4.4. ЛАЗЕРОТЕРАПІЯ

Лазеротерапія– лікувальне застосування монохроматичного(різних

діапазонів), когерентного, поляризованого світла.

ФІЗИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА. Лазерне випромінювання

характеризується монохроматичністю(однобарвністю), когерентністю(збігом

усіх фаз світлових хвиль у просторі й часі), поляризованістю(поперечністю

світлових хвиль відносно до напряму променя) і потужністю випромінювання. Ці

властивості лазера дозволяють за необхідності отримати випромінювання високої

інтенсивності й потужності енергії, виняткової спрямованості– практично

паралельний пучок світла.

З перерахованих характеристик лікувального ефекту вирішальними

вважаються час експозиції опромінювання і густина потоку потужності. Якщо

густина потоку потужності та енергії характеризується оптичним

випромінювачем і, як правило, є величинами постійними, то тимчасова експозиція

варіює від декількох секунд до десятків хвилин.

Принцип отримання лазерного випромінювання базується на властивості

атомів(молекул) через вплив індукуючих електромагнітних хвиль переходити у

збуджений стан. Збуджений стан атомів нестійкий і короткочасний. Під впливом

зовнішнього електромагнітного випромінювання може статися лавиноподібний

перехід атомів із збудженого в незбуджений стан, що спричиняє виникненню

лазерного випромінювання. Воно має ту ж частоту, фазу, поляризацію і напрям,

що й індукуюче випромінювання.

Сьогодні в фізіотерапії використовують лазерне випромінювання майже

всіх оптичних діапазонів: ультрафіолетовий180-380 нм(частіше за

довгохвильовий320 нм), видимий380-760 нм(частіше за червоний спектр630

нм), інфрачервоний760 нм– 1000 мкм(частіше за м’який інфрачервоний890 нм),

що генеруються в безперервному або імпульсному режимах. Частота

проходження імпульсів становить10-5000 Гц з вихідною потужністю до60 мВт.

АПАРАТИ. Кожний лазер складається з джерела індукованого

випромінювання– активної(робочої) речовини, яка може перейти в збуджений

стан; джерела збудження(імпульсні лампи, лампи накачки, підкачки),

резонансного пристрою, що дозволяє концентрувати і посилювати

випромінювання, блоку живлення. Залежно від робочої речовини– джерела

лазерного випромінювання– виділяють твердотільні, газові, напівпровідникові і

рідинні лазери.

Спочатку в клінічній практиці використовували газові низькоінтенсивні

гелій-неонові лазери, що випромінювали у червоній частині видимого спектра

(довжина хвилі632,8 нм), працюючи в імпульсному і безперервному режимі. Ці

лазери довговічні, надійні у роботі. Найбільш поширеним є випромінювачі

“АФЛ-2”, “Ягода”, “Рація”, “ФАЛМ-1” з довжиною хвилі632 нм і такі, що мають

вихідну потужність у межах20-40 мВт. Ці апарати дають можливість фокусувати

лазерний промінь на площі від2 до50 см

2

. Інтенсивність лазерного

випромінювання вимірюється густиною потоку потужності у ватах на1 см

2

.

Проникаюча спроможність лазерного випромінювання червоного діапазону

невелика(до декількох міліметрів). Для лазерного опромінювання крові

використовують апарати“АЛОК-1”, “АЛОК-2”, “Лам-100”, “Спектр”

(екстракорпоральне опромінювання крові), апарат лазерний офтальмологічний

“АОЛ-2”.

В останні роки в клінічній практиці великого поширення набули нові

установки на основі напівпровідникових лазерів: “Узор”, “Узор-2К”, “Елат”,

“Лам100”, “Мустанг”, “Мілта-01”, “Мілта01 М-2-2-Д” з додатковим терміналом

типу“Лазерний душ”, “Vita”. Ці лазери в десятки разів економічніше від газових,

у стільки ж разів менші за габаритами і вагою; всі їх параметри регулюються без

додаткових насадок і пристосувань, а довжина хвилі(0,8-1,4 мкм) дозволяє

доставляти енергію тканинам і органам на глибину2-5 см.

