає «посилення світла стимульованим випромінюванням». Перші квантові генератори були створені у 50-х роках. А у 1960 році було створено лазер на рубіні, який генерував видиме світло, надалі з'явилися оптичні лазери на га-



зах (1961) та напівпровідниках (1962). У даний час розроблено велику кількість різноманітних лазерів, що відрізняються робочими речовинами: кристали, скло, пластмаси, рідини, гази, напівпровідники. Лазерне випромінювання охоплює діапазон хвиль від ультрафіолетової до інфрачервоної ділянки спектру, що примикає до міліметрових хвиль. Унікальними властивостями електромагнітного випромінювання лазерів є такі, як монохроматичність – одночастотність хвиль, когерентність збігу всіх фаз світлових хвиль у просторі і часі, мала розбіжність потоку випромінювання і можливість при фокусуванні отримувати дуже високу щільність потужності на поверхні, що опромінюється [4].

У даний час в основному використовують три способи застосування лазерного опромінення в клініці: опромінення біологічно активних точок сфокусованим променем, зовнішній вплив на рефлексогенні зони і ділянку ураження розфокусованим променем і внутрішньовенне опромінення крові (рідше екстракорпоральне з наступною реінфузією). При цьому, незважаючи на широке використання гелій-неонового лазера в клінічній практиці, механізми його біологічної дії поки що до кінця не з'ясовані [5].

Мета дослідження

На основі наявних клініко-експериментальних даних дослідити вплив низькоінтенсивного лазерного випромінювання на різні ланки патогенезу та оцінити можливе застосування лазерної техніки в медичній практиці, у тому числі й при різних патологічних станах, що супроводжується порушенням мікроциркуляції.

Матеріали та методи

У медицині найчастіше використовують такі параметри лазерного випромінювання: експозиція (Дж/см), густина потужності (Вт/см), енергія (Дж), потужність (Вт), площа поверхні, що опромінюється (см) і тривалість опромінення (Сек.).

Лазери були впроваджені в медицину порівняно недавно, тим часом успіхи, досягнуті в лікуванні хворих, на сьогодні очевидні, при цьому лазери все ширше використовуються в різних галузях медицини [6–7].

Слід зазначити, що доза лазерного опромінення в основному визначається емпіричним шляхом, при цьому методи, що дозволя-

ють знаходити оптимальні дози та найбільш раціональні схеми лікування конкретного хворого, не розроблені [8].

Лазер широко використовується і в гнійній хірургії для хірургічної обробки ран [9–11], у хірургії кісткових ран – для лікування остеомієліту. Використовуються лазери у лікуванні ревматоїдного артрити [12].

Найбільш широко лазерні технології використовуються у кардіології [13–14]. Так, автор [15] використовував ВЛОК при вроджених вадах серця, ускладнених септичним ендокардитом, при цьому вже після 3–5 сеансів відзначалося клініко-лабораторне покращення стану хворих.

Результати досліджень

Широко використовується опромінення лазером для відновлення ефективності мікроциркуляції у лікуванні ішемічної хвороби серця [16]. Зокрема, широку популярність здобули дослідження Tantawy SA, які вже стали класичними, показав ефективність гелій-неонового лазера в лікуванні різних форм ішемічної хвороби серця на більш ніж 2000 пацієнтів. При цьому порівняння ефективності застосування гелій-неонового лазера по зонах Захар'їна-Геда та традиційних методів лікування показало суттєві переваги лазеротерапії.

Fallahnezhad S також показав, що застосування ВЛОК у 1,6 разу знижує частоту розвитку інфаркту міокарда у хворих із прогресуючою стенокардією. Тривалість клінічного ефекту у хворих на нестабільну стенокардію зберігалася протягом 3 місяців. Слід зазначити, що лазеротерапія сприяла зменшенню кількості ліків і, зокрема, нітрогліцерину аж до повного припинення застосування цього препарату.

