

ОГЛЯДОВА СТАТТЯ

УДК 616-001.1/4-018-07-092.9

КЛІНІЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТКАНИН ПРИ ТЕРМІЧНИХ ПОШКОДЖЕННЯХ

Проценко О.С., Шаповал О.В., Тесленко Г.О., Родіонов М.О.,
Воцилін Б.Р., Єлецький М.С.

Пошта для листування: shapoval@karazin.ua

Резюме: Стаття присвячена дослідженням, які застосовуються у клініці та в експерименті при вивченні тканинних пошкоджень, викликаних впливом високої температури. Визначення площі та глибини пошкодження тканин при термічній травмі має принципове значення не тільки для лікування, але й для прогнозу. Застосування лазерної доплерівської флоуметрії, магнітної резонансної томографії, рН-метрії, безконтактної інфрачервоної термометрії опікових ран, методу оцінки життєздатності тканин на підставі вивчення діелектричних параметрів дає можливість оцінювати життєздатність та стан пошкоджених тканин у динаміці. Показано значення методів дослідження тканин для встановлення точного діагнозу, оцінки готовності ран до аутодермопластики та визначення обсягів оперативних втручань. Обґрунтовано застосування морфологічних методів в експериментальних дослідженнях та у процесі лікування постраждалих з опіками. За допомогою гістологічного та цитологічного методів здійснюють контроль стану опікової рани, оцінюють ефективність оперативних втручань та дії лікувальних засобів, визначають фазу ранового процесу, планують лікувальну тактику. Гістохімічний метод використовують для вивчення складу та стану тканин зони паранекрозу опікової рани, імуногістохімічний метод застосовують для оцінки інтенсивності процесів регенерації шляхом визначення маркерів проліферації та диференціювання тканин. Інформативними для розуміння динаміки патоморфологічних змін при опіках є ультрамікроскопічні дослідження тканин організму в різні терміни після термічної травми. Розглядання патогенезу опікової хвороби з урахуванням даних ультрамікроскопічних досліджень створює перспективу розробки методів цілеспрямованої корекції стану пацієнтів з опіками на субклітинному рівні. Визначено роль експериментальних досліджень у вивченні термічних пошкоджень, доклінічних випробуваннях лікарських засобів, які використовуються з метою впливу на рановий процес, удосконаленні існуючих та розробці нових методів лікування опікової травми.

Ключові слова: тканини, термічні пошкодження, експеримент, клінічні дослідження

Інформація про авторів

Проценко Олена Сергіївна, д.мед.н., професор, зав.кафедри загальної та клінічної патології медичного факультету Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна, 61022 protcenko@karazin.ua
<https://orcid.org/0000-0001-6998-9783>

Шаповал Олена Володимирівна, к.мед.н., доцент кафедри загальної та клінічної патології медичного факультету Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна,

майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна, 61022, shapoval@karazin.ua
<https://orcid.org/0000-0002-8507-9197>

Тесленко Ганна Олександрівна, студентка групи ВІ-207 2 курсу медичного факультету Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна, 61022 teslenkoan7@gmail.com

Воцилін Богдан Русланович, студент 3 курсу медичного факультету Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна,

майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна, 61022, vbogdan98@mail.ru

Родіонов Микола Олександрович, студент 2 курсу медичного факультету Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна, 61022, r-n-a@ukr.net

Єлецький Микита Сергійович, студент 2 курсу медичного факультету Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна, 61022, bignik0608@gmail.com

Вступ

Згідно з визначенням Всесвітньої організації охорони здоров'я, опік - це травма шкіри чи інших тканин, спричинена, здебільшого, дією на організм високої температури. Чинниками опіків можуть бути також випромінювання, радіоактивність, електричні та хімічні фактори. При термічних опіках тканини організму пошкоджуються під дією полум'я, гарячих рідин та пари, гарячих твердих предметів (контактні опіки). Частота виникнення термічних уражень у побуті та на виробництві є високою, їх лікування складне та тривале [7,12]. Після термічної травми можливий розвиток опікової хвороби, яка супроводжується пошкодженням всіх систем організму, здатних до саморегуляції. Зазвичай опікова хвороба розвивається, якщо площа поверхневого опіку перевищує 10-12 % поверхні тіла, а глибокого - 5-6%. Наслідком перенесеної опікової хвороби часто стає важка інвалідизація постраждалих [13, 29]. Летальність серед пацієнтів з тяжкими термічними ураженнями залишається високою навіть у спеціалізованих стаціонарах. Особливо високою вона є при критичних (понад 30 % поверхні тіла) та надкритичних (понад 50 %) глибоких опіках [13,22,29].

Перебіг опікової хвороби залежить від цілої низки факторів: тяжкості опікової травми, віку постраждалого, строків початку лікування, наявності супутніх захворювань. Тяжкість опікової травми визначається, у свою чергу, площею опікових ран та масштабами глибокого пошкодження шкірного покриву [7, 24, 21,22].

Відомо, що у зоні термічного пошкодження відбувається миттєва тотальна або часткова деструкція шкірного покриву та розташованих під шкірою тканин; опіки викликають деструкцію шкіри як безпосередньо під впливом термічного агенту, так і вторинно – за рахунок ішемічних процесів у тканинах. Пусковим механізмом патологічних змін є морфологічні та функціональні порушення у зоні опікової рани. Відбувається утворення трьох зон опікової рани: первинного некрозу, ішемії й стазу, реактивного набряку [21,22].

