

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit40-02-077>

DOI: 10.30890/2567-5273.2025-40-02-077

FEATURES OF THE PRIMARY SURGICAL TREATMENT OF A GUNSHOT WOUND WITH A FOREIGN BODY – A FRAGMENT

ОСОБЛИВОСТІ ПЕРВИННОЇ ХІРУРГІЧНОЇ ОБРОБКИ ВОГНЕПАЛЬНОЇ РАНИ ЗІ СТОРОННІМ ТІЛОМ – УЛАМКОМ

Cherniak V.A. / Черняк В.А.*d.med.s., prof. / д.мед.н., проф.*ORCID:<https://orcid.org/0009-0005-5280-542X>Web of Science:<https://www.webofscience.com/wos/author/record/JNR-7817-2023>Google Scholar: https://scholar.google.com/citations?hl=uk&user=fixhR_UAAAAJ.Biology And Medicine Institute Science Educational Center Of Taras Shevchenko National
University Of Kyiv, Kyiv, Academician Glushkov av., 2, 02000

ННЦ інститут біології і медицини/ КНУ імені Тараса Шевченка.

Київ, пр. Академіка Глушкова, 2, Київ, 02000

Salenko O.F/ Саленко О.Ф.*d.t.n.. prof. / д.т.н., проф.*ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-5685-6225>National Technical University of Ukraine "Ihor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" of the Ministry
of Education and Science of Ukraine, 37 Beresteysky prospect, Kyiv, 03056

НТУУ «КПІ ім. І.Сікорського», Міністерства освіти і науки України,

Берестейський проспект, 37, Київ, 03056

Karpenko K.K./ Карпенко К.К.

PhD in medicine/ доктор філософії

з медицини

ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-9737-4484>

National Military Medical Clinical Hospital, Kyiv, 16 Hospitalna St., 01133

Національний військово-медичний клінічний центр "Головний військовий клінічний госпіталь"

Київ, вул. Госпітальна, 16, 01133

Bondar L.V./ Бондар Л.В.*doc/доцент*ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-0039-7111>Biology And Medicine Institute Science Educational Center Of Taras Shevchenko National
University Of Kyiv/ ННЦ інститут біології і медицини, Київ, Academician Glushkov av., 2,

02000 / КНУ імені Тараса Шевченка. Київ, пр. Академіка Глушкова, 2, Київ, 02000

Pryiemska V.O./ Приємська В.О.

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Volodymyrska, 60, 01601

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Володимирська 60, 01601

Prokopets K.O./ Прокопець К.О.*doc/доцент*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9372-0175>Biology And Medicine Institute Science Educational Center Of Taras Shevchenko National
University Of Kyiv/ ННЦ інститут біології і медицини, Київ, Academician Glushkov av., 2/ КНУ
імені Тараса Шевченка. Київ, пр. Академіка Глушкова, 2, Київ, 02000**Gorya E.D./ Горя Е.Д.**

LLC "Bridefield-Ukraine", Kyiv, Kyiv, Reitarska St., 18/11, letter A, 01034

/ ТОВ «Брайдфілд-Україна», м. Київ, вул. Рейтарська, 18/11, літ. А, 01034

Анотація. Попри очевидні переваги УЗД-апаратів, у польових умовах, особливо при первинній хірургічній обробці вогнепальних ран уражених уламками пацієнтів пропонується нами пристрій має беззаперечні переваги, оскільки не вимагає ні високої кваліфікації



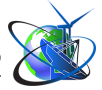
персоналу, а є простим та енергоощадним у використанні. Тому для виявлення уламків пропонуємо використати ефект шумової емісії. Наш пристрій повинен складатися з 2 частин: 1) змінна деталь, що вводиться в поранення; 2) багаторазовий пристрій з мікрофоном для фіксації шуму і відповідним програмним забезпеченням для його обробки. Це може бути використано для знаходження уламка в 3-Д проєкції, що зможе полегшити операцію.

Ключові слова: вогнепальна рана, сторонні тіла, виявлення, шумова емісія, хірургічна обробка, кровотеча.

Вступ.