Широко лазерне випромінювання використовується і в гастроентерології. У лікуванні виразкової хвороби шлунка та дванадцятипалої кишки застосовують зовнішнє опромінення гелій-неоновим лазером, інфрачервоним лазером, а також лазером на парах міді. Автор показав можливість використання випромінювання з довгою хвилі як 0,63 мкм (червоного кольору) та 0,48–0,51 мкм (зелено-блакитного кольору) у лікуванні виразкової хвороби шлунка та дванадцятипалої кишки [17].

З успіхом гелій-неоновий лазер застосовувався і в нефрології [18], при цьому на фоні

лікування відзначалося зниження концентрації холестерину, досягався гіпотензивний та діуретичний ефект та зменшувалися ознаки нефротичного синдрому.

Значна кількість робіт присвячена ефективності лазеротерапії при захворюваннях легень (пневмонії, абсцеси), при цьому включення ВЛОК до терапії дозволяло достовірно скоротити терміни перебування хворих у стаціонарі та зменшити тривалість прийому антибактеріальних препаратів [19]. Успішно лазеротерапія використовується і при інших захворюваннях: системних васкулітах, бронхіальній астмі, у комплексному лікуванні гнійних захворювань та ускладнень, при хронічному декомпенсованому тонзиліті та отитах [20].

Ефективність лазеротерапії показана і в дерматологічній практиці, у хворих з екземами, нейродермітами та при рецидивному герпесі.

Виявлено позитивний вплив лазеротерапії у хворих із різними проявами атеросклерозу та при інших захворюваннях.

Ефективність лікування лазерним випромінюванням при багатьох захворюваннях автори пов'язують з багатофункціональним впливом цього методу на організм, який виражається в активації метаболізму клітин, стимуляції репаративних процесів, активації мікроциркуляції крові, анальгезуючій, протизапальній та імуностимулюючій дії [21], впливі на стан.

Значна кількість робіт присвячена вивченню впливу лазерного випромінювання на клітинному рівні. Було показано, що після опромінення спостерігається активація внутрішньоклітинних метаболічних процесів із прискоренням синтезу ДНК, посилення гліколізу та підвищення продукції АТФ у клітинах на 70%, стимуляція Т-клітинних функцій [22].

Проте у питанні думки вчених сильно розділилися. Не претендуючи на повноцінне висвітлення цієї проблеми, наведемо лише окремі думки. Так, автор [23] розглядають як акцептор випромінювання гелій-неонового лазера каталазу, активація якої призводить до регуляторних зрушень процесів обміну речовин в організмі.

Ряд авторів висунув гіпотезу про існування особливої системи вільних зарядів (біоплазми), на стан якої впливають фотони червоного кольору. Взагалі багато авторів вважають, що найбільша біологічна активність ла-

зерів на живі клітини проявляється в основному в діапазонах червоної та фіолетової частин спектру [24]. Інші автори [15–17] вважають, що процеси окислення відбуваються внаслідок збудження світлом до триплетного стану такої речовини, як аденін чи вітамінів групи [21] доводить, що біостимулююча дія гелій-неонового лазера пов'язана з виділенням у середу біологічно активного фактора, що є фрагментом ДНК, який стимулює розмноження і функціональну активність клітин. Інші автори [17, 19] відзначали активацію глутатіонредуктазної системи організму та активність ферментів антиоксидантної системи. Інші теорії пояснюють біостимулюючу дію лазерного опромінення із позицій сучасної фотобіологічної науки [11]. Біостимулюючий ефект – активацією особливої фоторегулюючої системи і вважав, що процеси фоторегуляції опосередковані мембранозв'язаним фотоакцептором порфіринового типу. При цьому було встановлено, що клітини реагують зміною цитомембрани, що призводить до функціональної активації клітин та виходу з них рістстимулюючого ДНК-фактора. У свою чергу передбачили можливе структурно-функціональне оновлення біомембран під впливом випромінювання гелій-неонового лазера. З іншого боку, застосування низькоенергетичних лазерів не викликає суттєвих змін у температурі тканин, які піддаються впливу, тому біологічні ефекти не можна пов'язувати з фототермічними діями [8].