Зона коагуляційного некрозу опікової рани характеризується незворотністю морфологічних змін і відсутністю кровообігу у тканинах, тоді

як зона ішемії (зона паранекрозу), яка межує з зоною коагуляції та некрозу, характеризується сповільненням кровообігу до стазу. У цій зоні тканини зберігають життєздатність, але, внаслідок ураження судинної системи, спостерігаються порушення мікроциркуляції, додаткове пошкодження ендотелію та тромбоз, який, в свою чергу, підсилює тканинну ішемію. Повне припинення кровотоку (стаз) супроводжується розширенням зони первинного некрозу, клінічним проявом чого є збільшення площі глибокого пошкодження – поглиблення опікової рани [21,22,27,32].

При наданні допомоги хворим з опіками обов'язковим є вживання заходів щодо оптимізації перебігу ранового процесу [1,7,12,26].

Несвоєчасне або неадекватне надання медичної допомоги часто спричиняє поглиблення опіку, що призводить до пролонгації строків лікування, а також виникнення ускладнень з боку внутрішніх органів та загострення хронічної патології [22,24,29].

Достовірна діагностична оцінка глибини опікової рани має вирішувальне значення щодо вибору лікувальної тактики [12,22]. Дослідження тканин в експерименті проводяться з метою пошуку можливостей зниження летальності та частоти ускладнень.

Мета роботи

Вивчення методів дослідження, які застосовуються у клініці та в експерименті для отримання даних щодо тканинних пошкоджень, викликаних впливом високої температури

Матеріали та методи дослідження

Вивчення методів дослідження тканин при опіках проводилося шляхом аналізу літературних джерел. (1997).

Результати

Лікування пацієнтів з опіками планується та здійснюється в залежності від глибини пошкодження, стадії ранового процесу, локалізації опіку та низки інших факторів [13,21,22]. Рання некректомія - метод вибору у комбустіології [7,13,21]. Для встановлення діагнозу та визначення обсягу оперативного

втручання, яке планується з метою видалення некротизованих тканин, проводиться візуальна оцінка пошкоджених тканин, однак достовірність візуального методу складає 60 - 75% [8,9].

З метою об'єктивізації оцінки стану тканин при термічній травмі використовують методи лазерної доплерівської флоуметрії, магнітної резонансної томографії, рН-метрії, безконтактної інфрачервоної термометрії опікових ран, метод оцінки життєздатності тканин на підставі вивчення діелектричних параметрів [8,9,10,16].

Безконтактну інфрачервону термометрію опікових ран застосовують як кількісний метод оцінки глибини опікової рани на основі різниці теплових властивостей уражених тканин. Важливою є інформація щодо абсолютного значення температури опікових ран та температури над симетричними ділянками неураженої шкіри тіла і кінцівок. Визначення глибини опікової рани шляхом безконтактної інфрачервоної термометрії дозволяє прогнозувати глибину опікового ураження на основі різниці локальної, перифокальної температури та температури відповідної неураженої ділянки поверхні тіла [9].

Контактна рН-метрія ран у хворих з дермальними опіками - об'єктивний метод визначення глибини термічного ураження в ранні строки після травми і прогнозування перебігу ранового процесу. Дослідниками визначені значення постійної рН для кожного ступеня опіку [10].

Метод лазерної доплерівської флоуметрії використовують для вивчення динаміки відновлення мікроциркуляції. У якості об'єктивного критерію лазерна доплерівська флоуметрія може застосовуватись як у ранньому періоді опікової хвороби, так і на етапах лікування гранулюючих ран для визначення їх готовності до аутодермопластики. За даними досліджень, найбільш інформативним та чутливим діагностичним показником мікроциркуляції, який характеризує динаміку відновлення кровонаповнення мікроциркуляторного русла у періоді опікового шока є середнє значення потоку крові [28,30,34,35,36].

Метод магніторезонансної томографії пропонується для ранньої діагностики глибини опіку, динаміки процесів у тканинах під час

лікування та верифікації ускладнень, що розвиваються. Інформацію щодо стану зони паранекрозу, стану тканинного кровотоку, ознак зворотності процесу та вираженості деструктивних змін отримують шляхом кількісного та якісного аналізу магнітно-резонансних сигналів, а також по відстроченому накопиченню парамагнітної контрастної речовини [16].

Вищенаведені методи особливо цінні для встановлення діагнозу та при плануванні закриття ранового дефекту при проведенні некретомії. Однією з переваг цих способів є їх неінвазивність чи те, що вони малоінвазивні. Однак, для підтвердження точності діагностики, на етапах розробки вищевказаних способів результати термотопографії та магніторезонансної томографії співставлялися з динамікою гістологічних змін пошкоджених тканин [9,16]. Отже, при виконанні робіт щодо вивчення опікової травми як у експериментальному, так і у клінічному напрямку, у якості об'єктивного критерію перебігу ранового процесу та оцінки впливу обраного методу лікування використовують морфологічні методи дослідження.

Серед морфологічних методів, які застосовуються для дослідження тканин при термічній травмі, вирізняють гістологічні та цитологічні.

За допомогою гістологічних методів досліджують тканини, видалені під час оперативних втручань; матеріал, отриманий при аутопсіях; тканини лабораторних тварин, яких задіюють при моделюванні опікової травми в експерименті.

Гістологічні дослідження проводяться на мікроскопічному (світлова мікроскопія) [17,27,32] та субмікроскопічному рівнях (електронна мікроскопія) [5,18,20,23], також використовуються гістохімічний та імуногістохімічний методи [6,17,32].

Клінічне значення гістологічних досліджень при опіках полягає у визначенні сутності змін, які виникають у шкірі та в інших структурах організму внаслідок дії термічного агента.

