

DOI: 10.26693/jmbs06.06.033

УДК 616-001.17-07-06-036

Шаповал О. В., Комаромі Н. А., Пацація М. М.

ДО ПИТАННЯ ЩОДО СПОСОБІВ ДІАГНОСТИКИ І ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ УСКЛАДНЕНЬ У ПОСТТРАВМАТИЧНИХ ПАЦІЄНТІВ З ОПІКАМИ (Огляд літератури)

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
Україна

Мета. Стаття присвячена методам, які застосовуються у комбустіологічній практиці для прогнозування загальних і місцевих ускладнень у пацієнтів з опіками.

Результати. За умови тяжкої термічної травми існує ризик розвитку у постраждалих загрозливих життю станів, зокрема, сепсису та поліорганної недостатності. Інформативною для оцінки перебігу опікової хвороби є модифікована шкала фізіологічних розладів, яка враховує синдром системної запальної відповіді, ендогенну інтоксикацію в період токсемії та септикотоксемії і супутню патологію. Розвиток інтоксикації при тяжких опікових травмах вимагає визначення ступеню вираженості процесу та його оцінки у динаміці. Токсичність плазми крові вивчають за резистентністю мембран еритроцитів у реакції кислотного гемолізу, показниками еритроцитарного індексу інтоксикації, вмістом універсальних маркерів інтоксикації. Розроблені також способи біосенсорної індикації цитотоксичних факторів. Оцінка тяжкості стану постраждалих з опіками і моніторинг ефективності терапії проводиться з урахуванням рівню прокальцитоніну та пресепсину. Для визначення впливу ранового процесу на формування раннього сепсису, у хворих з опіками в капілярній зоні термічного ураження досліджують вміст гомоцистеїну, ендотеліну та оксиду азоту. Для оцінки ступеню тяжкості стану опікових пацієнтів та прогнозування розвитку ускладнень інформативними є значення інтегральних гематологічних індексів. Достовірні дані щодо глибини опікової рани отримують при використанні термотопометрії, рН-метрії, магнітно-резонансної томографії. З метою оцінки порушень та динаміки відновлення кровопостачання у зоні термічного ураження застосовують метод лазерної доплерівської флоуметрії та оптичної тканинної оксиметрії. Визначення внутрішньотканинного тиску при опіках кінцівок та внутрішньочеревного тиску при поширених опіках є способами прогнозування розвитку компартмент-синдрому. З метою контролю глікемічного статусу пацієнта, пропонується визначення рівню глікозильованого гемоглобіну. Дані мікробіологічних, цитологічних та імунологічних досліджень використовують для оцінки ризику розвитку загальних ускладнень опікової хвороби,

готовності гранулюючих ран до закриття та прогнозування результатів аутодермопластики.

Висновки. Способи діагностики і прогнозування розвитку ускладнень, які застосовуються у комбустіологічній практиці, є чисельними та відрізняються різноманітністю. Пріоритетним завданням є розробка нових ефективних способів оцінки стану пацієнтів з термічною травмою і прогнозування та профілактики розвитку ускладнень при опіках.

Ключові слова: опіки, діагностика, прогнозування, ускладнення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Виконане дослідження є фрагментом науково-дослідницької роботи кафедри загальної та клінічної патології медичного факультету Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна «Розробити критерії діагностики та методи профілактики загальних і місцевих гнійно-септичних ускладнень опікової хвороби», № державної реєстрації 0116U000958.

Вступ. Для надання ефективної медичної допомоги постраждалим з опіковою травмою необхідна об'єктивна оцінка стану пацієнтів на етапах лікування. Для прогнозування розвитку ускладнень у пацієнтів з опіками, необхідні достовірні дані щодо глибини опікової рани, готовності гранулюючих ран до закриття, ефективності оперативних втручань та дії лікувальних засобів [1-5].

Мета роботи. Вивчення методів, які застосовуються у комбустіологічній практиці та експериментальних дослідженнях опікової травми для встановлення діагнозу, оцінки стану пацієнтів, прогнозування розвитку ускладнень та визначення ефективності лікування.

Матеріали та методи дослідження. Вивчення способів діагностики і прогнозування розвитку ускладнень при опіковій травмі проводилося шляхом аналізу даних літературних джерел.

Результати. Згідно клінічним протоколам, спеціалізована медична допомога постраждалим з термічною травмою проводиться в повному обсязі, необхідному для одужання та профілактики різноманітних ускладнень опікової хвороби. Своєчасна і достовірна оцінка глибини опікової рани і площі термічного ураження має важливе значення

для вибору методу лікування [1-5]. Для визначення глибини опікової рани, оцінки життєздатності і контролю стану тканин, які піддалися впливу термічного агента, на етапах діагностики та лікування застосовують інструментальні та лабораторні методи, зокрема, термометрію, рН-метрію, магнітно-резонансну томографію, рентгенологічні дослідження, вимірювання внутрішньотканинного тиску, методи ранових відбитків та поверхневої біопсії, гістологічний метод тощо [1-5].

Визначення глибини опікової рани шляхом безконтактної інфрачервоної термометрії дозволяє визначати тяжкість опікового ураження на основі виявлення різниці локальної, перифокальної температури та температури на відповідних неуражених ділянках поверхні тіла. Тепловізійний контроль життєздатності пересаджених вільних шкірних трансплантатів дозволяє розпізнавати ішемічні порушення на ранніх етапах та проводити динамічне спостереження при їхній корекції [6, 7, 8]. Застосування тепловізійної діагностики глибини опікової рани при експериментальній опіковій травмі, дозволяє отримати чітку термотопографічну картину опікового uszkodження. Точність результатів тепловізійного методу діагностики підтверджується результатами гістологічного дослідження uszkodжених тканин [8].