МЕХАНІЗМ ДІЇ ЧИННИКА. Фізико-хімічні ефекти. Низькоінтенсивне

лазерне випромінювання(НЛВ) використовують для біостимуляції тканин, що

має важливе значення для фізіотерапії. Потужність випромінювання в останньому

разі порядку1-6 мВт/см

2

.

У процесі впливу НЛВ на біооб’єкт частина випромінювання відбивається,

інша поглинається. У шкірі та глибше розташованих тканинах є речовини-

фотосенсибілізатори, спроможні поглинати світлові кванти. До таких належать

каталаза, цитохромний комплекс, перекисні радикали, деякі фотосинтетичні

пігменти та ін. При поглинанні світлової енергії виникають різні фізичні процеси,

основними з яких є зовнішній і внутрішній фотоефекти(фотобіоактивація),

електролітична дисоціація молекул і різних комплексів, які спричиняють зміну

електропровідності та електронного збудження біомолекул. Згідно з

біофізичними канонами у всіх фотобіологічних процесах енергія світла необхідна

для подолання активаційних бар’єрів хімічних перетворень. Ці процеси

включають такі стадії: поглинання світла тканинним фотосенсибілізатором і

утворення електронно-збуджених станів, міграція енергії електронного

збудження, первинний фотофізичний акт, поява первинних фотопродуктів,

проміжні стадії, що включають перенесення заряду, утворення первинних

стабільних хімічних продуктів, фізіологобіохімічні процеси, кінцевий

фотобіологічний ефект. При взаємодії світла з речовиною відбувається зовнішній

і внутрішній фотоефекти. З точки зору біофізики для поглинання квантів світла

через дію низькоенергетичного лазерного випромінювання важливий внутрішній

фотоефект, коли один з електронів, що знаходяться на нижньому енергетичному

рівні, переходить на вищий, заповнюючи нижню розпушену орбиталь і

переводячи цим молекулу фотосенсибілізатора в збуджений(синглетний або

триплетний) стан.

Ефект носить дозозалежний характер, більш виражений при низьких

частотах. У клітинах і тканинах існують власні електромагнітні поля і вільні

заряди, які перерозподіляються під впливом електричного поля, що створюється

променем лазера, приводячи до прямої“енергетичної підкачки” організму.

Спостерігається деполяризація мембран, що спричиняє посилення їх проникності

в десятки разів для іонів і метаболітів, відбувається збудження іонних каналів

(коливальних контурів у біомембранах). Це стимулює метаболізм, створює

оптимальні умови для ауторегуляції в організмі.

В основі механізму дії лазера лежить взаємодія світла і

фотосенсибілізатора- речовини, молекули якого спроможні поглинати світло і

передавати енергію іншим молекулам, що не поглинають світла. Наприклад,

фотосенсибілізаторами можуть бути порфірин, каталаза, супероксиддисмутаза,

ферменти, що впливають на окислювальні процеси. Максимальне поглинання

червоного лазерного випромінювання припадає на молекули ДНК,

цитохромоксидазу, цитохром, супероксиддисмутазу, каталазу. Через ці ферменти

здійснюється лікувальний вплив лазерного випромінювання при різних

патологічних процесах. При збігу довжини хвилі лазерного випромінювання і

максимумів спектра поглинання деяких біомолекул відбувається його виборче

поглинання тканинами. Причому інфрачервоне випромінювання поглинається

переважно молекулами нуклеїнових кислот і кисню, червоне– молекулами ДНК,

цитохромоксидази, цитохрому С, супероксиддисмутази і каталази.