За допомогою гістологічних методів підтверджують встановлений діагноз, визначають ступінь ефективності оперативних втручань, які проводяться з метою видалення нежиттєздатних тканин, що утворилися внаслідок опіку [32], а також визначають дію

на організм місцевого та загального лікування [25]. Дослідження морфологічних змін у тканинах зони паранекрозу опікових ран передбачає визначення тинкторіальних властивостей тканинних елементів досліджуваних ділянок опікових ран та визначення ознак порушення мікроциркуляції. Також важливим є визначення морфологічних змін тканин зони паранекрозу при застосуванні різних засобів у складі інфузійного середовища [27,28].

Важливим методом щодо визначення готовності рани до аутодермопластики та прогнозування результатів оперативного втручання є імуногістохімічний метод. Процеси приживлення аутодермотрансплатата залежать від активності ангиогенезу та кількості функціонуючих кровеносних судин в зоні опікової рани та на її межі зі здоровою шкірою. Регенераторний потенціал тканинних структур визначають за експресією гена Kі67. Оптимальне співвідношення імуноцитів в опіковій рані та на її межі з неушкоженою шкірою є критерієм готовності опікової рани до аутодермопластики [33]. Імуногістохімічно визначають також рівень активності проліферації кератиноцитів епідермісу [6].

Дослідження субмікроскопічних змін тканин організму в різні терміни після термічної травми є актуальним і необхідним для розуміння патоморфологічних змін в динаміці перебігу опікової хвороби. На сучасному етапі дослідження ультрамікроскопічних змін внутрішніх органів при опіках мають переважно експериментальне направлення. За умов експерименту можливо вивчати патологічні зміни у різні періоди опікової хвороби, при опіках різної етіології, а також морфологічну картину при використанні різноманітних чинників, що можуть вплинути на регенаторні процеси при термічній травмі.

На сьогоднішній день відомо про результати електронномікроскопічних досліджень реорганізації лімфоїдної та стромальної тканин селезінки при опіках. Визначено, що опікова хвороба вже на ранніх термінах свого розвитку призводить до початку глибоких змін всіх структурних компонентів селезінки. Реактивні зміни, які виникають у структурах органу, мають пристосувально-компенсаторний

характер, проте відзначаються початкові ознаки пригнічення регенерації[4].

Встановлено закономірності електронномікроскопічних змін структурних компонентів передсердь та вушок серця при експериментальній термічній травмі. В стадії ранньої опікової токсемії спостерігаються пристосувально-компенсаторні та початкові ознаки деструктивних процесів, у стадії пізньої токсемії та септикотоксемії розвиваються глибокі незворотні деструктивні зміни ендокринних міоцитів вушок і передсердь [5].

Дослідження субмікроскопічного стану компонентів аерогематичного бар'єру респіраторного відділу легень при експериментальній термічній травмі встановили глибокі деструктивні зміни респіраторних і секреторних альвеолоцитів, ендотеліоцитів і базальної мембрани гемокапілярів [18,23]. При електронномікроскопічному вивченні нирок експериментальних тварин визначено, що через 3 години після тяжкої опікової травми в ендотеліоцитах проксимальних відділів нефрону спостерігається перебудова субмікроскопічної архітекtonіки, характерна для функціональної напруги [2]. При вивченні тканин чоловічих статевих залоз лабораторних щурів встановлено, що вже в ранні терміни після термічної травми спостерігаються зміни пристосувально-компенсаторного характеру. У подальшому розвиваються деструктивні зміни мікросудин та стінок звивистих каналців ячочок, які призводять до порушення сперматогенезу [20].

Розглядання патогенезу опікової хвороби з позицій розвитку дистрофічних та деструктивних порушень на субклітинному рівні дасть змогу проводити цілеспрямовану корекцію стану хворих з опіками.

Цитологічні дослідження застосовують на етапах лікування опікових ран у якості об'єктивного критерію перебігу ранового процесу та адекватності обраних засобів лікування.

Застосовують метод ранових відбитків та дослідження ранового ексудату, який отримують методом поверхневої біопсії [14,15,28].

При цитологічному дослідженні визначають клітинний склад мазка-відбитка, аналізують динаміку окремих клітинних форм та

співвідношення різних клітин, що формують специфічні типи цитограм, розраховують значення регенеративно-дегенеративного індексу.

Цитологічна характеристика важлива на усіх етапах загоювання рани. За її допомогою можливо отримання інформації щодо характеру морфологічних змін, стані неспецифічних факторів захисту, ефективності оперативних втручань з метою видалення нежиттєздатних тканин за наявності глибоких опіків. Цей вид діагностики дає змогу чітко визначати фази ранового процесу, показання та протипоказання до використання запланованих методів лікування. Окрім того, цитологічний аналіз ранового ексудату надає хірургу ряд об'єктивних даних для висновків про активність репаративних процесів, що відбуваються у рані, імунологічному статусі хворого та дозволяє спостерігати динаміку очищення рани від мікроорганізмів. Використання цитологічних методів дозволяє здійснювати контроль стану опікової рани, оцінювати ефективність лікарських засобів, які використовуються з метою впливу на рановий процес (прискорення епітелізації, профілактика поглиблення рани та утворення рубців).

Процес розробки нових методів та медичних препаратів для лікування опікових хворих нерозривно пов'язаний з необхідністю дослідження опікової травми в експерименті. Багато питань вивчення травматичних пошкоджень можна розв'язати шляхом використання моделі опікової рани, обмеженою за площею [19]. Поверхневі опіки є адекватною моделлю для доклінічного вивчення місцевих ранозагоюючих препаратів.