Бойові травми залишаються серйозною медичною та соціальною проблемою, особливо в країнах, що зазнають військових конфліктів. В Україні, у зв'язку з тривалими бойовими діями, кількість постраждалих із бойовими пораненнями значно зросла (Salenko et al., 2023). Одна з провідних причин затяжного інфекційного процесу в вогнепальних ранах є «забуті» уламки в рановому каналі. Якщо метал здебільшого виявити легко, то не рентгеноконтрастні елементи досить важко визначити під час проведення первинної хірургічної обробки. Зазвичай методи виявлення спрямовані на взаємодію через тканини людини, з використанням властивостей уламків таких як: феромагнітність, рентгеноконтрастність тощо. Але уламки, що не мають відповідних властивостей, складно виявляються, адже в рані може бути скло, пластик, композити тощо і ці матеріали не рентгеноконтрастні. Інвазивний шлях проникнення сторонніх тіл (СТ) передбачає порушення цілісності покривних тканин, передусім, шкіри з наступною міграцією СТ вглиб біологічних тканин. Органічні СТ (біологічного походження), такі як частини рослин, можуть спричинити виражене запалення, реакції гіперчутливості або інфекцію. Неорганічні сторонні тіла найчастіше ускладнюються розвитком вираженої запальної реакції, розвитком неспецифічної та специфічної (правець) інфекції.

Окремим важливим питанням виявлення СТ є інтраопераційна їх детекція та навігація. Видалення СТ, отриманого внаслідок бойової травми часто є складним технічним завданням, що потребує спеціальних навичок хірурга та високотехнологічного медичного устаткування, що може бути використане під час проведення хірургічного втручання. Таке обладнання має відповідати стандартам медичної безпеки, бути мобільним та зручним у використанні, має



бути стійким до множинної стерилізації та впливу агресивних хімічних речовин та біологічних рідин. Традиційна рентгенографія є діагностичним методом першої лінії візуалізації, що можна використати для детекції СТ, проте, для планування подальшої хірургічної екстракції уламку, необхідні додаткові методи візуалізації, які здатні забезпечити визначення чітких анатомічних орієнтирів, оцінити наявність пошкоджень навколишніх тканин та структур. Введення в рановий канал зонда у вигляді гнучкого нежорсткого еластичного стрижня та торкання передньою частиною, яка виступає за межі направляючої еластично-пластичної трубки на всю глибину рани □, призводить до виникнення опору руху як з боку стінок каналу (м'язової та жирової тканин, поверхонь кісткових тканин, кровоносних судин, хрящових і сухожильних з'єднань; так і в кінці каналу з боку стороннього включення. Велике значення має і кровотеча, що супроводжує вогнепальну рану та ускладнює пошук і вилучення СТ з порожнини рани.

Мета роботи: розробити технологію первинної хірургічної обробки вогнепальної рани з використанням інноваційного способу гемостазу та діагностики в рані пацієнта сторонніх уламків на основі ефекту шумової емісії.

Матеріали і методи. Шумова емісія — це процес реєстрації акустичних хвиль, які виникають у матеріалі (або тканині) в результаті механічної напруги, розтягування чи пошкодження. У контексті пошуку сторонніх тіл у рані цей метод дозволяє виявляти сторонні об'єкти завдяки їхнім акустичним властивостям. Сторонні тіла можуть мати відмінну акустичну реакцію (частоту або інтенсивність сигналу) у порівнянні з біологічними тканинами. Проведено експеримент на біоімітаторах, де була виявлена залежність зміни на осцилограмі від місця знаходження уламка та його щільності. За рахунок такої різниці шумів ми змогли тактильно діагностувати як металеві, так і не металеві уламки. Відповідно, наш пристрій складається з 2 основних частин: 1) стерильна одноразова змінна деталь, що вводиться в канал поранення; 2) багаторазовий пристрій з мікрофоном для фіксації шуму і відповідним програмним забезпеченням для його обробки. Так, відповідно до положення вхідного отвору,



ми можемо визначати початкову точку, а за допомогою кута нахилу – подальший рух уламка. Враховуючи місце, де ми визначили уламки та нанесли на стерильний одноразовий щуп помітки, як у лінійки, можемо доволі точно визначити місце знаходження уламка. Для реалізації зазначених положень скористалися програмою статистичної обробки експериментальних даних «Stargraphic CENTURION», яка дозволяє на основі внесених у вигляді електронних таблиць даних експериментів виконувати увесь необхідний комплекс статистичної обробки даних і використовуючи певні критерії подібності (t-критерій Стюдента, G-критерій Кохрена, критерій Пірсона) робити висновок щодо значущості прийнятих гіпотез, законів розподілу величин та ін.

Результати.

Порядок використання приладу для виявлення осколків у тілі людини

Прилад складається з рукояті з основою та змінного щупу/зонду, який може піддаватися стерилізації або бути стерильним разовим. Використання приладу наведене на рисунках 1-4.



Рисунок 1. Загальний вигляд інноваційного приладу для виявлення уламків у вогнепальній рані (авторська розробка).

