

УДК 616.133/.134+616.137.83/.93-044.6-06:617.58-005.4-089-059

**ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНІ ІННОВАЦІЇ В МЕДИЧНІЙ ПРАКТИЦІ, ЩО
РЯТУЮТЬ ЖИТТЯ ТА ПОВЕРТАЮТЬ ЗДОРОВ'Я ПОРАНЕНИМ ПІД
ЧАС ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ**

Тупіков Костянтин Сергійович,

ТОВ "НВО "ABIA" інженер електронік

Шкель Сергій Володимирович,

ПрАТ "Арсенал Телекомбуд" інженер-конструктор

Орел Вадим Миколайович,

к.т.н.,

Кременчуцький льотний коледж

Харківського національного університету

внутрішніх справ науковий співробітник

Саленко Олександр Федорович

д.т.н.,

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

професор кафедри конструювання машин

Черняк Віктор Анатолійович,

доктор медичних наук, професор,

директор університетської клініки

Київський Національний університет імені Тараса Шевченка

Анотація. Запропонований інструмент має на меті допомогти хірургу швидко знайти та видалити з ранового отвору уламки від 0.2 до 5 гр. Досліджено в експерименті два шляхи абляції вен при їх хворобах і травмах: з використанням високочастотного струму з контролем імпедансу тканин та нагріву судин з контролем температури багаторазового електрода. Це дало можливість впровадити в клінічну практику новий ефективний безпечний та значно дешевший спосіб лікування на основі розробленої технології. Розроблено розширене технічне завдання на створено систему багатфункціональної магнітолазерної терапії для лікування бойових ран та трофічних порушень учасників АТО і ООС, а також їх реабілітації. Проведено

комплекс досліджень зі: встановлення оптимальних характеристик та конструктивних рішень рідкофазного іон-радикального генератора-концентратора ОН-груп, визначення мікробіологічних, фізико-хімічних властивостей та оптимальної якості води-сировини для генерації ефективних концентрацій іон-радикальних ОН-груп; оцінки бактерицидної, дріжджецидної, фунгіцидної, туберкулоцидної, віруліцидної дії дезінфектанта; обґрунтування критеріїв його дії та оптимальних доз використання; проведення апробації розробленої технології у сфері первинної, вторинної ланки медичної допомоги; розробки перспективних рекомендацій щодо ефективного застосування засобу.

Ключові слова: поранення, радіочастотна абляція, магніт, лазер, дезинфекція.

Мета. Дослідити ефективність комплексного лікування пацієнтів після вогнепальних поранень військовослужбовців і цивільних осіб шляхом застосування хірургічних інструментів на основі магнітних ефектів, радіочастотної абляції, магніто-лазерного випромінювання та сучасних вітчизняних медикаментів.

Вступ. Масовість ураження як цивільного населення так і військових уламками від вибухів артилерійських снарядів створила великий виклик перед хірургічною ланкою нашої країни. При лікуванні вогнепальних поранень застосовують різні способи видалення металічних уламків: екстракцію вручну під контролем зору після розширення ранового каналу, за допомогою пінцетів, затискачів та інших механічних пристроїв без візуального контролю, а також магнітів різних модифікацій. Як правило гемостаз після таких поранень є проблемним у випадку застосування електрохірургічних методик, а рани загоюються повільно через специфіку вогнепальної контузії тканин і уражень судин різного діаметру. Тому масовість вогнепальних поранень, багатоповерховість уражень магістральних судин та критичний стан уражених тканин спонукає шукати швидкі та ефективні методи лікування. Питання

застосування вітчизняних технологій, їх новітнє вдосконалення та розвиток є пріоритетом нашої команди винахідників, практичних лікарів і науковців. Саме тому біологічна дія лазерного випромінювання у поєднанні з гібридними, магнітними, радіочастотними та електрозварювальними технологіями є актуальним напрямом сучасних клінічних досліджень.

Матеріали і методи. Запропоновано варіант трьохетапного алгоритму лікування поранених пацієнтів, який включав у себе перший етап надійного гемостазу та видалення уламків, де використовують електрозварювальний пристрій, пристрій, джерело живлення для радіочастотної абляції і «хірургічний інструмент для вилучення магнітних скалок із тіла пацієнта», другий етап: медикаментозний і третій етап – лікування трофічних змін запропонованим комплексом магніто-лазерної терапії. Периопераційний період включав корекцію больового синдрому, анемії, інтоксикації за рахунок застосування лазерних, вакуумних технологій та вітчизняної високотехнологічної медикаментозної підтримки.

Враховуючи великий ризик кровотеч під час цих оперативних втручань, вкрай важливим є надійний гемостаз. Тому надзвичайно важливими були хірургічні (в тому числі з використанням вітчизняної технології електрозварювання живих тканин) і медикаментозні способи надійної зупинки кровотечі. В цьому сенсі виходили згідно міжнародних протоколів, в яких існують принципи Patient Blood Management. Тому особливу увагу приділяли застосуванню транексамової кислоти (ТХА), яка у 26 разів активніша за амінокапронову кислоту та в 10 разів ефективніша етамзилату. Для лікування післяопераційної хронічної анемії застосували трьохвалентне залізо для внутрішньовенного введення Суфер® – розчин для в/в ін'єкцій; діюча речовина: 1 мл розчину містить 20 мг заліза у вигляді заліза (III) гідроксид сахарозного комплексу. Застосований хірургічний інструмент для видалення металевих уламків із рани вироблений із нержавіючої сталі, придатний для термічної стерилізації окрім вбудованих неодімових магнітів (Рис. 1).