Гелій-неоновий лазер впливає на різні системи організму людини [19, 21, 24]; зокрема, зменшуються реактивні зміни у шкірі після травм, термічних впливів, що усуваються випромінюванням гелій-неонового лазера. Авторі встановили докладні морфофункціональні зміни у тканинах.

Імунокоригуючий ефект внутрішньосудинного лазерного опромінення крові у хворих на виразкову хворобу дванадцятипалої кишки. У ряді робіт виявлено стимуляцію фагоцитозу та підвищення його ефективності під впливом гелій-неонового лазера [13].

Таким чином, лазерне опромінення надає виражений позитивний вплив на систему клітинного та гуморального імунітету як в експерименті, так і у хворих з різною патологією [6].

Значна кількість робіт присвячена впливу лазерного випромінювання на мікроциркуляцію в тканинах. У класичних роботах



використовувалося ВЛОК до і після кардіохірургічних операцій, а також при різних критичних станах, викликаних важкими поразками внутрішніх органів з гарним клінічним ефектом. Виявлено покращення деформуючої здатності еритроцитів на фоні випромінювання гелій-неонового лазера [5]. Автор вперше показав, що динамічні показники мозкового та ниркового кровотоку нормалізуються у 60% хворих після проведення курсу низькоінтенсивного лазерного опромінення. В експерименті [8] продемонструвала сприятливий вплив лазеротерапії на підвищення гіперкоагуляційного потенціалу та зниження фібринолізу.

Лазерне випромінювання впливає також на клітинні мембрани: так, Zhao С виявив зміну функціонального стану і поверхневого заряду клітинних мембран, ступінь виразності яких прямо залежав від дози лазерного опромінення. Показано, що лазерне опромінення сприяє прискоренню метаболічних процесів у клітинах: посилення гліколізу та підвищення продукції АТФ. В експерименті та в клінічній практиці було переконливо показано, що випромінювання гелій-неонового лазера гальмує процеси перекисного окислення ліпідів [13].

Таким чином, можна сказати, що лазери широко застосовуються в багатьох галузях медицини завдяки тому, що мають різноманітний сприятливий вплив на організм людини. У цьому необхідно виділити таке:

- стимуляцію репаративних процесів, активацію метаболізму клітин та підвищення їх функціональної активності;

- імуностимулюючу дію, що виражається у зниженні кількості циркулюючих імунних комплексів, збільшенні фагоцитарної активності лейкоцитів, нормалізації Т- та В-клітинної ланки імунітету та збільшенні продукції імуноглобулінів;

- протизапальну дію;

- активацію мікроциркуляції крові через покращення деформуючої здатності еритроцитів та появу нових колатералей;

- посилення метаболізму клітин та підвищення їх функціональної активності, а також аналгетичну дію внаслідок збільшення продукції енкефалінів та ендорфінів.

ВЛОК – перспективний метод сучасної терапії та корекції мікроциркуляторних порушень, який покращує кисневотранспортну функцію крові, а також енергетичний стан клітин, посилюючи синтез АТФ [13].

Універсальність дії низькоінтенсивного лазерного випромінювання обумовлена тим, що мішенню лазерного впливу є субклітинні структури незалежно від тканинної приналежності. А з клітин, як відомо, складаються всі органи та тканини людини. Саме тому ВЛОК як високоефективний лазерний вплив широко застосовується в кардіології, пульмонології, ендокринології, гастроентерології, гінекології, урології, анестезіології, дерматології та інших галузях медицини [3, 7, 12, 14]. Загальноприйнятим є проведення ВЛОК за допомогою моноволоконного оптичного кварц-полімерного світловоду діаметром від 50 до 600 мкм, який вводять у магістральні вени (частіше в ліктьову або підключичну). Рекомендується використовувати гелій-неоновий лазер (довжина хвилі 0,63 мкм, потужність на кінці світловода 1–2 мВт, з експозицією від 30 хвилин до 1 години).

ВЛОК широко застосовується в лікуванні мікроциркуляторних розладів у зв'язку з позитивним впливом лазерного світла на згортання та протизгортання системи крові [17]. Крім того, він має тромболітичну дію [16].