Прилад живиться від батареї «крона». Вмикання приладу потребує вставлення батареї у відсік, що знаходиться в рукояті (Рисунок 2).



Рисунок 2. Заряджання приладу батареєю (авторська розробка).

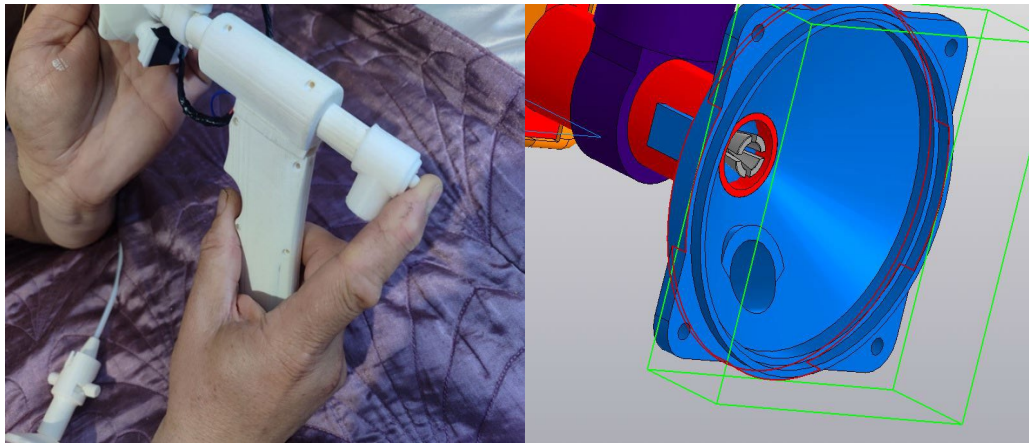
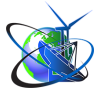
При цьому батарея має бути встановлена правильно щодо поляризації. Перед процедурою пошуку осколків стерилізовану частину (щуп із зондом) відокремлюють, і піддають стерилізації. З цією метою доцільно відкрити камеру фіксації звукової емісії, і обережно витягнути щуп, попередньо натиснувши на привод цанги пальцем відповідно до рисунка 3. При цьому цанга буде розкрита, і щуп вільно вийде із тримача.



Рисунок 3. Процес відкриття камери фіксації звукової емісії (авторська розробка).

Простерилізований щуп збирають у зворотній послідовності (Рисунок 4).

При цьому звертають увагу на те, щоб сам щуп пройшов крізь отвір у мембрані, і був надійно зафіксований цангою перед закриттям камери фіксації шумової емісії (Рисунок 5).



а

б

Рисунок 4. Візуалізація (а) та схема (б) процесу збірки приладу зі стерильною робочою частиною (авторська розробка).

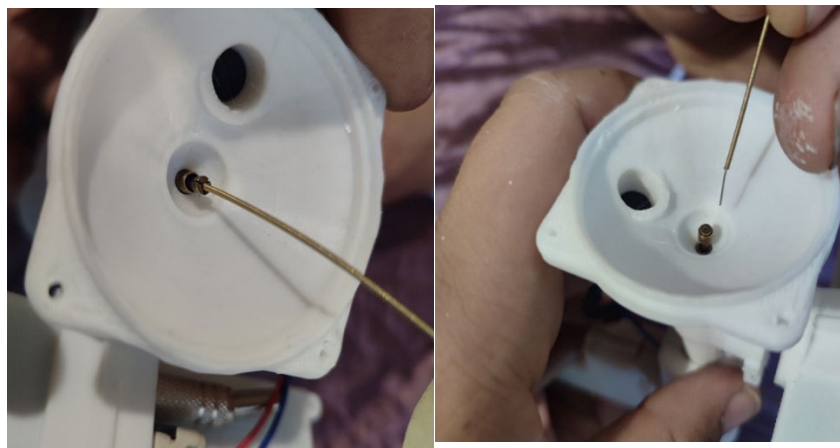


Рисунок 5. Процес проходження стерильного щупа крізь отвір у мембрані з надійною фіксацією цангою (авторська розробка).

Далі камеру закривають, перевіряючи правильність роботи компонентів приладу (Рисунок 6).



Рисунок 6. Етап закриття камери приладу (авторська розробка).



На щуп встановлюють захисну трубку, що утворює разом зі щупом суцільну конструкцію. Трубка має повністю закривати щуп і не створювати перепон перед введенням у рановий канал. Вивільнення кінця щупу можливе тільки після повного введення зонду в рановий канал перед зніманням шумової емісії.

Після подавання живлення в ручці засвітиться червоний індикатор, а на дисплеї відобразиться шкала базових частот у вигляді блакитної смужки. (Рисунок 7).