Рис. 1. Зовнішній вигляд пристрою, де показані послідовно: ручка, магніт меншого діаметра, магніт більшого діаметра, плоска насадка, конічна насадка, насадка із кулькою, зігнута насадка.

Характеристики розробленого пристрою представлені у Таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристики пристрою для видалення металевих уламків із рани

Елементи	Довжина елемента/ загальна, мм	Вага елемента/ загальна, г	Магнітна сила, кг
а	150	138,79	–
б	15	4,5	1,3
в	50	30	5
г/ а+в+г	29/ 171,5	11,86/ 185,15	5-
д/ а+б+в+д	29/ 171,5	13,86/ 187,15	1,3+5-
е/ а+б+в+е	33/ 175,5	10,49/ 183,78	1,3+5-
є/ а+б+в+є	49,4/ 191,9	20,81/ 194,1	1,3+5-

Примітка: а) ручка, б) магніт меншого діаметра, в) магніт більшого діаметра, г) плоска насадка, д) конічна насадка, е) насадка із кулькою, є) зігнута насадка.

Інструмент є розбірним, магніти є чутливими до нагріву, їх перед термічною стерилізацією треба видалити, та стерилізувати хімічними реагентами, відповідно до вимог асептичної обробки хірургічного інструменту. Принципи стерилізації: ручка та насадки – хімічна і термічна; магніти – в парах формальдегіду. Матеріали: ручка – сталь неіржавіюча немагнітна, насадки - сталь неіржавіюча магнітна, магніти – неодимові нікельовані.

Дослідження проводили в науковій лабораторії Університетської клініки Київського Національного університету імені Тараса Шевченка (Рис.2).



Рис. 2. Вигляд лабораторії, де проводились доклінічні випробування розроблених пристроїв і інструментів.

Опираючись на власний досвід розробки і просування способу термічної абляції поранених судин за допомогою високочастотного електричного струму, автори запропонували технологію його удосконалення шляхом розробки системи контролю подачі і використання електричного імпульсу. Головною перевагою цієї технології є значне зменшення вартості процедури абляції за рахунок використання під час оперативного втручання багаторазового електроду, який легко стерилізувати як звичайний хірургічний інструмент. Крім того, безпечність такої процедури гарантована саме результатами власних досліджень, а розробка іноваційного джерела живлення для відповідних оперативних втручань дала змогу створити замкнутий цикл практичної реалізації технології. В результаті було отримано конструктивно новий багаторазовий електрод для радіочастотної абляції який адаптований для одномоментного контролю ступеня ураження стінок судини. Розроблений також вдосконалений генератор для проведення радіочастотної абляції з можливістю автоматизованого контролю параметрів біологічних тканин навколо абляційного електроду. Для цього розроблено силовий блок джерела живлення, алгоритми управління, систему автоматичного управління процесом облітерації судин за параметрами зневоднення тканини в області нагріву.

Розроблено також швидкодіючу систему вимірювання температури нагріву судин та створено інформаційно-вимірювальну систему електричних параметрів джерела нагріву.

Розроблений та виготовлений та апробований в клініці пристрій "Інноваційна лазерна терапевтична установка «Фотонікс-21», призначений для лікування пацієнтів з використанням лазерного та оптичного випромінювання в діапазоні довжин хвиль червоного (від 0,63 до 0,67 мкм) та інфрачервоної (ІЧ) (від 0,81 до 0,95 мкм) та синього областей спектра, а також додаткової стимуляції низькочастотним магнітним полем. Тестування установки "Інноваційна лазерна терапевтична установка «Фотонікс-21», розробка нормативно-методичної документації виконувалась відповідно до вимог ДСТУ 3973-2000 «Система розроблення та поставлення продукції на виробництво» (Рис. 3).



Рис. 3. Інноваційна лазерна терапевтична установка «Фотонікс-21»

В залежності від характеру патологічного процесу, глибини знаходження уражених органів і тканин і інших конкретних даних вибирають вид низькоенергетичного лазерного впливу і спосіб його доставки до зони впливу. Наприклад, для надання лікувальної дії на поверхнево розташовані вогнища (екзема, опіки, відкриті рани та ін.) доцільно використовувати сканування лазером в червоній частині спектра випромінювання в безперервному режимі генерації.

За нашим досвідом Інфулган (парацетамол) – базовий компонент

мультимодальної аналгезії має бути останнім знеболюючим препаратом, який відміняється в післяопераційному періоді. Кейдекс (декскетопрофен) - необхідний крок в мультимодальній аналгезії. При одночасному застосуванні з низькомолекулярними гепаринами (НМГ) не збільшується ризик крововтрати. Ропілонг (ропівакаїн) застосовували як контроль післяопераційного болю з мінімальним м'язовим блоком для швидкого відновлення поранених. Він має також судинозвужувальний ефект, що подовжує знеболюючу дію препарату.