Контактна рН-метрія опікових ран є об'єктивним методом контролю та прогнозування тяжкості перебігу ранового процесу. Показник рН рани є впливовим чинником процесу загоєння опікових ран, діапазон рН відповідає окремим фазам ранового процесу [9, 10]. Для визначення рН вмісту ран використовують рН-метр з плоским електродом для шкіри. Зсув рН ран в лужний бік на всіх стадіях ранового процесу визначений як ознака несприятливого перебігу. Отримані дані про те, що під рановими покриттями відбувається зміна лужного середовища на кисле, у результаті чого стимулюються процеси загоєння опікових ран [10].

В експерименті розроблена методика імпедансометрії з метою діагностики стану тканин при опіковому ураженні. Метод дозволяє визначати життєздатність тканин, які зазнали термічного впливу різної інтенсивності, що підтверджується результатами гістологічних досліджень. Імпедансометрія може бути застосована як спосіб експрес-діагностики та для визначення ефективності лікування [11, 12].

Важливе значення при глибоких та пограничних опіках відіграє об'єктивізація діагностики компартмент-синдрому з метою запобігання ішемічному пошкодженню тканин. Компартмент-синдром є одним із загрозливих ускладнень термічної травми, основою якого є підвищення внутрішньофасціального тиску м'язових масивів. Для прогнозу-

вання розвитку компартмент-синдрому при опіках кінцівок визначають показники внутрішньотканинного тиску [13]. В експерименті вивчений клініко-морфологічний розвиток компартмент-синдрому при опіках кінцівок у лабораторних тварин та проведена оцінка ефективності операцій некротомії. Після формування опіку проводили вимірювання внутрішньотканинного тиску, клінічну оцінку макроскопічних змін у ділянці опіку, рентгенологічне дослідження ушкодженої кінцівки, гістологічні дослідження уражених тканин. Значення 20 мм рт. ст. визначено як критична точка рівню внутрішньотканинного тиску, підвищення даного рівню є абсолютним показанням до виконання некротомії, ефективність якої можливо підвищити шляхом застосування медикаментозних препаратів [14].

У клінічних умовах наявність та ступінь вираженості місцевого гіпертензійно-ішемічного синдрому (МГІС) у пацієнтів з опіками кінцівок пропонується контролювати за допомогою вимірювання внутрішньофасціального тиску переднього футляру стегна. Паралельно з інвазивною методикою визначення внутрішньотканинного тиску, застосовують аероіонний спосіб діагностики. Даний спосіб передбачає дослідження іонного складу повітря, що видихає пацієнт («дыхальна проба») у комбінації з повітрям, що оточує кінцівку («шкірна проба»). Отримані зразки досліджують на газоаналізаторі, у якості маркерів ішемічних розладів вивчають вміст іонів кисню, вуглекислого газу, аміаку, водню, азоту, сірководню, етилового спирту. Комбінація інвазивного способу визначення підфасціального тиску та аероіонної діагностики дозволяє вчасно виявити наявність МГІС. На даному етапі розробки, метод аероіонної діагностики дає змогу визначити МГІС без визначення точної локалізації та ступеню його прояву, але водночас є інформативним щодо ступеню катаболічних проявів і рівню інтоксикації [15-18].

Поширені опіки є одним з факторів ризику підвищення внутрішньочеревного тиску (ВЧТ) та розвитку абдомінального компартмент-синдрому (АКС). Внутрішньочеревна гіпертензія є частим ускладненням у пацієнтів з важкою термічною травмою, які потребують значних об'ємів інфузійної терапії. Комплекс несприятливих фізіологічних наслідків розвивається при розповсюдженні впливу тиску на сусідні простори та порожнини, що супроводжується зменшенням серцевого викиду, обмеженням легеневої вентиляції, порушенням функції нирок і вісцеральної перфузії, підвищенням спинномозкового тиску. Розвиток АКС у хворих з опіками пов'язаний з високим рівнем смертності. При поширених опіках способом діагностики компартмент-синдрому є визначення внутрішньочеревного тиску. Доведено, що об'єм та склад

інфузійних середовищ можуть суттєво вплинути на розвиток абдомінального компартмент-синдрому у пацієнтів з важкою термічною травмою. Таким чином, адекватна інфузійна терапія є засобом профілактики підвищення внутрішньочеревного тиску та розвитку АКС [19, 20].

Метод магнітно-резонансної томографії (МРТ) пропонується для ранньої діагностики глибини опіку, динаміки процесів у тканинах під час лікування та верифікації ускладнень, що розвиваються. Застосування МРТ при глибоких опікових ушкодженнях з послідовним якісним та кількісним аналізом МР-сигналів на дифузно-зважених і перфузійних зображеннях, а також за відстроченим накопиченням парамагнітної контрастної речовини, дозволяє отримати достатньо повну морфофункціональну характеристику не лише зон коагуляційного некрозу та неушкоджених тканинних структур, але і зон судинних порушень. У зонах некрозу можливо диференціювати ділянки судинних змін та передбачуваного відновлення мікроциркуляторного русла, репарації оточуючих його тканинних структур. Визначені режими МРТ, застосування яких дає змогу оцінювати вираженість та зворотність ішемічного пошкодження, стан регіонарного кровотоку та тканинного метаболізму. Також можливо визначити ступінь та вираженість початкових фаз запального процесу, характеристики набрякового синдрому та визначити зони незворотнього ушкодження тканин [21, 22].