Лікувальний ефект ВЛОК обумовлений імунокоригувальним ефектом, поліпшенням мікроциркуляції [20], протизапальною та аналгезуючою дією, а також активацією метаболізму клітин та підвищення їх функціональної активності. Виражена дія ВЛОК щодо транспорту та віддачі кисню спостерігали багато дослідників, при цьому відзначається підвищення вмісту кисню та зменшення парціальної напруги вуглекислого газу. Очевидно, в основі лікувального ефекту ВЛОК лежить вплив на гемоглобін і переведення його в вигідніший конформаційний стан для транспорту кисню. При цьому збільшення артеріовенозної різниці по кисню свідчить про ліквідацію гіпоксії та покращення оксигенації. При цьому визначалися дегідрогенази, що беруть участь у процесах гліколізу, циклу Кребса та термінального окиснення. Було виявлено збільшення активності ферментів за рахунок зростання у популяції числа кардіоміоцитів з вищою порівняно з контролем активністю.

ВЛОК зменшує агрегаційну здатність тромбоцитів, активує фібриноліз, підвищує метаболізм тканин організму, посилює окислення глюкози, пірувату, лактату. Лазерне опромінення підвищує синтез АТФ у клітинах, нормалює згортання та протизгортання системи крові [23–25].

ВЛОК має такі ж протипоказання, як і інші методи лазеротерапії, а саме: захворювання крові, туберкульоз, гострі порушення мозкового кровообігу, печінкова та ниркова недостатність у стадії декомпенсації, вагітність у всі терміни, злоякісні новоутворення. З іншого боку, ВЛОК значно сильніший і швидший вплив на органи і системи людини в порівнянні з іншими методами лазеротерапії [10–12].

Таким чином, у результаті тісної взаємодії науково-технічної та медичної спільноти лазеротерапія все ширше застосовується в практичних галузях медицини. На зміну лазерній «екзотиці» приходять стандарт і доцільність, а сучасні технології пропонують не лише альтернативні, а й у більшості випадків унікальні за клінічним та економічним ефектом підходи до лікування багатьох захворювань [5].

Аналіз літератури показує, що на даний час проведено численні експериментальні та клінічні дослідження з використанням різних типів лазерів при багатьох захворюван-

нях. У той же час у доступній літературі немає відомостей щодо застосування лазеротерапії у хворих на пародонтит при системному червоному вовчаку і про вплив цього методу лікування на основні патогенетичні механізми захворювання, що відрізняється вираженими мікроциркуляторними порушеннями.

Висновки

Лікувальний ефект ВЛОК обумовлений імунотропним ефектом, поліпшенням мікроциркуляції, протизапальною та анальгезуючою дією, а також активацією метаболізму клітин та підвищення їх функціональної активності.

В основі свого лікувального ефекту ВЛОК позитивно впливає на гемоглобін з переводом його в конформаційний стан для транспорту кисню, збільшуючи артеріально-венозну різницю щодо кисню та покращуючи оксигенацію, зменшуючи нераціональне порушення вуглекислого газу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Pekyavas NO, Baltaci G. Short-term effects of high-intensity laser therapy, manual therapy, and Kinesio taping in patients with subacromial impingement syndrome. *Lasers in medical science*. 2016 Aug;31(6):1133-1141.
Available from: <http://www.revitallebrasil.com.br/gerenciador/wp-content/uploads/2020/06/artigo4.pdf>
DOI: 10.1007/s10103-016-1963-2
2. Litscher G. History of laser acupuncture: a narrative review of scientific literature. *Medical Acupuncture*. 2020 Aug 1;32(4):201-208.
Available from: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/acu.2020.1438>
DOI: 10.1089/acu.2020.1438
3. Litscher G. Definition of laser acupuncture and all kinds of photo acupuncture. *Medicines*. 2018 Oct 30;5(4):117.
Available from: <https://www.mdpi.com/2305-6320/5/4/117/htm>
DOI: 10.3390/medicines5040117
4. Parker S. Introduction, history of lasers and laser light production. *British dental journal*. 2007 Jan;202(1):21-31
Available from: <https://www.nature.com/articles/bdj.2006.113>
DOI: 10.1038/bdj.2006.113
5. Tiktinsky R, Chen L, Narayan P. Electrotherapy: yesterday, today and tomorrow. *Haemophilia*. 2010 Jul;16:126-131.
Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2516.2010.02310.x>
DOI: 10.1111/j.1365-2516.2010.02310.x
6. Dinara T, Bayan N, Samat Z, Adil M, Asiya I. Using the Laser in Modern Medicine: World Trends. *Journal of Complementary Medicine Research*. 2021 Nov 2;11(4):322.
Available from: <https://www.bibliomed.org/mnsfulltext/55/55-1613047640.pdf?1671451112>
7. Eid MA, Aly SM. LASER versus electromagnetic field in treatment of hemarthrosis in children with hemophilia. *Lasers in medical science*. 2015 Nov;30(8):2179-2187.
Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26306883/>
DOI: 10.1007/s10103-015-1794-6
8. Tomé RF, Silva DF, Dos Santos CA, de Vasconcelos Neves G, Rolim AK, de Castro Gomes DQ. ILIB (intravascular laser irradiation of blood) as an adjuvant therapy in the treatment of patients with