Рисунок 7. Інноваційний прилад для виявлення уламків у вогнепальній рані підготовлений для роботи (авторська розробка).

Далі кінець зонду обережно вводиться у рановий канал до моменту різкого зростання опору просуванню, після чого шляхом повороту ручки насадки захисної трубки кінець щупу вивільняється. Тепер, переміщуючи назад і вперед щуп, в зоні контакту виникатимуть коливання від проковзування кінця щупу по сторонньому тілу, який після перетворень буде виведено на екран аналізатора: отримана спектральна картина свідчитиме:

1) Про наявність стороннього тіла (внаслідок появи окремих чітко виявлених піків сигналу), у той час як відсутність сторонніх тіл надає картину розподілу шумової емісії близької до розподілу Гауса;

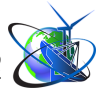
2) Про тип стороннього тіла. Форма картини дозволяє оцінити тип стороннього включення (більш пружні тіла мають більш виражені сплески частот);



3) Про приблизний розмір тіла: більші тіла в контакті зі щупом при його русі більш тривалий час.

Обов'язкова умова – збереження тиші під час діагностики, а також виконання кількох повторюваних рухів щупом. При цьому в подальшому запровадження засобів машинного навчання та предметів ідентифікації (зокрема, у вигляді типових осколків) дозволить перейти від візуального спостереження спектру коливань до детекції стороннього тіла засобами світлодіодної індикації. Також на прилад додатково можуть встановлюватись засоби механічного збудження та керування щупом, це дозволяє підвищити точність ідентифікації та спростити процедуру пошуку сторонніх тіл з одночасним підвищенням ефективності.

Боротьба з кровотечею. Накладення джгута та перекриття кровотоку є однією з найважливіших операцій з надання первинної допомоги при кровотечі із магістральних судин кінцівок. Несвоєчасне накладення джгута здебільшого призводить до смерті потерпілого. Але саме джгут у парі з необхідними навичками рятує життя військового на полі бою, чи цивільну людину в критичній ситуації (аварія, розбійний напад, нещасний випадок тощо). Для роботи пропонуємо використовувати джгут-турнікет BFT-01 - сучасний, компактний і високоефективний засіб для тимчасової зупинки кровотеч різної інтенсивності при пошкодженнях або пораненнях верхніх та нижніх кінцівок будь-якого типу шляхом обертання навколо кінцівки пацієнта (руки або ноги) і ручного затягування. Турнікет має вигляд ременя зі спеціальним механізмом для натягування стрічки та спеціальною запатентованою пряжкою односторонньої дії для попереднього затягування. При необхідності, коли немає можливості надягнути турнікет на кінцівку у вигляді петлі, пряжка може бути від'єднана від механізму. Турнікет можна використовувати за будь-якої погоди. Він успішно пройшов випробування та є зареєстрованим медичним виробом в Україні. Турнікет згідно Технічного регламенту щодо медичних виробів, затвердженого постановою КМ України від 02.10.2013 р. № 753 та ДСТУ 4388 є неінвазивним медичним виробом, нестерильним без функції вимірювання. В залежності від



потенційного ризику, застосування турнікету відноситься до класу 1 згідно Технічного регламенту щодо медичних виробів, затвердженого постановою КМ України від 02.10.2013 р. № 753.

Загальні правила використання інноваційного турнікету.

- Турнікет накладається лише за крайньої потреби й бажано протягом 15-20 секунд. Йдеться про випадки, коли існує реальна загроза життю пораненого від сильної кровотечі з ран кінцівок.

- Турнікет слід накладати на 5-8 сантиметрів (до 10 см) вище місця поранення на плечі, передпліччі, стегні або гомілки.

- В умовах бойових дій, якщо точне розташування місця поранення невідоме, допускається накладання турнікету максимально високо на кінцівках: верхня третина стегна або плеча (чотири точки).

- Переконайтеся, що турнікет не накладений на суглоб, місце перелому кістки.

- Намагайтеся не накладати турнікет у середній третині плеча і в районі підколінної ямки, адже там, найімовірніше, пошкодження нервів.

- Якщо турнікет накладено правильно, кровотеча припиняється і тоді не виявляється дистальний пульс (на зап'ясті на руці або знизу позаду внутрішньої кісточки на нозі). Кінцівка не повинна набухати й набувати синюшного відтінку.

- Якщо кровотеча зупинилася, але пульс ще відчутний, не затягуйте сильніше турнікет.

- Не закривайте турнікет пов'язками та одягом.