Для оцінки стану кровопостачання ділянок термічного ураження та динаміки загоювання ран у хворих з опіковою травмою, у комбустіологічній практиці застосовується лазерна доплерівська флоуметрія (ЛДФ). ЛДФ не має протипоказань та виконується за допомогою лазерного аналізатора капілярного кровотоку [23-26].

ЛДФ проводять у період опікового шоку, після виконання дермабразії, по завершенню періоду опікового шоку. ЛДФ-грамму пропонується записувати впродовж 1 хвилини, для порівняння використовувати середнє з отриманих значень, результат визначати у перфузійних одиницях (ПО). Співставлення клінічних ознак, даних лабораторних досліджень та показників лазерної доплерівської флоуметрії дозволяє зробити висновок, що показники мікроциркуляції більше за 0,15 ПО свідчать про збереження кровообігу у тканинах (відповідає поверхневому опіку). Якщо показники ЛДФ не реєструються або складають менш ніж 0,1 ПО, це свідчить про ураження шкіри на всю товщину (глибокий опік). Виконання ЛДФ дозволяє точно визначити наявність та площу глибокого ураження шкіри, обрати вірну хірургічну тактику [25].

Метод ЛДФ застосовується у комбустіологічній практиці для оцінки ступеня порушення крово-

обігу як на початковій фазі перебігу ранового процесу, так і у період регенерації ран. Досліджується активність відновлення мікроциркуляції за умови направленої корекції регенераторного процесу в гранулюючих ранах. Дані ЛДФ застосовуються для оцінки готовності рани до аутодермопластики та контролю відновлення мікроциркуляції у пересаджених складних шкірних клаптях [25, 26]. ЛДФ-метрія в області опікових поверхонь проводиться після клінічної оцінки стану рани за наступною методикою: датчик приладу, після попередньої обробки антисептиком, підводять до обраної для обстеження ділянки опікової рани, не здійснюючи на нього тиску. Запис ЛДФ-грами здійснюють протягом 30–40 секунд. При виявленні показників флоуметрії нижче 1,5 ПО ділянку пошкодження шкіри визначають як глибоке опікове ураження - (опік ІІБ ступеня). У випадку реєстрації показників кровотоку вище 1,5 ПО, травмована ділянка розцінюється як поверхневий опік [26].

Щодо позитивних характеристик методу ЛДФ, дослідники вказують на неінвазивність, об'єктивність та миттєвий результат. «Мінусами» даного методу вважають залежність від суб'єктивного стану пацієнта, необхідність порівняння показників з симетричними неушкодженими ділянками, визначення параметрів (значень) є індивідуальними, обов'язкова наявність комп'ютера та програми. Визначено, що показники перфузії менш за 1ПЕ відповідають глибокому пошкодженню, більш за 1.5 ПО - поверхневому опіку, при перфузії менш ніж 1.5 ПО та більш за 1ПО - мозаїчне ушкодження шкіри. Прогностично сприятливими є значення перфузії рани, наближені до показників здорової симетричної ділянки. Результати досліджень свідчать, що порушення мікроциркуляції розвивається на тлі запального процесу, пов'язаного з рановою інфекцією. Метод ЛДФ є високоінформативним як для визначення глибини опікових ран, так у якості об'єктивного критерію готовності гранулюючих опікових ран до вільної аутодермопластики [26].

Основою лікування постраждалих з глибокими опіками є активна хірургічна тактика, спрямована на якнайшвидше відновлення втраченого шкірного покриву [1-5]. При добре відпрацьованій методиці оперативних втручань, залишається високою вірогідність розвитку ускладнень у післяопераційному періоді, зокрема, лізіс або відторгнення трансплантата - що є проблемою, особливо в умовах дефіциту донорських ділянок [27, 28]. Показники стану системи про- та антиоксидантного захисту можуть слугувати прогностичними критеріями результатів оперативного лікування. Запропоноване використання показників вмісту кетодієнів, основ Шиффа та церулоплазміну у плазмі пацієнтів з локальними

глибокими ранами як маркерів ризику відторгнення аутодермотрансплантата. У якості матеріалу для дослідження використовують плазму гепаринізованої венозної крові. Встановлені оптимальні порогові значення лабораторних предикторів відторгнення. При доопераційних значеннях даних показників нижче порогових прогнозується лізіс аутодермотрансплантата, а при значеннях, вищих за порогові - сприятливий результат операції з вірогідністю 94 та 91% відповідно [28].

Термічне ураження шкірного покриву призводить до багаторівневого порушення імунної відповіді, зокрема, рецептори клітин не реагують на антигени, порушується передача антигенів та аутоантигенів лімфоцитам, розвивається дисбаланс хелперів та супресорів, дефіцит лімфоцитів, відповідальних за розпізнавання аутоканин [1, 2, 3, 29].

Стан імунної системи та репаративна здатність організму у пацієнтів з опіковою хворобою вивчають за показниками дермоцитогам у динаміці. Досліджують міграційну активність мононуклеарних клітин модифікованим методом «шкірного вікна». У препаратах оцінюють відсотковий вміст мононуклеарів по відношенню до всіх клітин відбитка, середню кількість клітин у п'яти полях зору та ступінь дегенеративних змін. У пацієнтів зі сприятливим перебігом опікової хвороби при клінічному покращенні загального стану та характеристик опікових ран, спостерігається підвищення вмісту мононуклеарів у препаратах. Клінічне погіршення загального стану та ранового процесу супроводжується зниженням вмісту мононуклеарів та появою серед них морфологічно змінених клітин [30]. Отримані дані свідчать про можливість використання показників дермоцитогам для прогнозування ускладнень при опіках, але даний спосіб має низку недоліків, зокрема, пов'язаних з неможливістю стандартного відтворення травми при скарифікації та оцінки динаміки лейкоінфільтрації у абсолютних цифрах [30, 31].