У рамках фотобіологічного механізму дії лазерного випромінювання

заслуговує на увагу реакція нейронів на світло з довжиною хвилі в ділянці430-

520 нм, за яких спостерігається гіперполяризація нейрональної мембрани за

рахунок блокування кальцієвих каналів нервових клітин без зміни їх потенціалу-чутливості. Випромінювання даної довжини хвилі переважно впливає на ворітний

комплекс кальцієвого каналу. За найвірогіднішу фоточутливу ворітну частинку

вважається молекула каротиноїду, цистраснізомеризація якої через дію видимого

і ультрафіолетового випромінювання відіграє певну роль в управлінні станом

каналу. Що стосується механізму гіперполяризації, що розвивається паралельно,

то він не пов’язаний із збільшенням внутрішньоклітинної концентрації іонів

кальцію. Збільшення швидкості гідролізу АТФ і ефективності транспорту іонів

кальцію спостерігається при опромінюванні мембран за присутності каталази

(250- 300 мкг/мл), що є акцептором лазерного випромінювання. Вплив

променями лазера спричиняє підвищення проникності саркоплазматичного

ретикулома для оксалату.

Низькоінтенсивне лазерне випромінювання змінює конформаційні

властивості молекул білкових структур, порушуючи міжмолекулярні взаємодії і

зумовлюючи перехід розчинів у новий структурний стан.

Молекула кисню, будучи акцептором лазерного випромінювання, вибірково

поглинає світло, запускаючи ланцюжок біологічних реакцій, серед яких

ключовим є перекисне окислення ліпідів, що індукує біологічні процеси: стрес,

запалення тощо. Вибіркова активація білоксинтетичного апарату клітинного

ядра, дихального ланцюга, антиоксидантної системи(як відповідь на посилення

ПОЛ) і повторних месенжерів(циклічних нуклеотидів, G-білків та іонів Са)

спричиняє посилення споживання кисню і збільшення внутрішньоклітинного

окислення органічних речовин, стимулює синтез білків і нуклеїнових кислот,

гликоліз, ліполіз і окислювального фосфорилювання клітин. Нормальний перебіг

широкого спектра біологічних процесів у тканинах відбувається за участю

вільнорадикальних реакцій. Активація фагоцитарних клітин і фібробластів при

запаленні супроводжується генерацією активних форм кисню: супероксидного

аніону, перекису водню, синглетного кисню і гідроксильного радикала.

Потенційними стимуляторами вироблення активних форм кисню при запально-дегенеративних захворюваннях є фагоцитоз фібрину, імунних комплексів і

мікрокристалів, С5а-компонент комплементу, арахідонова кислота, лейкотрієн-В4,

протеази. Вільні кисневі радикали справляють деструктивну дію на гіалуронову

кислоту, ДНК та інші біологічні макромолекули. Вони ініціюють

вільнорадикальний каскад реакцій в клітинних мембранах, спричиняючи

перекисне окислення ліпідів(ПОЛ). При цьому в клітинах і в позаклітинному

середовищі нагромаджуються проміжні(гідроперекис ліпідів) й кінцеві

(малоновий діальдегід) продукти. Вільні кисневі радикали і продукти ПОЛ разом

з простаноїдами зумовлюють підвищення проникності мікроциркуляторного

русла. Гідроперекиси ліпідів можуть виступати також хемотаксичними

чинниками. ПОЛ стимулює неферментний синтез простагландинів і цим

справляє повторну токсичну дію. Отже, не тільки активні форми кисню, але й

продукти ПОЛ є дійовими прозапальними чинниками і можуть бути віднесені до

медіаторів запалення. Все це свідчить про прозапальну спрямованість

лазеротерапії і диктує її використання у гіпореактивних хворих. Ефект лазерного

опромінювання виявляється генералізованим, зміни ПОЛ не залежать від

локалізації впливу. За умов нормореактивності організму ці процеси збалансовані

і незначна активація ПОЛ має розглядатися як саногенетичний процес,

спрямований на участь ліпо- і гідро перекисів, що виникають у синтезі біологічно

активних з’єднань, необхідних для репаративних процесів. Навпаки, при

гіперреактивності організму вільнорадикальні процеси виражені значніше(вони

посилюють запалення), що обмежує використання лазеротерапії в цьому випадку.