- Обов'язково запишіть час накладання турнікету на ньому або на видимій частині пораненого тіла. Перед зазначеним часом напишіть заголовну букву "Т" (турнікет, time), щоб медики знали, що пораненому накладено турнікет.

- Слідкуйте за пораненими, адже нерідко вони намагаються послабити турнікет, який викликає сильний біль. Введіть пораненому знеболювальне.

Інструкція накладання джгута-турнікета - однією рукою (Рисунок 8).

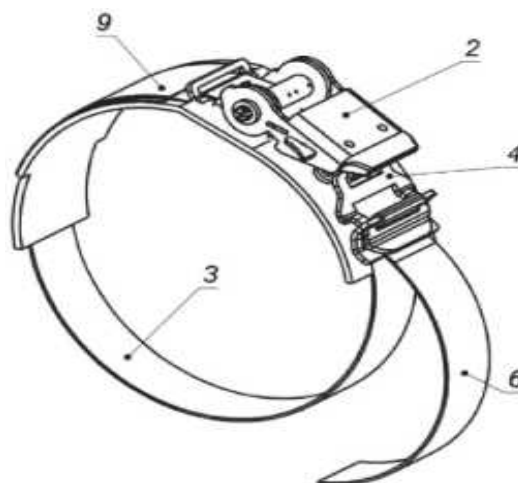


Рисунок 8. Джгут-турнікет (авторська розробка).

Надягніть петлю турнікету 3 на пошкоджену кінцівку вище рани, що кровоточить, пряжкою 4 до себе. Потягніть вільний край 6 стрічки, намагаючись попередньо затягнути турнікет якомога міцніше. Використовуйте секторальні рухи рукоятки 2 механізму для остаточного затягування. Затягуйте стрічку доти, доки не зупиниться артеріальна кровотеча і не зникне пульсація пошкодженої судини. Оберніть залишок стрічки навколо кінцівки. На білій інформаційній нашивці 9 вкажіть час накладання турнікету за допомогою перманентного маркера або кулькової ручки.

Знеболення, фармакотерапія реологічних порушень крові та гнійно-септичних ускладнень при вогнепальних пораненнях в умовах первинної хірургічної обробки вогнепальної рани.

Однією з найважливіших складових успішного лікування поранених також є повний контроль над болем різної інтенсивності.

Слабкий біль (ВАШ 10 - 40 мм): Інфулган, Кейдекс. Біль середньої інтенсивності (ВАШ 40 - 70 мм): Інфулган, Кейдекс, Ропілонг: зі швидкістю 6-16 мл/год через епідуральний катетер.

Сильний біль (ВАШ 70 - 100 мм): Інфулган, Кейдекс, Ропілонг: зі швидкістю 6-16 мл/год через епідуральний катетер, Налбуфін. Також рекомендовано застосовувати Юмерокс® Інгал – індивідуальний пристрій, що призначений для інгаляційного введення Метоксифлурану.



Порушення гомеостазу в організмі часто спостерігається під час великих хірургічних втручаннях та критичних захворюваннях, таких як травми. Важливим аспектом менеджменту під час цих ситуацій є введення внутрішньовенних розчинів як компоненту рідинної ресусцитації. Неправильне або надмірне введення рідин може призвести до серйозних наслідків, включно з підвищеною смертністю. Одним зі шляхів вирішення цієї проблеми є індивідуалізація терапії, що базовано на розумінні патофізіології порушень, що виникають на кожному етапі критичних станів. Одним з варіантів вирішення цієї проблеми є впровадження у щоденну практику концепції рідинної ресусцитації ROSE, яка складається з чотирьох етапів: ресусцитація (R), оптимізація (O), стабілізація (S), евакуація (E) та ілюструє динамічний підхід до інфузійної терапії, який спрямований на максимізацію користі та мінімізацію можливої шкоди: R – ресусцитація – триває хвилини. Зосереджена на корекції критичного стану пацієнта та ранньому адекватному дозуванню рідини з метою корекції гіповолемії та збільшення судинного опору. O – оптимізація – триває години. Акцент на попередження розвитку ускладнень та уникнення перевантаження рідиною. S – стабілізація – триває дні. Увага на підтримці функціонування органів. E – евакуація – триває дні або тижні. Фокус на відновлення органів та усунення перевантаження рідиною. Включення багатофункціонального гіперосмолярного розчину Реосорбілакт у схему інфузійної терапії за нашими спостереженнями сприяє досягненню цілей інфузійної терапії на етапі O, S, E та запобіганню ризиків перевантаження рідиною. У комплекс засобів детоксикації поранених слід залучати препарати ксилат, реосорбілакт, сорбілакт, а у випадках прогресуючої артеріальної ішемії застосувати схему терапії «Тріо»: базова терапія + Реосорбілакт 400 мл/доба, Латрен 400 мл/доба, L-аргінін 100 мл/доба.