Визначення імунологічних маркерів аутоенсибілізації до клітин власної шкіри запропоноване для прогнозування приживлення вільних розщеплених аутодермотрансплантатів у пацієнтів з глибокими опіками. У постраждалих, які отримали опіки, виявляють антинуклеарний чинник, а також антитіла до ядерних антигенів шкіри, що екстрагуються. Даний метод імунологічного дослідження дозволяє своєчасно розпочати імуносупресивну терапію та запобігти відторгненню аутодермотрансплантатів [32].

Інформативними для визначення ризику розвитку ускладнень при опіках, визначення готовності гранулюючих ран до закриття, прогнозування результатів аутодермопластики та оцінки адекватності обраних засобів лікування є результати

мікробіологічних, цитологічних та гістологічних досліджень. Цитологічні дослідження застосовують у якості об'єктивного критерію перебігу ранового процесу для визначення готовності опікових ран до аутодермопластики та оцінки адекватності обраних засобів лікування. Матеріал для досліджень отримують за допомогою метода ранових відбитків або виконання поверхневої біопсії гранулюючих та постнекротомічних ран пацієнтів з опіковою травмою. Отримані препарати вивчають щодо клітинного складу для визначення типу цитограми [33-36]. Використання даних цитологічних досліджень у поєднанні з мікробіологічними дозволяє покращити результати аутодермопластики, визначити ефективність лікувальних заходів, зменшити кількість оперативних втручань і терміни лікування [35, 36].

За результатами гістологічних досліджень некротизованих тканин опікової рани, видалених при оперативних втручаннях, в умовах клініки підтверджують та/або уточнюють клінічний діагноз, визначають ступінь ефективності проведеної некротомії [7, 37, 38, 39].

При вивченні опікової травми в експерименті, гістологічні дослідження застосовують для визначення реакції тканин організму на засоби місцевої та загальної дії [7, 40].

За умови тяжкої термічної травми існує ризик розвитку у постраждалих загрожуючих життю станів, зокрема, поліорганної недостатності та сепсису. При опіках площею понад 10% поверхні тіла ймовірним є розвиток синдрому системної запальної відповіді (ССЗВ) за рахунок імунозапальних чинників, які спричиняють дисфункцію імунної системи відповідно до ступеня опікової травми. На сьогодні доведено, що площа глибокого опіку, вік постраждалого та інгаляційні ураження пов'язані з ризиком розвитку синдрому поліорганної недостатності (СПОН), сепсису і смерті. Тяжкообпечені мають високий ризик розвитку сепсису, особливо вразливими є постраждалі віком понад 50 років, особи з поширеними (понад 30% поверхні тіла) опіками шкіри і тяжкими ураженнями дихальних шляхів [41, 42, 43]. Тому важливими складовими оцінки опікової травми є встановлення ступеня тяжкості опіку, локального або системного впливу опіків та вторинних уражень органів [1-5, 42-44].

Для оцінки загального стану пацієнта, тяжкості перебігу та результатів лікування тяжкої опікової хвороби запропонована модифікована шкала (МПШ) SAPS (спрощена шкала фізіологічних розладів), яка враховує синдром системної запальної відповіді, ендогенної інтоксикації в періоди токсемії та септикотоксемії і супутню патологію [45]. Алгоритм діагностики бактеріального сепсису у хворих із тяжкою опіковою хворобою розроблений як

послідовність необхідних діагностичних кроків для оцінки тяжкості стану обпечених, прогнозування та ранньої діагностики септичних ускладнень. Даний алгоритм включає оцінку рівня ССВЗ, встановлення тяжкості стану пацієнтів за модифікованою прогностичною шкалою МПШ SAPS і визначення рівня прокальцитоніну (ПКТ) сироватки крові. Залежно від ступеня тяжкості стану обпеченого, алгоритм також дозволяє коригувати призначення необхідного лікування. Доведено, ПКТ є ефективним засобом ранньої діагностики бактеріального опікового сепсису та маркером проведення диференційованого діагнозу між ССВЗ неінфекційного ґенезу і сепсисом у пацієнтів з численними опіками [46]. Показником, важливішим, ніж абсолютні значення рівню ПКТ, є індивідуальна динаміка рівня прокальцитоніну у конкретного пацієнта. За даними літературних джерел, високоінформативним параметром для діагностики тяжких інфекційних ускладнень при опіковій хворобі є рівень пресепсину, який підвищується за наявності бактеріальної інфекції в організмі, що дає змогу диференціювати бактеріальне та небактеріальне запалення, своєчасно контролювати ефективність антибактеріальної терапії. Існують дані про те, що пресепсин є більш чутливим маркером розвитку септичних ускладнень опікової хвороби, ніж ПКТ [42].