- chronic systemic diseases—An integrative literature review. *Lasers in medical science*. 2020 Dec;35(9):1899-1907.
Available from: <https://europepmc.org/article/med/32656732>
DOI: 10.1007/s10103-020-03100-4
9. Azadgoli B, Baker RY. Laser applications in surgery. *Annals of translational medicine*. 2016 Dec;4(23).
Available from: <https://atm.amegroups.com/article/view/12910/html>
DOI: 10.21037/atm.2016.11.51
10. Proebstle TM, Sandhofer M, Kargl A, Gül D, Rother W, Knop J, Lehr HA. Thermal damage of the inner vein wall during endovenous laser treatment: key role of energy absorption by intravascular blood. *Dermatologic surgery*. 2002 Jul;28(7):596-600.
Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1524-4725.2002.01309.x>
DOI: 10.1046/j.1524-4725.2002.01309.x
11. Momenzadeh S, Abbasi M, Ebadifar A, Aryani M, Bayrami J, Nematollahi F. The intravenous laser blood irradiation in chronic pain and fibromyalgia. *Journal of lasers in medical sciences*. 2015;6(1):6.
Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4329142/>
12. Ansari F. The Hypoglycemic Effect of Intravenous Laser Therapy in Diabetic Mellitus Type 2 Patients; A Systematic Review and Meta-analyses. *Archivos De Medicina*. 2015;1(1):7.
Available from: <https://medical-clinical-reviews.imedpub.com/the-hypoglycemic-effect-of-intravenous-lasertherapy-in-diabetic-mellitus-type-2-patientsa-systematic-review-and-metaanalyses.php?aid=7573>
DOI: 10.21767/2471-299X.1000007
13. Xu QH, Zhao C, Zhu JG, Chen MJ, Liu QH. Helium-neon laser therapy in the treatment of hydroxyapatite orbital implant exposure: A superior option. *Experimental and Therapeutic Medicine*. 2015 Sep 1;10(3):1074-1078.
Available from: <https://www.spandidos-publications.com/etm/10/3/1074>
DOI: 10.3892/etm.2015.2589
14. Derkacz A, Protasiewicz M, Poreba R, Szuba A, Andrzejak R. Usefulness of intravascular low-power laser illumination in preventing restenosis after percutaneous coronary intervention. *The American journal of cardiology*. 2010 Oct 15;106(8):1113-1137.
Available from: [https://www.ajconline.org/article/S0002-9149\(10\)01200-2/fulltext](https://www.ajconline.org/article/S0002-9149(10)01200-2/fulltext)
DOI: 10.1016/j.amjcard.2010.06.017
15. Huang SF, Tsai YA, Wu SB, Wei YH, Tsai PY, Chuang TY. Effects of intravascular laser irradiation of blood in mitochondria dysfunction and oxidative stress in adults with chronic spinal cord injury. *Photomedicine and laser surgery*. 2012 Oct 1;30(10):579-586.
Available from: <https://www.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/pho.2012.3228>
DOI: <https://doi.org/10.1089/pho.2012.3228>
16. Tantawy SA, Abdelbasset WK, Kamel DM, Alrawaili SM. A randomized controlled trial comparing helium-neon laser therapy and infrared laser therapy in patients with diabetic foot ulcer. *Lasers in medical science*. 2018 Dec;33(9):1901-1906.
Available from: <https://www.proquest.com/openview/b58c12236badab7825bdba172162ea3f/1?pq-origsite=gscholar&cbl=46654>
DOI: 10.1007/s10103-018-2553-2
17. Fallahnezhad S, Piryaee A, Tabeie F, Nazarian H, Darbandi H, Amini A, Mostafavinia A, Ghorishi SK, Jalalifirouzkouhi A, Bayat M. Low-level laser therapy with helium-neon laser improved viability of osteoporotic bone marrow-derived mesenchymal stem cells from ovariectomy-induced osteoporotic rats. *Journal of Biomedical Optics*. 2016 Sep;21(9):098002.
Available from: <https://www.spiedigitallibrary.org/journals/journal-of-biomedical-optics/volume-21/issue-9/098002/Low-level-laser-therapy-with-heliumneon-laser-improved-viability-of/10.1117/1.JBO.21.9.098002.full?SSO=1>
DOI: 10.1117/1.JBO.21.9.098002
18. Espinoza KR. HELIUM NEON LASERS. Department of Chemistry. Willamette University. 2017 May 2:1-16.
Available from: https://www.researchgate.net/profile/Kricia-Ruano-2/publication/329717995_Helium_neon_lasers_literature_research_paper/links/5c17fdcc92851c39ebf51fb5/Helium-neon-lasers-literature-research-paper.pdf
DOI: 10.13140/RG.2.2.12816.87049
19. Elkholy MA, Waked IS, Afify NA, Rashied AN. HELIUM NEON LASER VERSUS GALLIUM ARSENIDE