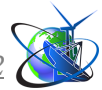
З метою профілактики інфекційних ускладнень найчастіше використовується ЛЕФЛОЦИН (левофлоксацин) - антибактеріальний препарат широкого спектру дії, фторхінолонового ряду з вираженим бактерицидним ефектом. ЛЕФЛОЦИН активний по відношенню до широкого спектру грамнегативних та грампозитивних мікроорганізмів, анаеробів, *Helicobacter*



pylori та атипичних форм, таких як *Mycoplasma*, *Chlamidia*, *Legionella*. ЛЕФЛОЦИН призначається пацієнтам внутрішньовенно крапельно по 250-500мг (50-100мл) 1 раз на добу для профілактики післяопераційних ускладнень, курсом 5-7 діб. В особливо важких випадках використовується український препарат Грандазол — комбінований антибактеріальний препарат, до складу якого входить левофлоксацина гемігідрат і орнидазол у флаконах для внутрішньовенного введення по 100 і 200 мл. У надважких випадках слід застосовувати протимікробні препарати для системного застосування. Піперацилін та інгібітори бета-лактамаз (Код АТХ J01C R05). Для медичного застосування як приклад такого лікарського засобу є РЕФЕКС (REFEX), дозу якого визначають індивідуально в кожному конкретному випадку залежно від перебігу та локалізації інфекції, а також ймовірних збудників. Вводити потрібно повільно як внутрішньовенну інфузію протягом 20 – 30 хвилин. Пацієнтам літнього віку препарат можна вводити в тому ж дозуванні, що й дорослим, за винятком хворих з нирковою недостатністю. Щодо місцевого антисептичного супроводу вогнепальних ран, то всім вимогам 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. Враховуючи це та відсутність елементу абсорбції препарату з рани антисептиком вибору є Декасан, а для обробки шкіри по периметру рани і зони турнікету – препарат Горостен. В групі хворих і поранених з наявністю хронічної ішемії міокарда слід застосовувати препарат ТІВОРЕЛЬ (4,2 г аргініну гідрохлорид + 2,0 г L-карнітину), зручно використовувати такі препарати у вигляді сиропів (пероральний прийом l-аргініну (Тівортін® аспартат).

Висновки.

1. Визначено, що не рентгеноконтрастні уламки досить важко виявити у вогнепальній рані під час ПХО.
2. Було встановлено, що випромінювання, отримане при контакті зонда з механічним збудженням з чужорідним тілом, є набагато інформативнішим і



дозволяє опосередковано оцінити розмір фрагмента, навіть якщо він знаходиться в досить щільній тканині, а співвідношення "сигнал/шум" є інформативним до глибини занурення датчика 380 мм.

3. Отримані результати створили передумови для розробки, виготовлення та апробації інноваційного інструменту по перевірці ранових каналів з метою виявлення уламків включно з не рентгеноконтрастними.

Джгут-турнікет кровоспинний BFT-01 цілком відповідає вимогам, необхідним для його використання за призначенням. Дозволяє швидко зупиняти загрозливі для життя кровотечі верхніх і нижніх кінцівок; успішно застосовується навіть однією рукою; спроектований для застосування у будь-яких погодних умовах.

Література:

1. Жианну К., Балдан М., Молде А. Військово-польова хірургія. Робота хірургів за умов обмеженості ресурсів під час збройних конфліктів та інших ситуацій насильства. 2013. 389 с.
2. Заруцький Я. Л., Ткаченко А. Є., Вовк М. С. Клініко-епідеміологічна характеристика вогнепальних поранень грудної клітки у військовослужбовців під час проведення АТО/ООС. Київ, 2021. 93 с.
3. Вибір системи оцінки тяжкості бойової хірургічної травми в поранених із вогнепальними дефектами м'яких тканин на І-ІІ рівнях медичного забезпечення / Хоменко І. П. та ін. Тернопіль, 2022. 12 с.
4. Суворов В. В. Клініко-патогенетичне обґрунтування методики оцінки тяжкості стану у постраждалих з тяжкою травмою в динаміці травматичної хвороби : дис. канд. мед. наук : 14.00.27. 2005. 197 с.
5. Туманська Н. В., Барська К. С., Скринченко С. В. Рентгенологічні методи дослідження. Запоріжжя, 2016. 82 с.
6. Indicators of X-ray fluorescent intensity in the content of captules of metal fragiles of soft tissues in injuries with explosive and fire-fire / Lurin I. A. et al. Харків, 2022. 7 с.