Порушення цитокінового балансу організму розцінюється як важливий механізм розвитку тяжкої гнійної інфекції та сепсису. При вивченні динаміки концентрації у сироватці крові фактору некрозу пухлин- α (ФНП- α), інтерлейкінів (ІЛ-1 β , ІЛ-10), у хворих з тяжкими опіками встановлена можливість застосування цих показників як біомаркерів тяжкості стану і прогнозу ускладнень. За результатами дослідження встановлено, що концентрація ФНП- α на 8-10 і 19-21 добу після травми найкраще характеризує загальну площу опіку, концентрація ІЛ-1 β на 8-10 добу - тяжкість глибокого ураження і тривалість лікування, концентрація ІЛ-10 на 19 - 21 добу після травми - тяжкість глибокого ураження. Гіперреактивність, зумовлена збільшенням продукції ФНП- α , ІЛ-1 β та ІЛ-10, свідчить про підвищений ризик виникнення ускладнень. Гіпо- і ареактивність при поширених і глибоких опіках свідчить про підвищений ризик летальності. Концентрацію у сироватці ФНП- α , ІЛ-1 β та ІЛ-10 доцільно використовувати як біомаркери тяжкості стану хворих і прогнозу перебігу патологічного процесу [47].

Встановлено, що інфекційні ускладнення при опіках є наслідком дефектного перебігу ранового процесу та пригнічення природних захисних систем організму, а також посилюють порушення імунологічних реакцій, які виникають в ранні строки після травми, відображають клінічний перебіг опікової хвороби та зумовлюють відстрочені місцеві

й загальні ускладнення. При цьому результати лікування обпечених прямо залежать від можливості та строків елімінації токсичного вмісту опікової рани та її закриття тим чи іншим способом [41, 48, 49].

Для дослідження впливу ранового процесу на формування раннього сепсису у хворих з опіками в гострому періоді опікової хвороби в капілярній зоні термічного ураження запропоноване визначення вмісту мієлопероксидази в нейтрофільних гранулоцитах, гомоцистеїну, ендотеліну-1 та оксиду азоту в капілярній зоні термічного ураження. Дослідження проводять в гострому періоді опікової хвороби: опіковому шоці на 2–3 добу та в стадії опікової токсемії на 8-10 добу після травми. Визначено, що предикторами розвитку раннього сепсису у хворих з поширеними опіками є прогресивне зниження вмісту продуктів деградації оксиду азоту при значному підвищенні вмісту гомоцистеїну та ендотеліну-1 в капілярній крові зони термічного ураження; прогресуюче підвищення ІЛ-6, який активує каскадний синтез прозапальних цитокінів (ІЛ-1, ІЛ-2, ФНП-І); різке підвищення активності макрофагів-резидентів в капілярній крові зони термічного ураження та пригнічення функціональної активності макрофагів запальних по відношенню до мікробних агентів; прогресивне зниження мієлопероксидази в нейтрофільних гранулоцитах в капілярній крові зони термічного ураження в ранні строки після травми [41].

У процесі вивчення показників системи гемостазу у пацієнтів з опіковою хворобою, при сприятливому перебігу встановлене підвищення рівню фібриногену та продуктів паракоагуляції, з помірною тенденцією до зростання у перші два тижні після травми, та зберігання активності фібринолізу і антитромбіну-III протягом захворювання. Аналіз показників протизгортувальної системи гемостазу у померлих пацієнтів виявив різке зниження активності плазмових факторів згортання крові, на тлі вираженого пригнічення фібринолітичної та антитромбінової активності плазми крові. Помітний дисонанс між різними ланками системи гемостазу, який спостерігається вже у першу добу після травми, та посилюється по мірі прогресування захворювання, може слугувати прогностичним фактором результату хвороби [50].

Розвиток ускладнень при опіковій травмі може бути пов'язаний з безсимптомним перебігом цукрового діабету. З метою контролю глікемічного статусу пацієнта при лікуванні опікової хвороби та локальних опіків, поряд з визначенням рівню глюкози крові, вивчають рівень глікозильованого гемоглобіну. Цей показник є важливим для оцінки компенсації вуглеводного обміну на протязі 1 - 3 місяців, що передували опіковій травмі, та

запропонований як прогностичний критерій ризику розвитку місцевих та загальних ускладнень у хворих з опіками [51,52].

Одним з пускових механізмів розвитку патологічних процесів при тяжкій термічній травмі є опікова інтоксикація. За даними літературних джерел, інтоксикація негативно впливає на загальний стан пацієнта, є значущим фактором розвитку ускладнень та перешкоджає процесам загоювання ран та приживлення шкіри у післяопераційному періоді [1-3, 43, 56]. З метою зниження ступеню інтоксикації застосовуються консервативні та еферентні методи детоксикаційної терапії. Ступінь ендогенної інтоксикації (ЕІ) визначають інтегральним шляхом (дослідження параметрів центральної гемодинаміки, парамедійний тест, показники ЕКГ та ЕЕГ), а також аналітичним шляхом (у якості токсиметричних критеріїв найчастіше застосовуються токсична зернистість лейкоцитів, сорбційна здатність еритроцитів, лейкоцитарний індекс інтоксикації, індекс зсуву лейкоцитів крові, рівень креатиніну, середньомолекулярних олігопептидів (СМП), продуктів перекисного окиснення, імунні комплекси (ЦИК), цитокіни) [53,55-57].

Для об'єктивної оцінки ЕІ вивчають загальну (ЗКА) та ефективну (ЕКА) концентрацію альбуміну. Наявність ЕІ у постраждалих з опіками встановлюють за зниженням рівню ЗКА та ЕКА, збільшенню рівню СМП і ЦИК. Запропонований коефіцієнт ендогенної інтоксикації K_{EI} , який дозволяє вирахувати відносні (у порівнянні з нормою) показники ЕІ. Дослідники вважають, що визначення ЕІ на основі K_{EI} є більш інформативним

у порівнянні з визначенням окремих показників ЕІ і, відповідно, сприяє призначенню більш адекватної дезінтоксикаційної терапії, а також оцінці її ефективності [57].