Таким чином, існує4 основні гіпотези, що пояснюють механізм дії

лазерного випромінювання низької інтенсивності в клінічній практиці:

Промені лазера активують деякі ферменти-акцептори, спектр поглинання

яких збігається з енергетичним спектром лазерного випромінювання. До них

належать каталаза, церулоплазмін, супероксиддисмутаза, НАДФН-дисмутаза,

похідні протопорфірину. Поглинаючи лазерну енергію, акцептори-ферменти

запускають біохімічні процеси.

Лазерне випромінювання неспецифічно діє на біополімери(білки, ліпіди,

мембрани, ферменти), внаслідок чого змінюється конформаційна будова

останніх, їх функціональний стан.

Внаслідок впливу променями лазера утворюються активні форми кисню, які

індукують окислювальні процеси.

Внаслідок випромінювання виникають мікрозміни температурного поля з

подальшою зміною електропотенціалу клітинних мембран.

Фізіологічні ефекти. Лазерне випромінювання є стресорним агентом, і

реакції, що виникають у відповідь на його дію, часто укладаються в схему

неспецифічної адаптивної відповіді. Встановлене підвищення функції симпатико-адреналової системи, підвищення стійкості організму до патогенних чинників.

Залежно від отриманої дози в організмі спочатку відбувається стимуляція

обмінних процесів на клітинному рівні, потім– на тканинному і в останню чергу

– на рівні всього організму.

При середній силі опромінювання спостерігається реакція активації. НЛВ

справляє активуючий вплив на ПОЛ зі зсувом рівноваги окислювальних систем у

бік посилення вільнорадикальних процесів. Короткочасне опромінювання

справляє прозапальний вплив на тканини з інтенсифікацією ПОЛ і підвищенням

вмісту гістаміну, серотоніну і ПГF2а. Тривале опромінювання сприяє

протизапальному ефекту з активацією АОС, зниженням вмісту БАР і

підвищенням ПГЕ2.

Випромінювання гелій-неонового лазера прямо не впливає на реакцію

бластної трансформації лімфоцитів(вплив опосередкований через активацію

глюкокортикоїдної функції), але в тесті з фітогемаглютиніном стимулюючий

ефект щодо відношення до функції Т-клітин значно посилюється. Є відомості про

різний вплив геліонеонового(червоного) і гелій-кадмієвого(синього)

випромінювання на кількісний склад імуноцитів крові. Використання червоного

світла спричиняє відсотковий вміст Т-хелперів, а синього– Т-супресорів.

Активація глюкокортикоїдної функції надниркових залоз лазером сприяє

зниженню вмісту Т-хелперів і циркулюючих імунних комплексів у крові. Вплив

лазерним випромінюванням на ділянку надниркових залоз виявляється

вираженим імунодепресивним ефектом. Імунна супресія поєднувалася з

посиленням глюкокортикоїдної активності кори надниркових залоз, причому

опромінювання інфрачервоним променем в імпульсному режимі надавало більш

виражену дію в порівнянні з безперервним. Незначна глибина проникнення

енергії лазерного випромінювання зумовлює його дію головним чином на шкіру

(її нервово-судинний апарат), що є органом імуногенезу. Ось чому основною

ділянкою терапевтичного застосування лазера є захворювання шкіри, запальні

захворювання м’язів, суглобів, периферичних нервів.