- LASER IN HEALING OF VENOUS ULCERS. Turkish Journal of Physiotherapy and Rehabilitation.;32:3.
Available from: https://scholar.cu.edu.eg/sites/default/files/intsarswaked/files/32-1-1765_0.pdf
20. RUAN R, LIU Q, JIN H, WANG C. Effect of pregabalin combined with Helium-neon laser therapy on pain and sleep of patients with herpes zoster and postherpetic neuralgia. Chinese Journal of Clinical Pharmacology and Therapeutics. 2017 Jul 26;22(7):795.
Available from: http://manu41.magtech.com.cn/Jweb_clyl/EN/abstract/abstract10092.shtml
21. Eysteinnsson T, Hardarson SH, Bragason D, Stefánsson E. Retinal vessel oxygen saturation and vessel diameter in retinitis pigmentosa. Acta ophthalmologica. 2014 Aug;92(5):449-453.
Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/aos.12359>
DOI: 10.1111/aos.12359
22. Yang WH, Lin SP, Chang ST. Case report: Rapid improvement of crossed cerebellar diaschisis after intravascular laser irradiation of blood in a case of stroke. Medicine. 2017 Jan;96(2).
Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5266159/>
DOI: 10.1097/MD.0000000000005646
23. de Santana FC, dos Santos AC, da Luz Padinha CP, Lenz SN, de Melo TA, Korelo RI. Intravascular laser irradiation of blood in the treatment of fibromyalgia: integrative literature review. Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal. 2022 Oct 3;20:1-7.
Available from: <https://mtprehabjournal.emnuvens.com.br/revista/article/view/1248>
DOI: 10.17784/mtprehabjournal.2022.20.1248
24. Isabella AP, Silva JT, da Silva T, Rodrigues MF, Horliana AC, Motta LJ, Bussadori SK, Pavani C, da Silva DD. Effect of irradiation with intravascular laser on the hemodynamic variables of hypertensive patients: study protocol for prospective blinded randomized clinical trial. Medicine. 2019 Jun;98(14).
Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6455989/>
DOI: 10.1097/MD.00000000000015111

Отримано 12.12.2022 р.