Для оцінки ЕІ запропоноване використання клітинних біоіндикаторів, у якості яких застосовують одноклітинні мікродорості, зокрема, *Dunaliella viridis* (*D.viridis*), особливістю якої є відсутність клітинної стінки. Вплив токсичних складових сироватки крові оцінюють за змінами морфофункціональних параметрів біоіндикатору. Зокрема, визначено, що під дією сироватки крові пацієнтів з тяжкими опіками змінюється форма клітин *D.viridis*, значно зменшується їхня рухливість, спостерігається формування агрегатів клітин. Отримані дані свідчать про те, що застосування клітинних тест-систем є можливим для визначення ступеню інтоксикації при оцінці стану постраждалих з термічною травмою та ефективності лікувальних заходів при наданні допомоги опіковим хворим. Перспективним є визначення економічної обґрунтованості та доступності стандартних клітинних тест-систем для застосування у комбустіологічній практиці [58-60].

Заклучення та перспективи подальших досліджень. Отримані дані свідчать про те, що способи діагностики і прогнозування розвитку ускладнень у постраждалих з опіками є чисельними та відрізняються різноманітністю. Пріоритетним завданням є удосконалення існуючих та розробка нових ефективних способів оцінки стану пацієнтів з термічною травмою і прогнозування та профілактики розвитку ускладнень при опіках.

References

1. *Opikova travma ta yiyi naslidky: Kerivnytsstvo dlya praktychnykh likariv* [Burn injury and its consequences: A guide for general practitioners]. Pid zag red GP Kozynets, SV Slyesarenko, OYu Sorokina. Dnipropetrovsk: Presa Ukrayiny; 2008. 224 s. [Ukrainian]
2. Paramonov BA, Poremskyu YaO, Yablonskyu VG. *Ozhogy: Rukovodstvo dlya vrachey* [Burns: A Guide for Physicians]. SPb: SpetsLyt; 2000. 480 s. [Russian]
3. Grygoreva T. G. *Ozhogovaya bolezn* [Burn disease]. *Mezhdunar Med Zh.* 2000;6(2):53-60. [Russian]
4. Poryadok nadannya medychnoyi dopomogy khvorym z opikamy [The procedure for providing medical care to patients with burns]. *Ofitsiynny visnyk Ukrayiny vid 20.12.2013, stattya 3561, kod aktu 70555/2013.* 2013;96:136. [Ukrainian]. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z2029-13#Text>; <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z2029-13#n4>
5. *Minysterstvo okhorony zdorov'ya Ukrayiny (MOZ), Nakaz № 691 vid 07.11.2007. Pro zatverdzhennya protokoliv nadannya medychnoyi dopomogy khvorym z opikamy ta yikh naslidkamy* [On approval of protocols for providing medical care to patients with burns and their consequences]. [Ukrainian]. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0691282-07#Text>
6. Kovalenko AO. *Zastosuvannya termometriyi dlya vyznachennya glybyny opikiv shkiry* [Application of thermometry to determine the depth of skin burns]. *Klin Khirurgiya.* 2015;(4):66-68. [Ukrainian]
7. Protsenko OS, Shapoval OV, Teslenko GO, Rodionov MO, Voshchylin BR, Yeletsky MS. *Klinichni ta eksperymentalni doslidzhennya tkanyn pry termichnykh poskodzhennyakh* [Clinical and experimental studies of tissues with thermal damage]. *Aktualni Problemy Suchasnoyi Medytsyny.* 2019;3:4-13. [Ukrainian]. doi: 10.26693/jmbs03.04.044