Спроможність низькоінтенсивного лазерного випромінювання активізувати

процеси метаболізму клітин, прискорювати диференціювання клітин лежить в

основі лазерної стимуляції регенераторного процесу. Після опромінювання

лазером у рані спостерігається дегрануляція огрядних клітин, збільшується

кількість фібробластів, полібластів, профібробластів з високим вмістом РНК у

цитоплазмі і ДНК у ядрі. Серед клітин інфільтрату з’являються численні

фібробласти, які мають велике число цистерн гранулярної ендоплазматичної

мережі(ознака посиленого білкового синтезу). Число макрофагів, загиблих

клітин і клітинного детриту значно зменшується. Як наслідок, відбувається

прискорення колагеноутворення і більш виражене утворення волокнистої

тканини при зменшенні клітинних інфільтратів. Лазерне опромінювання

підвищує мітотичний індекс, збільшується число сполученотканинних елементів

у поверхневому шарі шкіри.

Через вплив лазерного випромінювання спостерігається значне зростання

цитохімічної афінності нейтрофілів, що оцінюється за кількістю гранул

відновленого формазану в цитоплазмі клітин, відмічається збільшення

внутрішньоклітинного рН, що має велике значення для процесів фагоцитозу,

хемотаксису і утворення супероксидних аніонів. В альтеративній фазі запалення

спостерігається збільшення хемілюмінесценції поліморфнонуклеарів, що

прискорює виділення ними лізосомних ферментів, які руйнують поверхню

артикулярного хряща і сприяють посиленню запалення, відбувається деструкція

мононуклеарних фагоцитів, переобтяжених антигенним матеріалом, і поява

детриту.

Лазерний вплив підвищує активність тих клітин, які переважають у зоні

впливу під час процедури, тому в уражених суглобах спостерігається пригнічення

імунопатологічного процесу, але посилюється деструкція хряща. У період

реструкції сполучної тканини відмічається стимуляція резорбції фібрину А-клітинами синовіальної оболонки суглобів і секреторної функції В-клітин,

посилення фіброклазії. Виявляється пригнічення процесів дезорганізації

з’єднувальної тканини субсиновіального шару суглобів, а також ослаблення

запальних клітинних реакцій. Синовіоцити типу В активно синтезують

пластівчастий матеріал у сильно розширених цистернах грубої ендоплазматичної

мережі. Поблизу синовіального шару визначаються плазматичні клітини з

оптичною ергастоплазматичною мережею, вираженою антипероксидазною

активністю вмісту цистерн та їх екзоцитосом. У місцях фіксації субстрату з

антипероксидазною активністю визначаються зруйновані колагенові волокна,

велика кількість фагоцитів, що містять фагосоми і клітинний детрит. У частини

клітин спостерігається осередковий або повний лізис цитолеми.

Внаслідок дії НЛВ на пошкоджену тканину підвищується швидкість

кровотоку в тканинах, активується транспорт через судинну стінку, інтенсивно

формуються судини. Поліпшення мікроциркуляції тканини через вплив

низькоінтенсивного лазерного випромінювання сприяє зменшенню

інтерстиціального і внутрішньоклітинного набряку. При опромінюванні

прикордонних з осередком запалення тканин відбувається стимуляція

макрофагів і нейроендокринних телець Фреліха. Продукти обміну білків, що

утворюються при цьому, амінокислот і пігментів, чинників зростання діють як

ендогенні індуктори репаративних і регенеративних процесів у тканинах.

Низькоінтенсивне лазерне випромінювання стимулює функцію нервових

волокон, прискорює їх регенерацію. Промені лазера збільшують швидкість

розпаду пошкодженого нерва і прискорюють резорбцію його фрагментів, що

надалі спричиняє збільшення регенерації нервових волокон. Активізуючий вплив

низькоінтенсивного лазерного випромінювання на процеси катаболізму в

гострому періоді, мабуть, є важливим моментом запуску відновних процесів, що

утворюються при цьому, оскільки морфогени і чинники зростання активізують

клітини фибробластичного ряду.