При розробці дизайну експериментального дослідження опіків обирають метод моделювання термічної травми, який дає змогу програмувати площу та глибину опікових ран, є простим у технічному виконанні, економічно доцільний та доступний, дозволяє стандартизувати експеримент [3,19,31]. Найбільш доцільним вважається проведення досліджень на великих тваринах (собаках та котах), у яких місцева та загальна реакція на опік приближена до людини [19,31]. Однак частіше за все у вигляді «модельного організму» при вивченні термічної травми в експерименті використовують лінійних та нелінійних щурів [3,31]. При моделюванні

опіків дотримуються загальноприйнятих біоетичних принципів [11,19,31].

Відповідно різноманітності завдань, в експериментальних дослідженнях використовують різні моделі опікових ран, обмежених за площею. Опік відтворюють за допомогою нагрітих мідних пластин, скляної посуду з киплячою водою чи апаратів для нанесення контактного опіку. Для виключення можливості термічного впливу на тканини, які розташовані під шкірою, використовують модель опіку з ізольованим пошкодженням шкіри [19,27].

При вивченні експериментальних опіків застосовують різні методи контролю глибини пошкодження. Температурний контроль дає найбільш точні дані щодо прогрівання тканин у момент опіку. Перед нанесенням опіку під шкіру лабораторної тварини вводять голчасті термопари з умовою торкання вимірювальної частини приладу внутрішньої частини поверхні шкіри тварини. Шкіру проколюють за межами ділянки, на яку наноситься опік, для захисту голки від прямого нагріву при нанесенні опіку [19,27].

Висновки

Дослідження тканин при термічних пошкодженнях характеризуються різноманітністю та застосовуються у клініці та в експерименті. У клінічних умовах тканини вивчаються з метою діагностики та контролю їх стану в динаміці, оцінки ефективності оперативних втручань та дії лікувальних засобів. В експерименті моделювання опікової травми дає змогу вивчати опіки різної етіології у різні періоди після термічної травми, оцінювати ефективність способів та засобів, які використовуються для впливу на рановий процес. Розглядання патогенезу опікової хвороби з урахуванням даних ультрамікроскопічних досліджень створює перспективу розробки методів цілеспрямованої корекції стану пацієнтів з опіками на субклітинному рівні. Перспективним є вивчення ультрамікроскопічних змін внутрішніх органів при опікових пошкодженнях за умов застосування коригуючих чинників.

Список літератури

1. Бойко В. В. Перспективи обмеження глибини опікового ураження та активації репаративних процесів