8. Boyko VV, Kravtsov AV, Ysaev YuY, Kozyn YuY, Kurbanov TA, Moseyko NYu. Sravnytel'naya termotopografiya ozhogovogo porazheniya [Comparative thermotopography of burn lesions]. *Kharkivska khirurgichna shkola*. 2017;5-6(86-87):15-21. [Russian]
9. Sayaka O, Ryutro I, Yukiko I. Increased wound pH as an indicator of local wound infection in second degree burns. *Burns*. 2014;41(4):820-824. PMID: 25468471. doi: 10.1016/j.burns.2014.10.023
10. Kovalenko OM, Kovalenko AO. Zastosuvannya rN-metriyi opikovykh ran dlya vyznachennya pokazan do ranogo khirurgichnogo likuvannya [Application of pH-metry of burn wounds to determine indications for early surgical treatment]. *Klinichna khirurgiya*. 2015;11(2):39-41. [Ukrainian]
11. Boyko VV, Kravtsov AV, Leonydov VY, Bobnev RA, Ysaev YuY, Kozyn YuY, et al. Otsenka zhyznesposobnosti obozhzhennykh tkaney metodom ympedansometrii [Evaluation of the viability of burnt tissues by impedancemetry]. *Kharkivska khirurgichna shkola*. 2018;3-4(90-91):18-17. [Russian]
12. Kozyn YuY, Leonydov VY, Kravtsov AV, Bobnev RA. Ustroystvo izmerenyya elektrycheskykh kharakterystyk byotkany [Device for measuring electrical characteristics of biotissue]. *Radyotekhnika*. 2016;187:138-142. [Russian]
13. Kravtsov OV, Kurbanov TA, Kozin Yul, Tsogoyev AA, Gopko AO. Vyznachennya klinichnykh pokaznykiv vnutrishnotkanynnogo tysku pry glybokykh ta mezhovykh opikakh v zalezhnosti vid chasu termichnoyi travmy [Determination of clinical indicators of intratissue pressure in deep and borderline burns depending on the time of thermal injury]. *Kharkivska khirurgichna shkola*. 2020;5-6(104-105):44-50. [Ukrainian]. doi: 10.37699/2308-7005.5-6.2020.08
14. Boyko VV, Kurbanov TA, Kravtsov OV, Isayev Yul, Kravtsova OO. Klinichna dynamika zminy tkanyn pry formuvanni kompartment-syndromu pry opikakh [Clinical dynamics of tissue changes in the formation of compartment syndrome in burns]. *Kharkivska khirurgichna shkola*. 2020;3(102):44-49. [Ukrainian]. doi: 10.37699/2308-7005.3.2020.09
15. Tkach AV. Sposoby dyagnostyky mestnogo gypertenzyonno-yshemycheskogo syndroma u patsyentov s ozhogamy konechnostey [Methods for diagnosing local hypertension-ischemic syndrome in patients with limb burns]. *Tavrycheskyy medyko-byologichesky vestnyk*. 2012;1(57):245-7. [Russian]
16. Boccara D, Lavocat R, Soussi S, Legrand M, Chaouat M, Mebazaa A, et al. Pressure guided surgery of compartment syndrome of the limbs in burn patients. *Ann Burns Fire Disasters*. 2017;30(3):193-7. PMID: 29849522
17. Butts CC, Holmes JH, Carter JE. Surgical escharotomy and decompressive therapies in burns. *J Burn Care Res*. 2020;41(2):263-269. PMID: 31504609. doi: 10.1093/jbcr/lrz152
18. Strafun SS, Kozynets GP, Tkach AV. Dyagnostyka kompartment-syndroma u patsyentov s ozhogamy konechnostey [Diagnosis of compartment syndrome in patients with limb burns]. *Tavrycheskyy medyko-byologichesky vestnyk*. 2012;4(60):394-398. [Russian]. doi: 10.1016/j.neurenf.2011.10.005
19. Oleynyk GA, Lytovchenko AN, Lytovchenko EYu. Profylaktyka y lechenye abdomynalnogo kompartment-syndroma u bolnykh s tyazheloy termicheskoj travmoy [Prevention and treatment of abdominal compartment syndrome in patients with severe thermal trauma]. *Medytsyna nevidkladnykh staniv*. 2019;1:34-41. [Russian]. doi: 10.22141/2224-0586.1.96.2019.158743
20. Schein M., Rogers P.N. *Schein's common sense emergency abdominal surgery*. 2nd Edition. Berlin-Heidelberg-NY: Springer-Verlag; 2005. 469 p. doi: 10.1007/b138098
21. Kravtsov AV, Boyko VV, Kozyn YuY. Osobennosti otsenky ozhogovogo povrezhdeniya metodom magnytorezonanasnoy tomografyy [Features of the assessment of burn damage by magnetic resonance imaging]. *Klinichna khirurgiya*. 2017;2:34-37. [Russian]
22. Patent 106977 Ukraine, MPK A61B 17/00. Sposib diagnostyky zmin tkanyn pislya glybokykh opikov [A method of diagnosing tissue changes after deep burns] / Kozin Yul, Boyko VV, Kravtsov OV, Kanishcheva IM, Kravtsova OO. (UA); zayavnik i vlasnik patentu Instytut zagalnoyi ta nevidkladnoyi khirurgiyi im VT Zaytseva NAMN Ukraine (UA). № u201512346; zayavl 14.12.15; opubl 10.05.16. Byul № 9. [Ukrainian]
23. Fystal EYa, Samoilenko GE, Fystal NN. Rol lazernoy dopplerovskoy floumetrii v vybore khyrurgicheskoy taktiki lecheniya detey s ozhogami [The role of laser Doppler flowmetry in the choice of surgical tactics for the treatment of children with burns]. *Klinichna khirurgiya*. 2009;11-12:87-88. [Russian]
24. Fystal EYa, Soloshenko VV, Fystal NN. Kontrol mykrotsyrkulyatsyy v peresazhennykh slozhnykh loskutakh s pomoshchyu lazernoy dopplerovskoy floumetrii [Control of microcirculation in transplanted complex flaps using laser Doppler flowmetry]. *Khirurgiya Ukrainy*. 2008;26(2):33-36. [Russian]
25. Kovalchuk AO, Kozynets GP. Otsinka stanu krovopostachannya dilyanok termichnogo urazhennya ta dynamiky zagoyuvannya ran u khvorykh z opikovoyu travmoyu pry mistsevomu zastosuvanni gidrogelevykh regenerativnykh zasobiv ta gubchastykh sorbuyuchykh materialiv [Assessment of the state of blood supply to areas of thermal damage and the dynamics of wound healing in patients with burns with local application of hydrogel regenerative agents and spongy sorbents]. *Kharkivska khirurgichna shkola*. 2015;3:85-90. [Ukrainian]

