

Фотогемотерапія

Ультрафіолетове опромінення крові

Ультрафіолетові промені (УФП) відносяться до електромагнітного випромінювання, розташованого за фіолетовим відрізком видимого спектра у бік коротших хвиль. Довжина ультрафіолетових хвиль від 400 до 2 нм, але кванти їх мають найбільшу енергію. УФП у порівнянні з іншими ділянками світлового спектра мають найменшу глибину проникнення в тканини - усього до 1 мм, але за своєю хімічною активністю перевершують їх.

При поглинанні тілом пацієнта УФП прискорюють рух електронів по орбітах, що викликає утворення тепла, вони приводять атоми в збуджений стан, підвищують хімічну активність, посилюють окислювально-відновлювальні процеси, дають початок новим фотохімічним реакціям. Викликає функціонально-структурні зміни формених елементів крові, що призводить до істотної активації лейкоцитів, факторів неспецифічної резистентності організму, зміни проникності мембран і запуску опосередкованих каскадних фотохімічних реакцій.

У фізіотерапії використовують не весь діапазон коливань, що відповідає УФП, а тільки частину його в межах від 400 до 180 нм.

В залежності від біологічної дії весь спектр ультрафіолетових променів умовно розділяють на 3 ділянки:

відрізок А (УФО-А) - охоплює довгохвильові коливання від 400 до 320 нм;

відрізок В (УФО-В) - середньохвильові УФП із довжиною хвилі від 320 до 280 нм;

відрізок С (УФО-С) - короткохвильові промені з довжиною хвилі від 280 до 180 нм.

В останні десятиліття оформився і швидко розвинувся один із перспективних розділів ефективної медицини - фотогемотерапія (квантована терапія, фізіогемотерапія, фотомодифікація). Вона включає два методи опромінення крові – ультрафіолетове та лазерне опромінення крові. Фотогемотерапія в клінічній практиці реалізується методами трансфузії аутокрові (АУФОК) і внутрішньосудинним лазерним опромінюванням крові (ВЛОК) як самостійно, так і в комбінації з іншими методами.

Первинне використання УФОК проявлялося у здатності знищувати мікроорганізми в циркулюючій крові. Тепер УФОК є універсальним методом при найрізноманітніших захворюваннях: гострих і хронічних гнійно-запальних процесах, бронхіальній астмі, гострих і хронічних інтоксикаційних процесах.

Біологічна дія ультрафіолету полягає у здатності молекул речовин, що знаходяться в складі клітин живих організмів, поглинати кванти світла і вступати у різні фотохімічні реакції, що змінюють їхній склад і функції.

До важливого ефекту УФОК відносять його бактерицидну дію. Встановлено, що бактерицидна дія фотомодифікованої крові має багато подібного з дією антибіотиків.

Основними факторами терапевтичного ефекту ультрафіолетового опромінення вважають:

- антисептичну (бактерицидну) дію
- корекція клітинного та гуморального імунітету
- підвищення неспецифічної резистентності організму

- стимуляція регенеративних (загоюють) процесів
 - протизапальну дію
- поліпшення мікроциркуляції,
- підвищення кисневої ємкості крові та покращення оксигенації органів і тканин,
 - нормалізація та стимуляція регенераторних та обмінних процесів,
 - імунокоригуючий ефект,
 - стимуляція регенерації, вдосконалення функціональних власних еритроцитів.

Вважається, що при опроміненні ультрафіолетом безпосередньо крові, додатково до перерахованих вище факторів, виявляються деякі додаткові:

- поліпшення реологічних властивостей крові
- судинорозширювальна дія
- підвищення киснево транспортної функції крові
- нормалізація кислотно-лужного стану крові
- нормалізація протеолітичної активності крові
- підвищення антиоксидантної активності крові
- стимуляція еритропоезу
- дезінтоксикаційна дія

При цьому вважається, що короткохвильове опромінення крові (до 400 нм) обумовлює імуннокоригуючий ефект, а довгохвильове опромінення оптичного діапазону істотно покращує реологічні властивості крові і мікроциркуляцію.

УФО крові проводиться за двома методикам. За закритою методикою, коли на кров відбувається вплив безпосередньо в вені або при проходженні її через спеціальну кварцову кювету, ізольовану від зовнішнього середовища,

або за відкритою методикою, яка передбачає опромінення крові, попередньо зібраної в посудину.