Безперечний аналгетичний ефект НЛВ зв’язують з впливом на пороги

чутливості больових рецепторів і зі зниженням набряклості в тканинах,

зменшенням здавлення периферичних нервових волокон. При контакті лазерного

випромінювання зі шкірою знижується чутливість рецепторного апарату шкіри,

спостерігається знеболюючий ефект і рефлекторні реакції багатьох систем

організму. Розвиваються зміни в мікроциркуляції і ряд змін в енергетичному

потенціалі клітин і активності ферментних систем. Вибіркова дія лазерного

випромінювання на процес активації каталази веде до підвищення

фосфорилюючої активності мітохондрій. Внаслідок конформаційних змін білків

натрієвих іонних каналів нейролеми шкіряних аферентів(фотоінактивації)

лазерне випромінювання пригноблює тактильну чутливість опромінюваної зони.

Зменшення імпульсної активності нервових закінчень С-аферентів спричиняє

зниження больової чутливості(за рахунок периферичного аферентного блоку), а

також збудливості провідних нервових волокон шкіри.

Низькоінтенсивне лазерне випромінювання справляє виражений

дезінтоксикаційний ефект, бактеріостатичну і бактерицидну дію на стафілокок за

рахунок активації ПОЛ, яка приводить до розриву і деструкції їх оболонок.

Через лазерне опромінювання крові активуються ферментні системи

еритроцитів, що приводить до збільшення кисневої місткості крові, стимуляції

функціональної активності формених елементів крові. Іншими словами, лазерне

випромінювання справляє первинний прозапальний ефект, посилює швидкість

некротичних процесів у рані, що диктує його використання у хворих на фоні

зниженої реактивності організму з метою оптимізації запалення і відновних

процесів.

Лікувальні ефекти: стрес-індукуючий, прозапальний(первинний),

аналгетичний, метаболічний, регенеративно-проліферативний, гіперпластичний,

імуномодулюючий, бактерицидний, тромбокоагулюючий.

ПОКАЗАННЯ. Лазерне випромінювання застосувується при таких

основних синдромах: гіпоергічний запальний, дисалгічний зі зниженою і

перевернутою чутливістю, дисгормональний з переважанням стрес-лімітуючих

гормонів, імунопатії з імунодефіцитними станами, диспластичний і

дистрофічний за гіпотипом, рановий.

Захворювання: нервової системи(травми периферичних нервів, неврити,

остеохондроз, невралгії, радикуліт, дитячий церебральний параліч,

сирингомієлія, постінсультні парези і паралічі), серцево-судинної(стенокардія

напруженняI-II ФК, хвороба Рейно, ендартеріїт), дихальної(бронхіт, пневмонія,

бронхіальна астма), шлунково-кишкового тракту(хронічний гастрит, виразкова

хвороба шлунка і дванадцятипалої кишки, коліт), сечостатевої системи

(простатит, цистит), хірургічні(судинні захворювання нижніх кінцівок,

післяопераційні рани, трофічні виразки, опіки, пролежні, відмороження),

дерматологічні(дерматози, герпес, червоний плоский лишай), гінекологічні

(аднексит, ерозія шийки матки, ендометрит), офтальмологічні, стоматологічні

(стоматит), ЛОР-органів(тонзиліт, фарингіт, отит, ларингіт, синусит), опорно-рухового апарату(переломи кісток при зниженій консолідації, остеоартрози,

артрити, плечеволопатковий періартрит).

Активуючий вплив НЛВ диктує необхідність відбору хворих зі зниженою

реактивністю. Відмічений позитивний результат лікування при хронічних

в’ялопроминаючих запальних захворюваннях. При цьому вираженіший ефект

спостерігається при локальних поверхнево розташованих патологічних процесах

у шкірі та слизовій оболонці.

ПРОТИПОКАЗАННЯ. Синдроми: інфекційний з піретичною реакцією,

гіперергічний запальний, дисгормональний з переважанням стрес-індукуючих

гормонів, дискінетичний і дистонічний за гіпертипом, органної недостатності в

стадії декомпенсації, диспластичний і дистрофічний за гіпертипом.