7. Застосування магніта для вилучення осколків при мінно-вибухових пораненнях / Герасименко Е. П. та ін. Укрмедкнига. 2014. №4. С. 101-103.
8. Кіт О.М., Ковальчук О.Л., Пустовойт Г.Т. “Медсестринство в хірургії” Тернопіль “Укрмедкнига” 2002р.
9. Скрипниченко Д.Ф. “Хірургія” Київ “Вища школа” 1992р.
10. Роздольський І. В. „Посібник з хірургії” Київ „Здоров’я” 2003р.

Abstract. *Despite the obvious advantages of ultrasound devices, in field conditions, especially during the primary surgical treatment of gunshot wounds in patients affected by shrapnel, the device we offer has undeniable advantages, since it does not require highly qualified personnel, but is simple and energy-saving in use. Therefore, we propose to use the effect of noise emission to detect fragments. Our device should consist of 2 parts: 1) a replaceable part that is inserted into the wound; 2) a reusable device with a microphone to record noise and appropriate software for its processing. This can be used to locate the fragment in a 3-D projection, which can facilitate surgery.*

Key words: *gunshot wound, foreign bodies, detection, noise emission, surgical treatment, bleeding.*

Науковий керівник: д.мед.н., проф. Черняк В.А.

Стаття підготовлена в рамках НДР: «Розробка інноваційного портативного пристрою для виявлення уламків в рані, включаючи не рентгенконтрастні» за фінансової підтримки Національного фонду досліджень України конкурсу «Наука для зміцнення обороноздатності України» (№ 2023.04/0145).

Статтю відправлено 25.08.2025 р.

**CONTENTS****Industrial engineering. Management engineering**

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit40-02-018> **3**

**MATHEMATICAL MODELING OF HUMAN LIFE: RANDOM
NUMBERS AND FRACTALS**

Borysov Ye. M., Borysova D. Ye.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit40-02-034> **9**

**AUTOMATION OF MONITORING AND ACCOUNTING
PROCESSES OF ELECTRICITY AT THE ENTERPRISE**

*Sokolova N.P., Deviatkina S.S., Prokhorenko I.V.
Mazur T.A., Tymoshenko N. A.*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit40-02-036> **21**

**GRAPH MATROID AND ANALYSIS OF SLEEPING TREES
IN A GRAPH**

Kulakovska I.V.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit40-02-038> **32**

**INTELLIGENT COMPUTER NETWORK FOR RAILWAY
TRANSPORT USING NEURAL NETWORK FOR
DETERMINING THE OPTIMAL ROUTE**

Pakhomova V., Budnikov O.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit40-02-084> **40**

**SYSTEMATIZATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS
ACCORDING TO THE STAGES OF WEB DEVELOPMENT**

Potrashkova L.V., Harmash M.S.

**Transportation engineering, Motor vehicles. Cycles,
Highway engineering. Roads and pavements,
Railroad engineering and operation**

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit40-02-043> **49**

**INNOVATIVE DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF CARGO
HANDLING SYSTEMS IN AIRPORT TERMINALS**

Tamargazin O.A., Biliakovych O.M., Lychyk V.I.

**Building construction**

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit40-02-021> 56

**SPECTRAL ANALYSIS OF LAMB WAVE PACKETS SCATTERED
BY DAMAGE IN LAMINAR COMPOSITES**

Pysarenko A.M.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit40-02-028> 66

**CREATION OF COMMUNICATIVE SPACES AT PROCEEDING
IN HOUSING DISTRICTS IN CITIES OF UKRAINE**

Samoylovych V.V., Koveshnikova O.V.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit40-02-050> 74

**PROTECTION OF THE STATE GEOSITE – “PYVYKHA”
MOUNTAIN UNDER THE CONDITIONS OF THE
DEVELOPMENT OF SLIDING PROCESSES**

Bida S.V., Zotsenko M.L., Pavelieva A.K., Lapin M.I.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit40-02-057> 88

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RESULTS OF FLANGE
CONNECTION CALCULATION USING THE FEM AND
CFEM METHODS**

Maksymiuk Y.V., Mytsiuk S.V., Mytsiuk D.V.