У хворого беруть невелику кількість крові (приблизно 2 мл/кг ваги), піддають її УФ-опроміненню і вводять назад у кровеносне русло. Приблизно через 5 хв після введення хворим 100-200 мл опроміненої крові спостерігається значне зниження в'язкості у всьому обсязі (близько 5 л) циркулюючої крові.

Ультрафіолетове опромінення крові проводиться в стерильних умовах. Голка діаметром 0,8- 1,2 мм вводиться в периферичну вену. Кров пацієнта виходить у систему з прозорою кюветою, розташованою в апараті, де опромінюється ультрафіолетовими променями, як у фазу забору крові, так і у фазу повернення. Тривалість сеансу: 40-60 хв. Курс лікування 5-10 сеансів - підбирається індивідуально в залежності від течій і характерних захворювань. Клінічний ефект проявляється вже через 2-3 процедури.

Для досягнення клінічного ефекту зазвичай необхідний курс з 3 - 5 сеансів УФОК з частотою проведення через день. Призначення більш 1 сеансу за добу небезпечно продукцією антитіл, а проведення процедур рідше, ніж через день, знижує свою ефективність. Часто ультрафіолетове опромінення крові (УФОК) використовують в поєднанні з іншими методами ефективної терапії з цільовим посиленням (плазмозорез крові, гемосорбція, гемодіаліз).

Інші аспекти використання УФО

УФО також отримало широке розповсюдження і при лікуванні багатьох інших хвороб, а також для утворення загару в косметології.

Формування ультрафіолетової (фотохімічної) еритеми – один з провідних компонентів фізіологічного та лікувальної дії УФ-променів.

При проведенні ультрафіолетових опроміненнь необхідний індивідуальний підхід до хворого, слід визначити чутливість його до дії променів. Для цього проводять дозиметрію (визначення біологічної дози). Одна біодоза - це час ультрафіолетового випромінювання, що викликає мінімальну видиму появу еритеми при певній відстані від джерела випромінювання.

Для визначення біодози використовують біодозиметр БД-2, запропонований І.Ф.Горбачовим. Він складається з металевої платівки, у якій є 6 прямокутних отворів. Отвори закриваються рухливою заслінкою. Таку платівку вшивають у клейонку і фіксують на тілі пацієнта (живіт, внутрішня поверхня передпліччя).

Опромінювач встановлюють перпендикулярно до поверхні опромінення над біодозиметром, звичайно на відстані 50 см, і приступають до опромінення. Відкривають перший отвір дозиметра й опромінюють 1 хвилину, після чого відкривають 2-ий отвір і знову опромінюють 1 хв. Щохвилини відкривають новий отвір. Так одержують шість невеличких ділянок шкіри, опромінених протягом 1-6 хв. Результат визначається через 20-24 години. Визначення результату опромінення зводиться до встановлення залежності між тривалістю опромінення і мінімальною інтенсивністю еритеми. Якщо, наприклад, є 5 еритемних смужок зростаючої яскравості, то біодоза для даного пацієнта складає 2 хв. при даному джерелі опромінення і відстані 50 см. Якщо пацієнт відзначає підвищену чутливість до ультрафіолетових променів, то опромінення кожного наступного отвору проводять по 30 сек. Якщо з'явилося 4 еритемних смужки, то біодоза відповідає 1,5 хвилинам.

Виділяють наступні методики УФО в терапії:

загальні УФО;

місцеві УФО;

Загальне опромінення буває груповим і індивідуальним. Групові застосовуються для профілактики, індивідуальне - для лікування. Очі пацієнта захищають спеціальними окулярами. При індивідуальному опроміненні послідовно впливають на передню і задню поверхні оголеного тіла поступово зростаючими дозами. Призначають курс опромінення з 1/4-1/2 індивідуально визначеної біодози. Через кожні 2-3 процедури дозу збільшують вдвічі і доводять до кінця курсу лікування до 2-3 біодоз. Існують різноманітні схеми загального опромінення: основна, уповільнена і прискорена.

Загальні УФО проводять інтегральним потоком УФ-променів або довгохвильовими УФ-променями з відстані 70-100 см. Опромінюють послідовно передню і задню поверхні тіла. Під час процедури на очі надягають захисні окуляри. Розрізняють основну, прискорену і сповільнену схеми опромінення.

За основною схемою вплив починають з 1/4 біодози. Через день час процедури збільшують на 1/4 біодози і доводять його поступово до 3 біодоз. Курс лікування становить 20-24 процедур. Процедури проводять щодня.

За прискореною схемою опромінення починають з 1/2 біодози і, збільшуючи інтенсивність щодня на таку ж величину, до кінця курсу лікування доводять до 4 біодоз. Курс лікування становить 16-18 процедур. Така схема застосовується для фізіопротекції.

За сповільненою схемою лікування починають з 1/8 біодози. Щодня додають по 1/8 біодози, інтенсивність збільшують до 2-2,5 біодоз. Курс лікування в цьому випадку складається з 20-28 процедур. Процедури проводять щодня або через день. Схема щадна, застосовується для лікування ослаблених хворих зі зниженою реактивністю.

Загальне опромінення проводять через день. Повторний курс загального ультрафіолетового опромінення може проводитися не раніше, як через 3 місяці.

Місцеве опромінення - вплив на порівняно невелику площу шкірної поверхні. Опромінення проводиться звичайно з відстані 50 см. Застосовують еритемні дози ультрафіолетового опромінення. Розрізняють малі еритемні дози (1-2 біодози), еритемні дози середньої інтенсивності (3-4 біодози), великі еритемні дози (5-6 біодоз) і гіпереритемні (більше 8 біодоз). В один день еритемними дозами можна опромінювати ділянку не більше 600 см². Повторне опромінення цієї ділянки можна проводити після зменшення еритеми, через 2-3 дні і пізніше, і не більше 3-4 разів. Для порожнинних опромінь (носа, мигдалин, вуха, піхви) застосовуються спеціальні тубуси. Тривалість опромінення від 1 до 3 хвилин щодня або через день. Курс лікування 5-10 сеансів.

Виділяють кілька варіантів місцевих УФО.

Позавогнищевий вплив застосовують при патологічних процесах, безпосередньо впливати на які неможливо, наприклад, через гіпсові пов'язки.

Опромінення осередку ураження з обов'язковим захопленням 4-8 см навколишнього неураженої шкіри застосовується для безпосереднього впливу на патологічний осередок. Початкова доза опромінення 4-8 біодоз. Курс лікування становить 5-6 процедур.

Опромінення рефлексогенних зон проводять для опосередкованого, з використанням шкірно-вісцеральних рефлексів впливу при захворюваннях внутрішніх органів. Наприклад, з метою поліпшення мозгового кровообігу і метаболізму і для впливу на вищі вегетативні центри опромінюють шкіру комірцевої області.

Опромінення по полях проводять в тому випадку, якщо площа патологічного вогнища перевищує допустиму для одномоментного впливу (тобто 600 см²).

Фракційне опромінення застосовують для одномоментного впливу на велику поверхню тіла, площа якої перевищує допустиму для разового опромінення. Для цього опромінюваний ділянку закривають клейонкою площею 30 x 30 см, в якій на рівних відстанях один від одного вибиті 150- 300 перфораційних отворів діаметром по 1 см.

Механізм дії УФО

При дії ультрафіолетового випромінювання на організм людини за рахунок фотоелектричного ефекту в шкірі відбуваються складні фотохімічні і фотобіологічні процеси. Вони проявляються розпадом білка (фотоліз), утворенням більш складних речовин (фотосинтез) або речовин із новими фізико-хімічними властивостями (фотоізомеризація). У місці поглинання утворюються вільні радикали, посилюється ферментативна активність, звільняються або знову утворюються біологічно активні речовини (гістамін, серотонін, ацетилхолін та ін.).

Кванти ультрафіолетових променів діють на дезоксирибонуклеїнову кислоту (ДНК). В результаті змін виникають клітинні мутації - деякі клітини при цьому гинуть. Цей механізм лежить, зокрема, в основі бактерицидної дії ультрафіолетового опромінення. Найбільш виражену бактерицидну дію мають короткохвильові ультрафіолетові промені.

Під впливом ультрафіолетових променів на шкірі з'являється еритема. З'являється вона не відразу, а через кілька годин після опромінення (від 2 до 8 годин і більше). При дії короткохвильових променів еритема з'являється швидше, вона менш яскрава і швидко проходить. При опроміненні довгохвильовими променями еритема з'являється пізніше, вона насичено червоного кольору й утримується тривалий час. Еритема супроводжується невеликою набряклістю тканин, легкою сверблячкою, поступово згасає і через 3-5 днів замінюється пігментними плямами коричневого кольору, внаслідок накопичення в клітинах шкіри пігменту меланіну.

Пігментація шкіри ("засмага") може наступати і після частих нееритемних опромінь. Дуже важливим моментом впливу ультрафіолетових променів є їх вітаміноутворююча дія. Встановлено, що в результаті процесів фотоізомеризації з ергостерину утворюється вітамін D₂, що має антирахітичну дію. Як відомо, при гіповітамінозі D, що розвивається внаслідок неповноцінного харчування й ультрафіолетової недостатності, порушується засвоєння кальцію і фосфору, зменшується їх надходження в кісткову тканину і фіксація в ній. В результаті цього знижується механічна міцність кісток, сповільнюється їх зрощення при переломах.

Зменшення вмісту кальцію в зубній тканині сприяє розвитку карієсу, а в стінках судин - підвищенню їх проникності і схильності до ексудативних реакцій. Ультрафіолетове опромінення, сприяючи виробітку вітаміну D, активізує функцію ферменту фосфатази, забезпечуючи краще засвоєння і фіксацію тканинами, особливо кістками, фосфору і кальцію, що широко використовують для профілактики і лікування рахіту у дітей, а також профілактики карієсу, при переломах кісток.

Під впливом ультрафіолетових променів поліпшується скорочувальна здатність міокарда, знижується гіпоксія, відновлюється функція зовнішнього дихання за рахунок зменшення частоти і збільшення глибини дихання, нормалізуються процеси згортання, збільшується вміст еритроцитів, підвищується гемоглобін крові, сповільнюється ШОЕ, поліпшуються показники ліпідного обміну, збільшується активність кори наднирників. Довгохвильові ультрафіолетові опромінення в малих дозах активізують мозковий кровообіг і тонус мозкових судин.

Відбуваються виражені зміни з боку периферичної нервової системи. Довгохвильові промені підвищують секрецію, а короткохвильові - травну здатність шлункового соку. Ультрафіолетове випромінювання (особливо довгохвильове) активізує імунну систему, підвищує захисно-приспосувальні механізми організму.

У цілому, ультрафіолетове опромінення дає високий терапевтичний ефект при багатьох захворюваннях.

Показання до використання

Загальні опромінення проводять для підвищення опірності організму, для загартовування і компенсації ультрафіолетової недостатності (у місцях, де мало сонячних променів). Вони проводяться також дітям, вагітним, матерям, що годують, для профілактики рахіту. Загальне опромінення застосовують у клініці туберкульозу при ураженні кісток, суглобів, лімфовузлів та ін.

Місцеві опромінення проводять при багатьох захворюваннях внутрішніх органів (бронхіти, бронхіальна астма, пневмонії, виразкова хвороба), при хворобах опорно-рухового апарата (артрити, артрози, спондиліоз, остеохондроз, наслідки переломів кісток), при захворюваннях нервової системи (радикуліти, неврити, невралгії), при ураженнях шкіри (псоріаз, екзема, довгозаживаючі рани, виразки, піодермія, бешихове запалення).

Загальні показання до застосування УФО крові в клінічній практиці.

На підставі та власного клінічного досвіду, аналізу даних літератури вважаємо за доцільне сформулювати загальні показання до застосування УФО крові з лікувальною, профілактичною і оздоровчою метою в такий спосіб:

З лікувальною метою:

- гострі та хронічні запальні процеси різної локалізації;
- сепсис;
- отруєння (екзотоксикози) і ендотоксикозу при різних захворюваннях;
- тромбоутворення, захворювання артерій (I-III стадії ішемії);
- гострі та хронічні тромбофлебіти, флеботромбози;
- хронічна ішемічна хвороба серця, цереброваскулярна недостатність;
- запальні (інфекційні) ускладнення після операції, травм і різних захворюваннях;
- імунодефіцитні стани при різних захворюваннях, травмах, після оперативних втручань;
- аутоімунні захворювання (бронхіальна астма, тиреоїдит Хашимото, тиреотоксикоз, первинна мікседема, ревматоїдний артрит, неспецифічний виразковий коліт), сироваткова хвороба, лікарська та інші види алергій;
- захворювання лімфатичних судин (придбаний лімфостаз);
- гострий і хронічний панкреатит;
- виразкова хвороба шлунка та дванадцятипалої кишки, гастродуоденіт;
- дерматози, псоріаз, нейродерміт, акне;
- цукровий діабет;
- склерокістоз яєчників;
- опікова хвороба;
- трофічні виразки, уповільнені загоєння ран і консолідація переломів;
- інфекційні захворювання: вірусні гепатити, герпес, мікоплазмоз, хламідоз, кандіоз.

Противоказання

Злоякісні новоутворення, активні форми туберкульозу легень, схильність до кровотечі, хвороби крові, системний червоний вовчак, недостатність кровообігу II-III ст., гіпертонічна хвороба II-III ст., тиреотоксикоз, підвищена чутливість шкіри, фотодерматози.

Фотогемотерапія має і певні протипоказання, які можуть бути абсолютними і відносними.

Апаратура для УФОК

Апарат УФО крові "Наdejда"

Апарат "Наdejда" передбачений для екстракорпорального дозованого ультрафіолетового опромінення крові в лікувальних і профілактичних цілях. Апарат може використовуватись як в умовах стаціонарного, так і на дому, а також амбулаторно - в поліклініках, профілакторіях, санаторіях. Наразі в медичній практиці використовується удосконалений варіант приладу «Наdejда -О», який також проводить ще й озонування крові.

Апарат складається з опромінювача, перистальтичного насоса, одноразової кювети, вставленій в спеціальний тримач. На передній панелі в апараті розташовані кнопки управління.

Спеціальний УФ опромінювач забезпечує близько 80% потужності опромінення на довжині хвилі 254 нм. Енергетична освітленість до 1,5-3 мВт/кв.см.

Кров перекачується з використанням перистальтичного насоса з регулюванням сили прижимних роликів. Насос забезпечує рівномірний забір крові, перекачує її через кювету і повертає в вену пацієнта. Насос працює в двох режимах: в 1 режимі швидкість проливання крові та інфузійних розчинів 12 мл/хв., В 2 режимі швидкість проливання - 18 мл/хв.

Кювета однократного застосування виконана з поліетиленових марок 15803-020 і має два виводи для приєднання систем перекачування крові однократного застосування.

Всі елементи апарату, що зв'язуються з кров'ю, виконують одноразові, включають кювету, де безпосередньо відбувається обробка крові. Використання кварцу призводить до посилення ефекту опромінення. Закрита конструкція кювети запобігає інфікуванню медичного персоналу та пацієнта вірусним гепатитом та іншими трансмісійними інфекціями при проведенні операцій екстракорпоральної гемокорекції, не затримані часом на стерилізацію.

При озонуванні досягається концентрація озону 1200 мкг/л за 20 хвилин.

Робоча програма в режимі "ОЗОН" виробляється за двома схемами:

Відкритий контур – приналежне від джерельної кислоти подання останнього у камері оброблення та барботизації озоно-кислотних сумішей у флаконі з препаратами, досягнення концентрації озону у розчині 1500 мкг/л за час 20 хвилин.

Закритий контур – виробляється з попередньо підготовленим флаконом (об'єм 450 мл, заповнення кров'ю 250 мл, заміщення повітряного кислороду при зберіганні герметичної упаковки), кисень із флакона прокачується через камеру оброблення і повертається у флакон. Спосіб забезпечує досягнення концентрації озону в розчині 1200 мкг/л за час 20 хвилин.



Технічні характеристики

Потужність лампи опроміювача, Вт	4
Швидкість переливу крові, мл/хв. - 1 режим - 2 режим	12+3 18+3
Концентрація озонованого розчину, мкг/л	400-1600
Напруга живлення, В	220
Частота, Гц	50
Потужність споживання, Вт	15
Габаритні розміри, мм	270x140x180
Вага, кг	3

Апарат УФО крові "Ізольда"

Апарат UFO крові "Ізольда" передбачений для ізолюваного (в організмі) дозованого опромінення крові в лікувальних та профілактичних цілях. Доза ультрафіолетового опромінення (УФО крові) вибирається від 1 до 3 мл/кг ваги.