- в рані / В. В. Бойко, Ю. І. Козін, Г. А. Олейник [та ін.] // Клінічна хірургія. – №11.3(867). – 2014. – С. 44.
2. Бойко В. В. Субмікроскопіческие перестройки клеток почечного нефрона крыс с моделированным термическим ожогом / В. В. Бойко, В. П. Невзоров, О.Ф. Невзорова [и др.] // Вісник проблем біології і медицини. – 2016. – Вип. 1(1). – С. 264-269.
 3. Борис Р. Я. Мікроструктура різних ділянок шкіри білого щура в нормі / Р. Я. Борис // Науковий вісник Ужгородського університету, серія „Медицина”. – 2009. – Вип. 35. – С. 8-11.
 4. Гаврилюк-Скиба Г.О. Субмікроскопічні зміни структурних компонентів селезінки в ранній період після опікової травми в експерименті / Г.О Гаврилюк-Скиба., К.С. Волков // Світ медицини та біології. – 2013. – № 1. – С. 112-116.
 5. Гетманюк І.Б. Ультраструктурні зміни в передсердях та вушках серця при експериментальній термічній травмі / І.Б. Гетманюк, К.С. Волков // Світ медицини та біології. – 2010. – № 1. – С. 57-60.
 6. Голубинская Е.П. Иммуногистохимическая характеристика эффективности применения препарата бронхоальвеолярного защитного комплекса при термических и химических ожогах кожи / Е.П. Голубинская // Матеріали науково-практичної конференції патологоанатомів України «Актуальні проблеми сучасної патоморфології». – 2010. – С. 31–32.
 7. Григорьева Т. Г. Ожоговая болезнь // Междунар. мед. журн. – 2000. – Т. 6. – №2. – С. 53-60.
 8. Иванова Ю. В. Экспериментальное исследование оценки жизнеспособности тканей на основании определения диэлектрических параметров / Ю. В. Иванова, В. В. Бойко, И. А. Криворучко [и др.] // Харківська хірургічна школа. – 2015. – № 3(72). – С. 112-117.
 9. Коваленко А. О. Застосування термометрії для визначення глибини опіків шкіри // Клінічна хірургія. – 2015. – № (4). – С. 66-68.
 10. Коваленко О. М. Застосування рН-метрії опікових ран для визначення показань до раннього хірургічного лікування / О. М. Коваленко, А. О. Коваленко // Клінічна хірургія. – 2015. – № 11.2. – С. 39-41.
 11. Кожем'якін Ю. М. Науково-практичні рекомендації з утримання лабораторних тварин та роботи з ними / Ю. М. Кожем'якін, О. С. Хромов, М. А. Філоненко [та ін.]. – К.: Інтерсервіс, 2017. – 179 с.
 12. Козинец Г. П. Основные принципы организации и оказания помощи больным с термическими поражениями кожи / Г. П. Козинец // Здоров'я України. – 2010. – № 3. – С. 14.
 13. Козинец Г. П. Нова концепція розвитку комбустіологічної служби в Україні / Г. П. Козинец, М. П. Комаров, А. В. Воронін // Вестник неотложной и восстановительной хирургии. – 2014. – Т. 15, №1. – С. 6.
 14. Корнієнко В. В. Особливості морфогенезу опікової рани при застосуванні хітозанових плівок у тварин старечого віку / В. В. Корнієнко, О. М. Олешко // Вісник проблем біології і медицини. – 2014. – Вип. 4, Том 1 (113). – С. 275-280.
 15. Коробейникова Е. П. Лабораторные животные – биомодели и тест-системы в фундаментальных и доклинических экспериментах в соответствии со стандартами надлежащей лабораторной практики (НЛП/GLP) / Е. П. Коробейникова, Е. Ф. Комарова // Журнал фундаментальной медицины и биологии. – № 1. – 2016. – С. 30-36.
 16. Кравцов А. В. Особенности оценки ожогового повреждения методом магниторезонансной томографии / А. В. Кравцов, В. В. Бойко, Ю. И. Козин [и др.] // Клінічна хірургія. – 2017. – № 2. – С.34-37.
 17. Крамар С. Б. Гістологічні та гістохімічні зміни ушкодженої ділянки шкіри в динаміці після експериментальної термічної травми / С. Б. Крамар, К. С. Волков, А.О. Котик // Світ медицини та біології. – 2014. – № 4 (46). – С. 182-185.
 18. Макарова О. І. Особливості ультраструктурних змін в респіраторному відділі легень щурів у віддалений період після термічної травми за умов її крекції колоїдно-гіперосмолярним інфузійним розчином НАЕС-LX-5% / О. І. Макарова, Ю. Б. Чайковський // Вісник проблем біології і медицини. – 2014. – № 4 (46). – С.115-120.
 19. Моделирование заболеваний / Под ред. проф. С. В. Андреева. – Москва: Медицина, 1973. – 336 с.
 20. Муха С. Ю. Електронномікроскопічні зміни сім'яників в ранні терміни після експериментальної термічної травми / С. Ю. Муха, К. С. Волков, З. М. Небесна [и др.] // Морфологія. – 2016. – №10 (3). – С. 208-211.
 21. Нагайчук В. І. Сучасні технології лікування хворих з критичними та надкритичними опіками / В.І. Нагайчук, С.Д. Хіміч, М.Д. Желіба, О.П.Жученко, А. М.Поворозник, М.Б.Присяжнюк, В.О.Зеленько, Г.С.Гірник, Р.М.Чорнопишук // «Вісник Вінницького національного медичного університету». – №2 (21). – 2017. – С. 428-433.
 22. Опікова травма та її наслідки: Керівництво для практичних лікарів / під загальною ред. Г. П. Козинець, С. В. Слесаренко, О. Ю. Сорокіна та ін. – Дніпропетровськ: Преса України, 2008. – 224 с.
 23. Очеретнюк А. О. Електронномікроскопічні зміни респіраторного відділу легень щурів після термічної травми шкіри в умовах застосування розчину NaCl / А. О. Очеретнюк, З. М. Небесна, І. В. Гунас [и др.] // Світ медицини та біології. – 2013. – № 2. – С. 38-41.
 24. Парамонов Б.А., Порембский Я.О., Яблонский В.Г./ Ожоги: Руководство для врачей. – СПб.: Спец.Лит., 2000. –480 с.
 25. Подойницына М. Г. Изменения в ожоговой ране при проведении магнитоплазменной терапии / М. Г. Подойницына, В. Л. Цепелев, А. В. Степанов [и др.] // Вестник хирургии имени И. И. Грекова. – 2016. – Том 175, № 2. – С. 49-52.
 26. Про затвердження протоколів надання медичної допомоги хворим з опіками та їх наслідками. Міністерство охорони здоров'я України (МОЗ), Наказ № 691 від 07.11.2007. [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0691282-07>
 27. Проценко О. С. Морфологічні зміни у тканинах шкіри щурів при моделюванні опікової травми / О. С.

- Проценко, О. В. Кравцов, Н. О. Ремньова [та ін.] // Український журнал медицини, біології та спорту. – 2018. – Том 3, № 4 (13). – С. 44-49.
28. Рева И. В. Оптимизация хирургической тактики лечения больных с глубокими термическими ожогами / И. В. Рева, И. А. Одинцова, В. В. Усов [и др.] // Вестник хирургии имени И. И. Грекова. – 2017. – Том 176, № 2. – С.45-50.
29. Фисталь Э. Я. Обоснование применения аллофибробластов в лечении обширных ожогов / Э. Я. Фисталь, В.В. Солошенко // Вестник хирургии имени И. И. Грекова. – 2017. – 1(176) – С. 42-45.
30. Фисталь Э. Я. Роль лазерной доплеровской флоуметрии в выборе хирургической тактики лечения детей с ожогами / Э. Я. Фисталь, Г. Е. Самойленко, Н. Н. Фисталь [и др.] // Клінічна хірургія. – 2009. – № 11-12. – С. 87-88.
31. Фролова Н. Ю., Мельникова Т.И., Бурякина А.В., Вишневецкая Е.К., Авенирова Е.Л., Сивак К.В., Караваева А.В./ Методические подходы к экспериментальному изучению дерматотропных средств / Н. Ю. Фролова, Т. И. Мельникова, А. В. Бурякина [и др.] // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2009. – Т. 72, №5. – С.56-60.
32. Шаповал О. В. Клінічні аспекти морфології тканин зони паранекрозу опікових ран // Вісник медицини і біології. – 2015. – Вип. 2, Том 4 (121). – С. 276-280.
33. Юрова Ю. В. Современные возможные способы определения готовности гранулирующих ран к свободной аутодермопластике у пациентов с термической травмой / Ю. В. Юрова, И. В. Шлык // Вестник хирургии имени И. И. Грекова. – 2013. – Том 172, № 1. – С. 60-64.
34. Chatterjee J. S. A critical evaluation of the clinimetrics of laser Doppler as a method of burn assessment in clinical practice / J.S. Chatterjee // J. Burn Care Res. – 2006. – Vol. 27(2). – P. 123-30.
35. Droog E. J. Measurement of depth of burns by laser Doppler perfusion imaging / E. J. Droog, W. Steenbergen, F. Sjoberg // Burns. – 2001. – Vol. 27. – P.561-568.
36. Mileski W. J. Serial measurements increase the accuracy of laser Doppler assessment of burn wounds / W.J. Mileski, L. Atilas, G. Purdue [et al.] // J. Burn Care Rehabil. – 2003. – Vol. 24. – P.187-191.