З метою профілактики інфекційних ускладнень використали левофлоксацин - антибактеріальний препарат широкого спектру дії, фторхінолонового ряду з вираженим бактерицидним ефектом. У комплекс засобів детоксикації залучали препарати ксилат, реосорбілакт, сорбілакт та застосовували схему терапії «Тріо»: базова терапія + Реосорбілакт 400 мл/доба, Латрен 400 мл/доба, L-аргінін 100 мл/доба. Стандартна схема внутрішньовенної інфузійної терапії включає введення комплексних інфузійних препаратів (реосорбілакту) щодня. Об'єм інфузії за наявності важкої супутньої кардіальної патології або хронічної ниркової недостатності можна зменшити до 200 мл. В Україні з'явився комбінований препарат Латрен, який блискуче поєднав дію пентоксифіліна і полііонного розчину. Якщо розглядати поширеність і проникність агентів знезараження то залишається лише два напрями: це рідина, здатна легко заповнювати навіть незначні отвори і порожнини та енергетичні чинники – поля або випромінювання. Першій вимозі відповідає препарат ДЕКАСАН® 250 мл в bottle – pack з системою «twist-off». Він виявився активнішим за хлоргексидин в 16 разів, ефективним на всі Гр(+) та Гр(-) бактерії, віруси (включаючи СНІД, гепатит) та грибки. Не викликає алергії та інших побічних ефектів. Тому антисептиком вибору на рану і виразку був Декасан, а для обробки шкіри по периметру трофічних змін - Горостен.

Важливим також було знезараження хірургічного інструментарію і приміщень під час і після надання допомоги. Для цього в лабораторних експериментальних умовах було досліджено властивості водних розчинів із

синтезованими в них іон-радикальними ОН групами та визначено переваги найефективнішого серед них з огляду на антимікробну та антивірусну дію. В результаті було розроблено відповідний дезінфектант на базі рідкофазного іон-радикального генератора-концентратора ОН-груп з підвищенням окисно-відновного потенціалу в межах +1000 і більше мВ, що на сьогодні є основним перспективним напрямом з огляду на екологічну безпечність та ефективність.

Результати. Планове знеболення, за допомогою STEP-UP аналгезії, дозволяє ефективно побороти біль та убезпечити поранених пацієнтів від можливих ускладнень та негативного досвіду, які пов'язані з цим болем. Використання знеболюючих препаратів, згідно міжнародних рекомендацій, дозволило досягати бажаного результату. Розроблений хірургічний інструмент для видалення металевих уламків із рани успішно використаний в клінічних умовах у 35 поранених і виявив переваги технології не тільки перед мануальними техніками, але й серед аналогів з магнітами. Експериментальні дослідження на біоімітаторах і лабораторних тваринах також показали високу ефективність технології.

Магнітолазерна терапія (МЛТ) успішно використана в клінічних умовах у 70 пацієнтів. Вона здійснювала на організм складну і багатовекторну дію та сприяла виникненню значної кількості позитивних ефектів, основним проявом яких є протизапальна, аналгетична дія і стимуляція репараційних процесів з боку бойової рани або трофічної виразки.

Висновки:

1. Результати дозволяють з впевненістю говорити про можливість застосування розглянутих розробок у клінічну практику через наявність у даних методик клінічних переваг при лікуванні тяжких пацієнтів із травмами та захворюваннями у швидкості реабілітації поранених, загоєння ран і трофічних виразок перед іншими техніками.

2. Рекомендується проводити оцінку процесу загоєння за такими параметрами: ексудація, грануляція, крайова епітелізація, планіметрія,

визначення об'єму ран.

3. Розроблений хірургічний інструмент для видалення металевих уламків із рани виявив свої переваги не тільки перед мануальними техніками, але й серед аналогів.

4. Головною перевагою технології зворотного зв'язку при хірургічному гемостазі є автоматизація процесу облітерації судин, що значно покращило результати операцій та знизило відсоток ускладнень. Важливим також є значне зменшення вартості процедури абляції за рахунок використання під час оперативного втручання багаторазового електроду, який можна стерилізувати як звичайний хірургічний інструмент.

5. Патофізіологічна послідовність дії МЛТ на організм полягає в наступному: активація супероксиддисмутази і каталази; активація мікроциркуляції; зміна рівня простагландинів; імуномодуюча дія; зниження перекисного окиснення ліпідів; знеболювальна дія; стимуляція репаративних процесів (накопичення АТФ; стимуляція метаболізму клітин; посилення проліферації фібробластів; синтез білка і колагену).

6. Використання багатокомпонентного полііонних колоїдно-гіперосмолярних розчинів супровожувалось більш вираженою стабільністю показників гемодинаміки і насичення артеріальної крові киснем.

7. Запровадження у практику медичних закладів створеного унікального екологічно безпечного дезінфектанта із широким спектром антимікробної та антивірусної дії сприятиме впровадженню Національного плану дій щодо реалізації Концепції управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру.