

НИЗЬКОІНТЕНСИВНЕ ОПТИЧНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ, ПРИСТРОЇ ДЛЯ ЕКСТРАКОРПОРАЛЬНОГО ОПТИЧНОГО ОПРОМІНЕННЯ НА БАЗІ СВІТЛОДІОДІВ

Ст.: І.В. Шарабарін, Б.В. Козлов

Кер. О.Б. Алмазова

Національний технічний університет "ХПІ"

Всі процеси, що протікають в живих організмах, пов'язані з переносом та перетворенням енергії. У більшості цих процесів первинним джерелом енергії є світло.

Оптичне випромінювання широко використовується в традиційній медицині, як складової комплексу лікувальних і реабілітаційних заходів, в фізіотерапії та ветеринарії. Величезна увага приділяється терапевтичному використанню неруйнівного і нетоксичного НІОВ лазерів і світлодіодів. Лікувальна дія світла на організм людини відома здавна. Про геліотерапію знали стародавні єгиптяни, ассірійці, греки та інші народи, про неї неодноразово згадується в працях Гіппократа. Світлотерапія, як наука почала формуватися тільки в XIX столітті, після відкриття англійськими вченими Дж.Дауном і Р.Блунтом (1877р) лікувальних властивостей УФ-випромінювання. У 1903р. датському фізіотерапевту Н.Фінсену була присуджена Нобелівська премія з фізіології та медицини за розробку і широке впровадження методики лікування аутоімунних і шкіряних захворювань, за допомогою концентрованого світлового випромінювання.

В експериментальних роботах було показано, що синє світло змінює біохімічний склад крові, покращує роботу серця і легенів, стимулює імунну систему, має протимікробну дію. На початку XX століття, до відкриття антибіотиків, лампи синього світла (сині лампи Мініна) широко використовувалися в стоматології для лікування запалення ясен, для знеболювання. На клітинному рівні синє світло стимулює синтез АТФ, регулює метаболізм, покращує функцію зовнішнього дихання, доставки та утилізації кисню в клітинах, покращує проведення нервових імпульсів. На рівні системи мікроциркуляції і кровообігу спостерігається зниження в'язкості крові, зміцнення стінок судин, збільшення швидкості кровотоку. Оптичне випромінювання червоного та ІК діапазонів покращує мікроциркуляцію крові в дрібних судинах і

тканинах, підвищує швидкість окислювально-відновних реакцій, підсилює регенерацію пошкоджених тканин, нормалізує водний баланс клітин, має виражену судинорозширювальну, протизапальну, знеболюючу, лімфодреніруючу та протинабрякову дію, підвищує імунітет.

Низькоінтенсивне оптичне випромінювання (НІОВ) прискорює загоєння ран, має протизапальну і безпечну дію, у тому числі в якості після операційного анальгетика, має захисну дію на клітини, перешкоджає їх загибелі від цитотоксичних чинників. Розглянемо біологічну дію НІОВ лазерів (НІЛВ) і, власне, ВЛОК (внутрішньосудинного лазерного опромінення крові). Вплив УФ випромінювання схоже з впливом НІЛВ. Слід зрозуміти, що впливаючи НІЛВ, у організм не привноситься щось чужорідне для забезпечення специфічного впливу, а відбувається м'яке коригування системи саморегулювання і підтримання гомеостазу. Тобто здійснюється регулювання нормальних фізіологічних реакцій організму.

Засобом для досягнення цілющих ефектів НІЛВ є, перед усім, кров людини. Саме кров є найважливішою біологічною рідиною організму, що здійснює транспортну, поживну, і регуляторну функції.

Терапевтичний ефект ВЛОК заснований на фотобіологічному впливі НІЛВ на формені елементи крові, активації біохімічних процесів, поліпшення механічних, транспортних, структурних властивостей мембран клітин, поліпшення реологічних і транспортних властивостей крові. В кінцевому підсумку ефект ВЛОК на організм людини реалізується в поліпшенні функціонування органів та систем організму і призводить до зменшення патологічних проявів захворювань. Доведено, що при впливі НІЛВ на кров пацієнта опроміненню досить піддати 10-20% об'єму циркулюючої крові та спостерігати позитивні клінічні ефекти на рівні всього організму. Позитивні ефекти, що спостерігаються при впливі ВЛОК на організм людини: поліпшення мікроциркуляції і реологічних властивостей крові; регенераторний; імунорегулюючий, гіполіпидемічний і антихолістеразний ефект; антитромбічну дію; дезінтоксикаційний ефект; нормалізація артеріального тиску. Таке різноманіття енергетичного впливу ВЛОК на організм дає повне право стверджувати, що ця методика має широке застосування в лікуванні багатьох захворювань і може бути використана для поліпшення якості життя і довголіття пацієнтів. Практично всі прилади якими впливають ВЛОК на організм-створені із застосуванням лазерів. Лазер, або оптичний квантовий генератор - це технічний пристрій, що випускає світло

в дуже вузькому спектральному діапазоні у вигляді спрямованого когерентного, монохроматичного, поляризованого променя, тобто потоку високоорганізованого в просторі і часі електромагнітного випромінювання одного кольору. У лазерній терапії застосовується випромінювання в діапазоні довжин хвиль від ультрафіолетового до інфрачервоного.