References

1. Boyko V.V., Kozin Yu.I., Oleynik G.A. et all. (2014) Prospects for limiting the depth of burn injury and activating reparative processes in the wound. «*Klinichna Khirurgiia*» journal. 11.3(867). P.44. [in Ukrainian]
2. Boiko V.V., Nevzorov V.P., Nevzorova O.F., Zamyatin P.N., Omelchenko V.F., Protsenko E.S., Remnyova N.A. (2016) Submicroscopic restructuring in renal nephron cells of rats with simulated thermal burns. *Journal Bulletin of problems biology and medicine*. 1(1). P.264-269. [in Russian]
3. Borys R.Ya. (2009) Microstructure different areas of white rat skin in a norm. *Scientific bulletin of Uzhhorod university, series «Medicine»*. 35. P.8-11. [in Ukrainian]
4. Havryliuk-Skyba H.O., Volkov K.S. (2013) Submicroscopical changes of the spleen's structural components in early stages after burn injuries in experiment. *Journal World of Medicine and Biology*. 1. P. 112-116. [in Ukrainian]
5. Getmanyuk I.B., Volkov K.S. (2010) Ultrastructural changes in the auricles and ears of the heart experimental thermal trauma. *Journal World of Medicine and Biology*. 1. P. 57-60. [in Ukrainian]
6. Golubinskaya E.P. (2010) Immunohistochemical characteristic of the effectiveness of the preparation of the bronchoalveolar protective complex during thermal and chemical burns of the skin. *Materials of the scientific practical conference of pathologists of Ukraine "Actual problems of modern pathomorphology"*. P.31-32. [in Russian]
7. Grigoryeva T.G. (2000) Burn disease. 6(2). P.53-60. [in Russian]
8. Ivanova Yu.V., Boiko V.V., Krivoruchko I.A., Zamyatin P.N., Isaev Yu.I., Kravtsov A.V., Mushenko E.V., Ivanov V.K., Stadnik A.M., Tkach S.V. (2015) Experimental study assessing tissue viability on the basis of determining the dielectric parameters. *Kharkiv surgical school*. 3(72). P.112-117. [in Russian]
9. Kovalenko A.O. (2015) Thermometry application for the skin burns depth. «*Klinichna Khirurgiia*» journal. 4. P.66-68. [in Ukrainian]
10. Kovalenko O. N., Kovalenko A.O., Omelchenko A. V. (2015) Measurement PH burn wound defines indications for early surgical treatment. «*Klinichna Khirurgiia*» journal. 11.2. P.39-41. [in Ukrainian]
11. Kozhemyakin Yu.M., Chromov O.S. M.A.Filonenko et all. (2017) Scientific and practical recommendations for the care and use of laboratory animals. *Interservis, Kiev*. 179 p. [in Ukrainian]
12. Kozinets G.P. (2010) Basic principles of the organization and provision of assistance to patients with thermal damage to the skin. *Health of Ukraine*.3. P.14. [in Russian]
13. Kozinets G.P., Voronin A.V. (2014) New concept of the development of combiustrial service in Ukraine. *Scientific reviewed journal «Bulletin of urgent and recovery surgery»*. 1 (15). P.6. [in Ukrainian]
14. Kornienko V.V., Oleshko O.M. (2014) The Features of Morphogenesis of a Burn Wound Applying Chitosan Films in Elderly Animals. *Journal Bulletin of problems biology and medicine*. 4.1(113). P.275-280. [in Ukrainian]
15. Korobeynikova E.P., Komarova E.F. (2016) Laboratory animals - biomodels and test systems in fundamental and preclinical experiments in accordance with standards of proper laboratory practice (GLP). *Jurnal fundamental medicine and biology*. 1. P.30-36. [in Russian]
16. Kravtsov A. V., Boyko V. V., Kozin Yu. I., Logachov V. K., Isaev Yu. I., Kanishcheva I. N. (2017) Peculiarities of estimation of the burn damage, using the maget resonance tomography method. «*Klinichna Khirurgiia*» journal. 2. P.34-37. [in Russian]
17. Kramar S. B., Volkov K. S., Kotyk A.A. (2014) Histological and histochemical changes of the damaged area of skin in the dynamics after experimental thermal trauma. *Journal World of Medicine and Biology*. 4(46). P.182-185. [in Ukrainian]
18. Makarova O.I., Chaikovskiy Yu.B. (2014) Features of ultrastructural longstrem changes in the pulmonary respiratory tract of rats following the thermal injury when corrected by colloidal hyperosmolar linfusion solution