МЕТОДИКА І ТЕХНІКА ПРОВЕДЕННЯ ПРОЦЕДУРИ. Лазерне

випромінювання може використовуватися як для місцевого, так і загального

впливу. При місцевому впливі опромінювання зазнає безпосередньо осередок

ураження або рефлексогенні зони, в тому числі біологічно активні точки шкіри,

що використовуються при акупунктурі. При цьому випромінювач може

розташовуватися дистанційно(на відстані від об’єкта25-30 мм при впливі

розфокусованим променем) або контактно(на опромінюваному об’єкті при

лазеропунктурі). Виділяють стабільну і лабільну лазеротерапію.

При загальній лазеротерапії використовується гідродинамічна приставка

“лазерний душ”, де функції світловоду виконує потік води, що ллється на тіло

пацієнта з душової насадки. Досягається висока рівномірність розподілу енергії

по поверхні тіла пацієнта і, що важливо, відмічається високий психологічний

ефект процедури. “Лазерний душ” ефективний при лікуванні гнойно-ранової

інфекції і шкірних захворювань.

Загальний вплив також досягається при внутрішньовенному,

внутрішньопорожнинному опромінюванні крові через світловод(випромінювач

може знаходитися або в природній порожнині– грудній, черевній, або вводиться

в патологічну порожнину– кісту, абсцес).

Найбільший коефіцієнт поглинання хвилі довжиною890 нм характерний

для крові, що обгрунтовує способи впливу, спрямовані на цю біологічну тканину.

Досить висока глибина проникнення випромінювання дозволяє справляти вплив

на кров неінвазивним методом, розташовуючи випромінювач на поверхні шкіри

над великими кровоносними судинами(найчастіше–кубітальна віна в ділянці

ліктьового згину). Проводиться також місцевий вплив на тканини в ділянці

промежини.

Лазерне опромінювання проводять у положенні хворого сидячи або лежачи.

Очі мають бути захищені спеціальними окулярами з фільтратами.

Опромінюванням впливають на осередок ураження, рефлексогенну зону або на

акупунктурні точки. Ділянку значної площі ділять на декілька полів,

опромінюючи їх послідовно. За час однієї процедури опромінюють3-5 полів, їх

загальна площа не має перевищувати400 см

2

. Промінь лазера направляють на

ділянку перпендикулярно з відстані до50 см. При проведенні опромінювання

крові лазером інфрачервоного діапазону промінь направляють перпендикулярно

поверхні шкіри.

ДОЗУВАННЯ. У фізіотерапії використовують лазерне опромінювання

потужністю від2 до30 мВт/см

2

, тривалістю від20 секунд до3 хвилин на полє або

2 хвилини на біологічно активну точку, сумарно до20 хвилин на декілька точок

або полів. Проводять процедури щодня або через день, на курс лікування

призначають до10 процедур. До лазерного випромінювання виникає адаптація в

організмі. Кожне подальше випромінювання викликає менш виражені реакції. У

зв’язку з цим нами розроблений і запропонований метод змінних частот посилки

імпульсів лазерного випромінювання. Причому, враховуючи закономірності

відновних процесів у рані, запропоновано змінювати частоту на5 добу. Первинна

активація ПОЛ у післяопераційному періоді більш виражена, що диктує

необхідність починати вплив при вищих частотах посилки імпульсів(наприклад,

3000 Гц). Навпаки, при патології опорно-рухового апарату обмінно-дистрофічного генезу початкові впливи мають бути оборежними(впливи“синім”

або інфрачервоним лазером із частотою150 Гц з подальшим переходом на

інтенсивніші режими: “червоний” лазер або високі частоти посилки імпульсів). За

необхідності повторний курс лазеротерапії призначають через2-3 місяці.

ФІЗІОТЕРАПЕВТИЧНИЙ РЕЦЕПТ

Діагноз: Хронічний бронхіт, стадія загострення, ДН1.

Rp: Лазеротерапія від апарата“Узор” на ділянку ліктьового згину, методика

контактна, частота проходження імпульсів150 Гц, 15 хвилин, через день №7.

4.5. ПАЙЛЕР-