У апараті "Ізольда" застосовують ртутну бактерицидну лампу, максимум опромінення якої доходить за довжині хвилі 254 нм.

Технічні характеристики

Потужність джерела випромінювання, Вт	8
Густина потоку випромінювання на $\lambda = 254$ нм, мВт/см ²	2 - 0,2
Площа випромінювання, см ²	0 - 35
Швидкість прокачки крові, мл/хв	10/20
Об'єм крові, що опромінюється, мл	не обмежен
Тривалість процедури, мин	15
Габаритні розміри, мм.	330x135x105
Вага, кг,	8



Апарат УФОК ОВК-03

Прототипом опромінювача ОВК-03 є широко відомий апарат для ультрафіолетового опромінення крові "Ізольда". Основна відмінність ОВК-03 від прототипу - це внутрішньосудинна, а не екстракорпоральна процедура фотомодифікації.

- при проведенні процедур фотогемотерапії не потрібно застосовувати консервантів та антикоагулянтів;
- у спектрі оптичного електронного виходу ОВК-03 присутній "найсильніший" ультрафіолет і присутній у всіх довжинах хвиль, включаючи "м'який" ультрафіолет;
- існує можливість перерозподілу енергії оптичного вивільнення за спектром, що дозволяє підбирати спектр оптичного опромінення для лікування конкретних захворювань;
- має опромінювач ОВК-03-07Л для внутрішньосудинного УФ та лазерного опромінення.

Апарат ОВК -3 має три режими роботи:

Режим роботи ОВК – 3	Терапевтичний ефект
I	Довжини хвиль 350-700 нм з максимумом в області 540 - 590 нм. Способи підвищення неспецифічної резистентності організують, покращують мікроциркуляцію, вказує протизапальний ефект.
II	310 - 700 нм з максимумом в області довжин хвиль 400 - 590 нм. Способи нормалізації кислотно-основного стану та газового складу крові, реологічних показників крові. Має протизапальний та детоксикаційний ефект.
III	290 - 600 нм з максимумом на довжині хвиль 360 нм. Активізує гемопоез та імунітету. Дає й ефект корекції кислотно-основного стану і газотранспортної функції крові.

Технічні характеристики

Спектральний діапазон УФ випромінювання, нм 310-400

Кількість каналів випромінювання 2

Спектральний діапазон видимого та інфрачервоного випромінювання, нм 400-600

Живлення (50 Гц), В 220

Потужність світловода, мВт..20-100

Довжина волоконного світловода, м 1,0

Діаметр серцевини волокон, мм 0,35



Апаратура для УФО терапії

Серед терапевтичного використання найбільш відоме – це тубус кварц та бактерицидні кварцеві лампи.

Штучні джерела ультрафіолетового опромінення діляться на інтегральні – із випромінюванням усього УФ-спектра, і селективні - із випромінюванням короткохвильових або довгохвильових променів.

До селективних джерел ультрафіолетових випромінювань відносяться бактерицидні випромінювачі типу БУВ-15, БУВ-30П і пересувний бактерицидний випромінювач. Ці випромінювачі дають короткохвильові ультрафіолетові випромінювання, що мають виражену бактерицидну дію. Для опромінення слизової рота, зева, носа, піхви використовуються лампи для короткохвильового ультрафіолетового опромінення ЛКУФ-3, ОКУФ-5.

До інтегральних джерел ультрафіолетових випромінювань відносяться горілки типу ПРК (пряма ртутно-кварцева), стаціонарний "ОРК-21" для індивідуального місцевого і загального опромінення, портативний випромінювач "ОПУ" для місцевих опромінь. Для групових загальних опромінь призначені опромінювачі маякового типу: випромінювач ртутно-кварцевий маяковий великий - ОКБ-30 і малий ОКМ-9 (для опромінення дітей). Для локального впливу на слизову оболонку використовується випромінювач носоглотки "ОН-7".



Апарати для індивідуального опромінення



Апарат для групових опромінь



Апарат ОКУФ-5