- HAES-LX-5%. *Journal Bulletin of problems biology and medicine*. 4(46). P.115-120. [in Ukrainian]
19. Andreev S. et all. (1973) Modeling of diseases. *Medicine, Moscow*. P.59-76. [in Russian]
20. Mykha S.Yu., Volkov K.S., Nebesna Z.M., Kramar S.B. (2016) Electronmicroscopic changes of the testes at the early stages after experimental thermal injury. *Morphologia*. 10(3). P.208-211. [in Ukrainian]
21. Nagaichuk V.I., Khimich S.D., Zheliba M.D., Zhuchenko O.P., Povoroznik A.M., Prysyzhnyuk M.B., Zelenko V.O., Girnik I.S. (2017) Modern technologies of treatment of patients with critical and supercritical burns. *Reports of Vinnytsia National Medical University*. 21(2). P.428-433. [in Ukrainian]
22. Kozinets. G.P., Slesarenko S.V., Sorokina O.Yu. et all. (2008) Burned injury and its consequences: A guide for practical doctors. *The press of Ukraine, Dnepropetrovsk*, 224 p. [in Ukrainian]
23. Ocheretnyuk A.O., Nebesna Z.M., Gunas I.V., Yakovleva O.O., Palamarchuk O.V. (2013) Electron microscopics changes respiratory department of the lungs in rats after thermal trauma of the skin under the usage of NaCl solution. *Journal World of Medicine and Biology*. 2. P.38-41.[in Ukrainian]
24. Paramonov B.A.Porebskyi Ya.O., Yablonskyi V.H. (2000) Burns:A guide for doctors. *SpetsLit, St. Peterburg*, 480 p. [in Russian]
25. Podoyntsina M.G., Tsepelev V.L., Stepanov A.V., Kryukova V.V. (2016) Chances in burning wound in application of magneto-plasmatic therapy. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 175(2). P.49-52. [in Russian]
26. On Approval of Protocols for the Provision of Medical Aid to Patients with Burns and their Consequences. Ministry of Health of Ukraine (MoH), Order No. 691 dated 07.11.2007. [Electronic resource] // Access mode: <http://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0691282-07>. - Access date: 07.11.2007. [in Ukrainian]
27. Protsenko E. S., Kravtsov A. V., Remnyova N. A., Shapoval E. V., Dolgaya O. V., Sazonova T. M. (2018) Morphological changes in skin tissues of rats in modeling burn injuries. *Ukrainian Journal of Medicine, Biology and Sport*. 4(13). P. 44-49. [in Ukrainian]
28. Reva I.V., Odintsova I.A., Usov V.V., Obydennikova T.N., Reva G.V. (2017) Optimization of surgical approach of treatment in patients with fullthickness thermal burns. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 176(2). P.45-50. [in Russian]
29. Fistal' E.Y., Soloshenko V.V. (2017) Substantiation of application of allogenic fibroblasts in treatment of extensive burns. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 176(1). P.42-45. [in Russian]
30. Fistal' E.Y., Soloshenko V.V., Fistal' N.N. et all. (2009) The role of laser Doppler fluvetry in choosing the surgical treatment of children with burns. *«Klinichna Khirurgiia» journal*. 11-12. P.87-88. [in Russian]
31. Frolova N.Yu., Mel'nikova T.I., Buryakina A.V., Vishnevskaya E.K., Aveniroya E.L., Sivak K.V., Karavaeva A.V. (2009) Methodological approaches to the expersmental investigation of dermatropic drugs. *Clinical and experimental pharmacology*. 5(72).P.56-60. [in Russian]
32. Shapoval O. V. (2015) Clinical Aspects of Morphology of Tissues in Parancrosis Area of Burn Wounds. *Journal Bulletin of problems biology and medicine*. 2. 4(121).P.276-280. [in Ukrainian]
33. Yurova Y.V., Shlyk I.V. (2013) Influence of microbial wound dissemination and microcirculation on the results of skin engraftment. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 172(1). P.60-64. [in Russian]
34. Chatterjee J. S. A critical evaluation of the clinimetrics of laser Doppler as a method of burn assessment in clinical practice / J.S. Chatterjee // *J. Burn Care Res.* – 2006. – Vol. 27(2). – P. 123-30.
35. Droog E. J. Measurement of depth of burns by laser Doppler perfusion imaging / E. J. Droog, W. Steenbergen, F. Sjoberg // *Burns.* – 2001. – Vol. 27. – P. 561-568.
36. Mileski W. J. Serial measurements increase the accuracy of laser Doppler assessment of burn wounds / W.J. Mileski, L. Atilas, G. Purdue [et al.] // *J. Burn Care Rehabil.* – 2003. – Vol. 24. – P. 187-191.

КЛИНИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТКАНЕЙ ПРИ ТЕРМИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЯХ

Проценко Е.С., Шаповал Е.В., Тесленко А. А., Родионов Н.А.,
Воцилин Б.Р., Елецкий Н.С.

Почта для переписки: shapoval@karazin.ua

Резюме: Статья посвящена исследованиям, которые используются в клинике и в эксперименте при изучении тканевых повреждений, причиной которых послужило воздействие высокой температуры. Определение площади и глубины повреждения тканей при термической травме имеет принципиальное значение не только для лечения, но и для прогноза. Применение лазерной доплеровской флоуметрии, магнитной резонансной томографии, рН-метрии, безконтактной инфракрасной термометрии ожоговых ран, метода оценки жизнеспособности тканей на основании изучения диэлектрических параметров позволяет оценивать жизнеспособность и состояние поврежденных тканей в динамике. Показано значение методов исследования тканей для установления точного диагноза, оценки готовности ран к аутодермопластике и определения объема оперативных вмешательств. Обосновано применение морфологических методов в экспериментальных исследованиях и в процессе лечения пострадавших с ожогами. С помощью гистологического и цитологического методов осуществляют контроль состояния ожоговой раны, оценивают эффективность оперативных вмешательств и

действия лечебных средств, определяют фазу раневого процесса, планируют лечебную тактику. Гистохимический метод используют для изучения состава и состояния тканей зоны паранекроза ожоговой раны, иммуногистохимический метод применяют для оценки интенсивности процессов регенерации путем определения маркеров пролиферации и дифференцировки тканей. Информативными для понимания динамики патоморфологических изменений при ожогах являются ультрамикроскопические исследования тканей в разные сроки после термической травмы. Рассмотрение патогенеза ожоговой болезни с учетом данных ультрамикроскопических исследований создает перспективу разработки методов целенаправленной коррекции состояния пациентов с ожогами на субклеточном уровне. Определена роль экспериментальных исследований в изучении термических повреждений, доклинических испытаниях лекарственных средств, которые используются с целью влияния на раневую процесс, усовершенствовании существующих и разработке новых методов лечения ожоговой травмы.