Industrial safety. Industrial accident prevention

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit40-02-029> 97

**OPTIMIZATION OF ASPIRATION SYSTEM PERFORMANCE IN
COKE PRODUCTION TO IMPROVE WORKING CONDITIONS**

Rumiantsev V.R., Sharapova T.A., Gridiaiev V.V., Karpenko H.V.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit40-02-030> 106

**ENHANCING TECHNOGENIC SAFETY IN METALLURGICAL
PRODUCTION THROUGH OPTIMIZATION OF ASPIRATION
SYSTEMS**

Rumiantsev V.R., Sharapova T.A., Gridiaiev V.V., Karpenko H.V.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit40-02-031> 116

**IMPROVEMENT OF ASPIRATION TECHNOLOGIES AS A LEVER
FOR ENHANCING WORKING CONDITIONS**

Rumiantsev V.R., Sharapova T.A., Gridiaiev V.V., Karpenko H.V.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit40-02-052> 125

**FORMATION OF STABLE COGNITIVE MODELS OF BEHAVIOR IN
SECURITY-RELATED DISCIPLINES**

Nemchenko Y., Popov M., Harmata O.

**Innovations in medicine, pharmaceuticals, chemistry,
veterinary medicine**

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit40-02-014> **133**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RESULTS OF PERSONALISED
TREATMENT OF PATIENTS WITH ADVANCED OVARIAN CANCER**

Rybin A., Kuznetsova O., Maksimovsky V., Zamyshlyak V.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit40-02-022> **144**

**USING OF SILVER NANOPARTICLES (AGP H1080-1) IN THE
INTRAOPERATIVE MANUFACTURE OF AN ARTICULATING
CEMENT-ANTIBIOTIC SPACER**

Vasyuk V.L., Vasylychyshyn Y.M., Protsiuk V.V.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit40-02-023> **158**

**ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF PHOTODYNAMIC THERAPY USING
MONOCHROME LIGHT WITH DIFFERENT WAVELENGTHS AND
METHYLENE BLUE ON CANDIDA ALBICANS AND ESCHERICHIA
COLI CULTURES (IN VITRO STUDIES)**

*Liubchenko O. V., Velihoria I.Y., Pushkar L.Y.
Severyn L.V., Tsyhanoba N.B.*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit40-02-024> **171**

**STUDY OF ENVIRONMENTAL FRIENDLINESS AND SAFETY OF
THE PRESENTED METHODS OF QUANTIFICATION ON THE
SUBSTANCE OF PROPRANOLOL AND MEDICINES BASED ON IT
ACCORDING TO THE WORLD'S LEADING PHARMACOPOEIAS**

Zarivna N.O.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit40-02-025> **181**

**HIGH-DOSE INTRAVENOUS INFUSION OF ASCORBIC ACID FOR
THE PREVENTION AND TREATMENT OF PERIPROSTHETIC JOINT
INFECTION**

Vasylychyshyn Y.M., Vasyuk V.L.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit40-02-033> **195**

**STATISTICAL ANALYSIS USING THE AOFAS ANKLE-HINDFOOT
SCORE TO ASSESS LONG-TERM OUTCOMES OF DISTAL TIBIA
AND FIBULA METAPHYSEAL FRACTURES TREATMENT**

Vasyuk V.L., Koval O.A., Vasyuk A.E.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit40-02-042> **212**

**LATEST TECHNOLOGIES IN THE DIAGNOSIS OF LEFT
ATRIAL CARDIOMYOPATHY: FROM CONCEPT TO CLINICAL
IMPLEMENTATION OF NON-INVASIVE IMAGING METHODS**

Kozhyn M.I., Rynchak P.I.



<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit40-02-063>

220

EFFECTIVENESS OF ANATOMICAL COMPRESSION TEXTILES
COMBINED WITH MANUAL MASSAGE DEVICES IN POST-
TRAUMATIC REHABILITATION

Sarnov I.

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit40-02-077>

232

FEATURES OF THE PRIMARY SURGICAL TREATMENT OF A
GUNSHOT WOUND WITH A FOREIGN BODY – A FRAGMENT

Cherniak V.A., Salenko O.F., Karpenko K.K., Bondar L.V.

Pryiemska V.O., Prokopets K.O., Gorya E.D.



International periodic scientific journal

MODERN ENGINEERING AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Heutiges Ingenieurwesen und
innovative Technologien

Indexed in
INDEXCOPERNICUS
high impact factor (ICV: 70.62)

Issue №40
Part 2
August 2025

Development of the original layout - Sergeieva&Co

Signed: August 30, 2025

Sergeieva&Co
Lußstr. 13
76227 Karlsruhe
e-mail: editor@moderntechno.de
site: www.moderntechno.de

Articles published in the author's edition





www.moderntechno.de

e-mail: editor@moderntechno.de