Лекція №6

ЛА́ЗЕРИ В МЕДИЦИ́НІ

Серед понад 360-ти можливих варіантів застосування лазерів у різних сферах людської діяльності медицина є однією з найперспективніших галузей для цих пристроїв. Розглядають безпосереднє мед. застосування лазерів, спец. лазерні технології для виготовлення інструментарію, а також різні пристрої мед. призначення. Безпосередньо в медицині лазери використовують у діагностиці, терапії та хірургії. Під впливом лазер. дії на орган. (біол.) тканину відбуваються наступні стадії взаємодії з тканиною: опромінення, поглинання, нагрівання, хім. (структурні) зміни, перегрів (випаровування), вибух, абляція (сублімація), охолодження. Залежно від т-ри нагрівання біол. тканини можливі 3 механізми дії на неї: фотохім., фототерміч., фотодеструктивний. Перший механізм є типовим для рефлексотерапії, активації дії ліків, стерилізації, загоєння ран тощо. Другий – для перегрівання до + 37–43 °С (незворотне руйнування не відбувається), + 43–60 °С (спостерігають втрату мембрани клітин, а також зварювання тканин; див. Зварювання в медицині). Третій механізм є типовим для т-р до + 60–100 °С (мають місце коагуляція та некроз тканини), + 100–300 °С (відбуваються випаровування рідини та карбонізація тканин), вище + 300 °С (має місце випаровування твердої тканини, а подальше підвищення т-ри призводить до повного руйнування тканини через терміч. вибух (фотоабляція), мех. шокової хвилі тощо). З діагност. метою лазер використовують, напр., для аналізу крові, в спектрал. системах для аналізу складу матеріалу та ін. Терапевт. ефекту досягають шляхом локал. контрольованого опромінення невисокої інтенсивності тканини, ураженої запаленням, як зовні, так і всередині певного органа людини. Нині є відомості про успішні спроби лікування пухлин, локал. запалень тощо без хірург. втручання. За допомогою спец. оптич. зондів опромінюють тільки місце запалення на потрібній глибині, що створює можливості для лікування, зокрема, запалень простати, молоч. залоз. Позитив. результату досягнено у застосуванні лазеротермії для лікування

глибоко розташ. пухлин головного мозку. В офтальмології лазери широко використовують для корекції зору, зокрема для лікування коротко- і далекозорості. Керований відповід. програмою сканувал. промінь ексімер. лазера (з довжиною хвилі в ультрафіолет. діапазоні електромагніт. спектра) змінює кривизну рогівки ока. Для корекції короткозорості лазер. промінь зрізає рогівку в центрі, роблячи її більш плоскою; для корекції далекозорості частково видаляють кругову периферичну частину тканини рогівки. Лазерне випромінювання використовують замість традиц. методів лікування ішеміч. хвороби серця. Для цього здійснюють перфорацію серц. м'яза лазер. променем. Залежно від розмірів ішеміч. зони створюють від 30-ти до 40-а каналів діаметром 1 мм. Кожен канал обробляють протягом 20–50 мілісекунд дією одного імпульсу CO2-лазера. У результаті кров прокачується через створ. канали, збагачуючи киснем ішемічну зону м'яза. Нині актуал. є застосування лазер. променя в хірургії у якості скальпеля. Це забезпечує високий рівень стерильності, локалізацію енергії (теплової дії), можливість виконувати т. зв. безкровні розрізи живої тканини завдяки зварюванню кров'яних капілярів. Важливим є застосування лазер. випромінювання для виготовлення мед. інструментів, пристроїв та склад. виробів, які використовують як імплантати для відновлення або покращення функціонування органів людини. Прикладом такого застосування є виготовлення кардіоваскуляр. протезів (імплантати або стенти). Нині поширені технології створення 3-вимір. об'єктів як унікал. допоміж. метод у розробленні стратегії надсклад. хірург. втручань. Так, напр., при тяжкій черепно-мозк. травмі внаслідок транспорт. катастрофи, коли у нейрохірурга виникають складності у встановленні шляхів відновлення працездатності травмов. органа, можна скористатися даними томогр. дослідж. і отримати віртуал. (матем.) модель череп. коробки. Така модель може бути використана як базова програма для 3-вимір. сканування сфокусованого лазер. випромінювання під час виготовлення матеріаліз. моделі (з пластмаси) череп. коробки за допомогою методу лазер. стереолітографії. Широко впроваджують лазерну техніку в косметології,

зокрема для видалення небажаного волосся, бородавок, усунення ін. дефектів шкіри. Розроблено методики боротьби з віковими зморшками за допомогою лазер. опромінення (т. зв. омолодження шкіри), безболіс. видалення татуювання. З використанням лазер. приладів створ. експерим. мед. системи для ліпосакції (видалення надлишків жирової тканини без локал. хірург. втручання). Для цього застосовують лазер, що генерує випромінювання, здатне вибірково поглинатися жировими клітинами і призводити до локал. безболіс. розтоплення жирової тканини, яка потім відсмоктується за допомогою мед. шприца або спец. системи. Нині практикують досить незвичне застосування лазерів, комбінуючи їх із традиц. системами. Так, відомі системи хула-хуп, оснащені декількома діод. лазерами невеликої потужності. Фіз. навантаження при цьому поєднується з лазер. випромінюванням, що забезпечує додатк. вплив на організм фотохім. ефекту. Подібна комбінація реалізується також у традиц. зубних щітках, у яких за допомогою світловолокна лазерне випромінювання локалізується на яснах, що сприяє зміцненню зубів. Перспектив. є мікро- та нанозастосування лазерів. Уже нині існують лазери, розміри яких вимірюють у мікро- і нанометрах. Це значно розширює можливості їхнього застосування. Напр., нанолазер може бути імплантов. навіть у живу клітину, при цьому в якості джерела живлення використовується енергія клітини. Розроблено мікроробот, який має змогу рухатися вздовж кров’яних судин та діагностувати зміни т-ри під час переміщення. Завдяки цьому можна оцінити локал. підвищення т-ри, а відтак і визначити джерело запалення або можливе порушення функціонування органа. Поки що такий робот має міліметр. розміри, але з часом їх можна зменшити до кількох мікрометрів. Такі системи конструктивно виконано у вигляді кількох оболонок, які можуть бути багатофункціональними, – моніторинг. вузол, що збирає різну інформацію, вузол з ліками, які впорскують для локал. лікування; вузол контролю, який передає назовні необхідну інформацію тощо. У цьому випадку лазерну технологію використовують для виготовлення мікрочіпів, які

встановлюють у наноробот – нанобот. Дуже поширеним є застосування лазерів як інструментів для виготовлення спец. приладів, пристроїв та систем мед. застосування. Такі операції лазер. оброблення, як мікрозварювання, поверхн. зміцнення, прецизійне розрізання матеріалу, маркування виробів тощо, допомагають значно розширити арсенал тех. засобів мед. застосування.

Література.: V. Kovalenko, L. Golovko, Z. Konso, S. Shniyder. The Use of Laser Radiation for Biologic Tissue Hyper Heating Inside the Body Without its Resection (I-Modeling) // Proceedings of International Congress «ICALEO'97». San Diego, 1997; J. Meijer, K. Du, A. Giner, D. Hoffmann, V. Kovalenko, T. Masuzawa, A. Ostendorf, R. Poprawe, W. Schulz. Laser machining by Short and Ultrashort Pulses, State of the Art // Annals of the CIRP. 2002. Vol. 51(2); V. S. Kovalenko. Laser micro- and nanoprocessing // International J. of Nanomanufacturing. 2006. Vol. 1, № 2.

Сибіль М. Г.