Ключевые слова: ткани, термическое повреждение, эксперимент, клинические исследования

Информация об авторах

Проценко Елена Сергеевна, д.мед.н., профессор, зав.кафедры общей и клинической патологии медицинского факультета Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина, площадь Свободы, 6, г. Харьков, Украина, 61022
protcenko@karazin.ua
<https://orcid.org/0000-0001-6998-9783>

Шаповал Елена Владимировна, к.мед.н., доцент кафедры общей и клинической патологии медицинского факультета Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина,

площадь Свободы, 6, г. Харьков, Украина, 61022

shapoval@karazin.ua
<https://orcid.org/0000-0002-8507-9197>,

Тесленко Анна Александровна, студентка 2-го курса медицинского факультета Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина, площадь Свободы, 6, г. Харьков, Украина, 61022,
teslenkoan7@gmail.com

Вощилин Богдан Русланович, студент 3 курса медицинского факультета Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина,

площадь Свободы, 6, г. Харьков, Украина, 61022, ybogdan98@mail.ru

Родионов Николай Александрович, студент 2-го курса медицинского факультета Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина, медицинский факультет, площадь Свободы, 6, г. Харьков, Украина, 61022,
r-n-a@ukr.net

Елецкий Никита Сергеевич, студент 2-го курса медицинского факультета Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина, площадь Свободы, 6, г. Харьков, Украина, 61022, bignik0608@gmail.com

CLINICAL AND EXPERIMENTAL STUDIES OF TISSUES IN THERMAL INJURIES

*Olena Protsenko, Olena Shapoval, Anna Teslenko,
Bogdan Voshylin, Mykola Rodionov, Nikita Yeletskiy*

Mail for correspondence: shapoval@karazin.ua

Summary: *The article is devoted to studies used in the clinic and in the experiment in the study of tissue damage caused by exposure to high temperature. Determining the area and depth of tissue damage during thermal injury is of fundamental importance not only for treatment, but also for prognosis. The use of laser Doppler flowmetry, magnetic resonance imaging, pH-metry, contactless infrared thermometry of burn wounds, the method of assessing tissue viability based on the study of dielectric parameters allows to evaluate the viability and the state of damaged tissues in dynamics. The importance of tissue research methods for establishing an accurate diagnosis, assessing the readiness of wounds for autodermoplasty and determining the extent of surgical interventions is shown. The use of morphological methods in experimental studies and in the treatment of victims with burns is substantiated. Using histological and cytological methods, the condition of the burn wound is monitored, the efficacy of surgical interventions and the use of therapeutic agents is evaluated, the wound process phase is determined, and medical tactics is planned. The histochemical method is used to study the composition and state of the tissues of a burn wound paranecrosis area, and the immunohistochemical method is used to assess the intensity of regeneration processes by determining the tissue proliferation and differentiation markers. Ultramicroscopic examination of tissues at different times after thermal injury is informative for understanding the dynamics of pathomorphological changes in burns. Review of the pathogenesis of burn disease, taking into account the data of ultramicroscopic studies, creates the prospect of developing methods for targeted correction of the condition of patients with burns at the subcellular level. The role of experimental studies in the investigation of thermal damage, preclinical trials of medicinal products used to influence the wound process, improving the existing methods and developing the new ones for treatment of burn injury has been determined.*

Key words: tissues, thermal injuries, experiment, clinical studies

Information about author

Olena Protsenko, Doctor of Medicine, Full Professor, Head of Department of General and Clinical Pathology, School of Medicine, V. N. Karazin Kharkiv National University, School of Medicine, 6 Svobody Sq., 61022, Kharkiv, Ukraine, protcenko@karazin.ua
<https://orcid.org/0000-0001-6998-9783>

Olena Shapoval, Candidate of Medicine, Associate Professor, Department of General and Clinical Pathology, School of Medicine, V. N. Karazin Kharkiv National University,

School of Medicine, 6, Svobody Sq., 61022, Kharkiv, Ukraine,

shapoval@karazin.ua
<https://orcid.org/0000-0002-8507-9197>

Anna Teslenko, V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv School of Medicine, 2nd year student, 6, Svobody Sq., 61022, Kharkiv, Ukraine

teslenkoan7@gmail.com

Bogdan Voshylin, V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv School of Medicine, 3rd year student, 6,

Svobody Sq., 61022, Kharkiv, Ukraine
vbogdan98@mail.ru

Mykola Rodionov, V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv School of Medicine, 2nd year student, 6, Svobody Sq., 61022, Kharkiv, Ukraine

r-n-a@ukr.net

Nikita Yeletskiy, V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv School of Medicine, 2nd year student, 6, Svobody Sq., 61022, Kharkiv, Ukraine

bignik0608@gmail.com

Conflicts of interest: author has no conflict of interest to declare.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Конфликт интересов: отсутствует.