Світлодіод - напівпровідниковий прилад з електронно-дірковим переходом, що створює оптичне випромінювання при пропущенні через нього електричного струму в прямому напрямку. Світло, що випромінюється лежить у вузькому діапазоні спектра. Його спектральні характеристики залежать значною мірою від хімічного складу використаних в ньому напівпровідників. Іншими словами, кристал світлодіода випромінює конкретний колір. На даний час промисловість випускає досить монохроматичні світлодіоди. Їх вартість в кілька разів менша за вартість лазерів, що випромінюють ті ж самі довжини хвиль. Ця обставина дозволяє вважати, що лазери в терапії можуть бути замінені світлодіодами. Вашій увазі надані 2 фізіотерапевтичні пристрої, в яких використовується енергія світлового випромінювання, чийми прототипами були багатофункціональні терапевтичні лазерні прилади. Недоліками прототипів є їх висока вартість, громіздкість, необхідність спеціального приміщення для проведення процедур, спеціальна підготовка персоналу відповідно до вимог до роботи з лазерними установками.

1. Пристрій для екстракорпорального ультрафіолетового опромінення крові складається з корпусу, в верхню кришку і дно якого вмонтовані матриці з 8 світлодіодів УФ діапазону; під матрицею розташований блок електроживлення. У корпусі пристрою є ложе для кювети опромінення крові. На верхній стінці корпусу є кнопка для включення пристрою, під нею знаходиться блок управління, який регулює програму постійного або імпульсного випромінювання. Кювету для опромінення крові приєднують до системи переливання крові, заповнюють кров'ю, що раніше була зібрана в стерильний флакон з консервантом, поміщають в ложі для кювети корпусу приладу, закривають верхньою кришкою, тривалістю натискання кнопки включення приладу за допомогою блоку управління включають програму постійного або імпульсного випромінювання матриць світлодіодів УФ діапазону, за допомогою голки системи переливання крові пунктирують кровonosну судину, відкривається затиск системи переливання крові та проводиться трансфузія крові, під час якої вона опромінюється в

кюветі, по закінченню процедури повторним натисканням кнопки включення переривається електроживлення матриць світлодіодів УФ діапазону від блоку електроживлення і прилад вимикається. Технічний результат досягається використанням двох матриць світлодіодів, що випускають монохроматичне випромінювання в УФ діапазоні і розташованих по обидві сторони від кювети.

2. Пристрій для екстракорпорального опромінення крові червоним світлом відноситься до установок, призначених для екстракорпорального опромінення крові в ультрафіолетовому, видимому та інфрачервоному діапазонах спектру. У клінічній практиці широко використовуються апарати для опромінення крові УФ променями і червоним світлом. Мета-створення недорогого компактного, надійного, зручного в експлуатації пристрою для екстракорпорального опромінення крові монохроматичним червоним світлом. Це досягається використанням в якості джерела плоского променя червоного світла лінійно розташованих світлодіодів, випромінювання, яких розсіюється плоским екраном з фторопласту. У пропонованому пристрої опромінення крові безпосередньо в шлангу одноразової системи переливання крові здійснюється з обох сторін червоним монохроматичним світлом ($\lambda = 660 \pm 5\text{нм}$), випромінюваним лінійно розташованими світлодіодами. Для створення плоского опромінюючого кров променя не потрібно ніякого оптичного пристрою, а для роботи лінійно розташованих світлодіодів достатньо напруги 5-6 В, що створюється блоком живлення. На відміну від прототипу можливе застосування автономного живлення. В пристрій вмонтовано 2 групи лінійно розташованих світлодіодів, між якими вставляють прозорий силіконовий шланг одноразової системи переливання крові типу ПК 1105; між шлангом і групами світлодіодів розміщені фторопластові екрани, що розсіюють червоне та поглинають теплове випромінювання. Світлодіоди приєднані послідовно-паралельно через обмежуючий робочий струм резистори до джерела живлення. Пристрій закривається кришкою з прорізом для кріплення шланга системи переливання крові. Пристрій працює наступним чином: в проріз кришки вставляють прозорий шланг одноразової системи переливання крові для трансфузії крові; через блок живлення підключають до стандартної мережі змінного струму 220/50 Гц, потім здійснюють трансфузію. Після закінчення трансфузії прилад відключають від мережі. Пристрій простий у виготовленні, надійний в роботі, ресурс необмежений, безпечний при експлуатації.