26. Yurova YuV, Shlyk YV. Sovremennye vozmozhnye sposoby opredeleniya gotovnosti granulyruyushchykh ran k svobodnoy autodermoplastyke u patsyentov s termicheskoy travmoy [Influence of microbial wound dissemination and microcirculation on the results of skin engraftment]. *Vestnyk khirurgyy imeny YY Grekova*. 2013;172(1):60-64. [Russian]. doi: 10.24884/0042-4625-2013-172-1-060-064
27. Shapoval OV. Chastota, kharakter i ryzyk rozvytku ranovykh uskladnen u postrazhdalyykh z termichnoyu travmoyu [Frequency, nature and risk of wound complications in victims of thermal trauma]. *Ekspyrymentalna i klinichna medytsyna*. 2015;2(67):133-137. [Ukrainian]
28. Yarets YuY, Novykova YA. Laboratornyy prognoz ryska ottorzheniya autodermotransplantata [Laboratory prognosis of autodermotransplant rejection risk]. *Vestnyk khirurgyy*. 2010;2:34-38. [Russian]
29. Gusak VK, Fystal EYa, Speransky Y. Otsenka tyazhesty endogennoy yntoksykatsyy y vybor metoda detoksykatsyonnoy terapiyy u obozhzhyonnykh po dannym leykotsytogrammy y byokhymycheskogo monytoryngha [Estimation of severity of endogenous intoxication and choice of a method of detoxification therapy at burnt according to the leukocytogram and biochemical monitoring]. *Klynycheskaya laboratornaya dyagnostyka*. 2000;10:36. [Russian]
30. Vykhryev VS, Glybyn VN, Shevchenko MA. Dynamika pokazateley dermotsytogramm y reparatyvnye sposobnosti organyzma u obozhzhenykh [Dynamics of dermocytochrome parameters and reparative abilities of the body in burnt]. *Vestnyk khirurgyy*. 1988;140(4):68-71. [Russian]
31. Smotryn SM. Tsytopologicheskiye metody yzuchenyya pervoy fazy ranevogo protsessa [Cytological methods of studying the first phase of the wound process]. *Zhurnal Grodnenskogo medytsynskogo unyversyteta*. 2003;1:6-9. [Russian]
32. Soloshenko VV. Mozhylyosti prognozuvannya pryzhylennya vilnykh rozshcheplennykh autodermotransplantativ u shakhtariv, yaki postrazhdaly vid glybokyykh opikov [Possibilities of predicting engraftment of free split autodermotrans in miners affected by deep burns]. *Ukrayinskyy medychnyy chasopys*. 2012;4(90):VII/VIII. [Ukrainian]
33. Pokrovskaya MP, Makarov. MS. Tsytopologyya ranevogo ekssudata kak pokazatel protsessa zazhylenyya rany [Cytology of wound exudate as an indicator of the wound healing process]. M: Medgyz; 1942. 44 s. [Russian]
34. Kamaev MF. *Infitsirovannaya rana i ee lechenye* [Infected wound and its treatment]. Monografyya. M: Medytsyna; 1962. 189 s. [Russian]. doi: 10.2307/1439497
35. Bogdanov SB, Marchenko DN, Pavlyuk KS, Gospyrovych OV, Artemova EA, Mukhanov ML. Tsytopologicheskoe obosnovanye prymerenyya vakuumnoy terapiyy v kombustyologyy [Cytological substantiation of application of vacuum therapy in combustiology]. *Vestnik khirurgii imeny YY Grekova*. 2020;179(6):44-49. [Russian]. doi: 10.24884/0042-4625-2020-179-6-44-49
36. Kravtsov OV, Shapoval OV, Kozin Yul, Isayev Yul, Tsogoyev AA, Kurbanov TA, et al. Zastosuvannya tsytopologichnykh doslidzhen dlya vyznachennya gotovnosti opikovyykh ran do autodermoplastyky [Application of cytological tests to determine the readiness of burn wounds for autodermoplasty]. *Kharkivska khirurgichna shkola*. 2020;2(101):182-187. [Ukrainian]. doi: 10.37699/2308-7005.2.2020.35
37. Protsenko OS, Kravtsov OV, Shapoval OV, Teslenko GO. Algorytm gistologichnogo doslidzhennya pry ekspyrymentalnykh opikakh [Algorithm of histological examination in experimental burns]. *Zbirnyk materialiv naukovopraktychnoyi konferentsiyi «Prykladni aspekty morfologiyi ekspyrymentalnykh i klinichnykh doslidzhen», Ternopil: TDMU; 2019*. 2019. s. 153-154. [Ukrainian]
38. Guzenko BV. Gistologichni doslidzhennya zagoyennya opikovyykh ran u khvorykh z rannim y piznimy terminamy khirurgichnykh vtruchan [Histological studies of healing of burn wounds in patients with early and late stages of surgery]. *Medytsyna transportu Ukrayiny*. 2008;3:8-14. [Ukrainian]
39. Kryzyna PS, Pysmenna OV. Patomorfologichni zminy v opikoviy rani [Pathomorphological changes in the burn wound]. *Ukrayina. Zdorov'ya natsiyi*. 2011;1(17):93-97. [Ukrainian]. doi: 10.1080/15245004.2011.572744
40. Protsenko OS, Kravtsov OV, Remnova NO, Shapoval OV, Dolgaya OV, Sazonova TM. Morfologichni zminy u tkanynakh shkiry shchuriv pry modelyuvanni opikovoyi travmy [Morphological changes in rat skin tissues in modeling burn injury]. *Ukr Zh Med Biol Sport*. 2018;3(4):44-49. [Ukrainian]. doi: 10.26693/jmbs03.04.044
41. Kozynets GP, Osadcha OI, Kovalenko OM, Lynnyk OM. Vplyv ranovogo protsesu na formuvannya systemnoy zapalnoy vidpovidy ta rannogo sepsysu u khvorykh z opikamy v gostromu periodi opikovoyi khvoroby [Influence of the wound process on the formation of systemic inflammatory response and early sepsis in patients with burns in the acute period of burn disease]. *Suchasni medychni tekhnologiyi*. 2019;2(41):13-20. [Ukrainian]. doi: 10.34287/MMT.2(41).2019.33
42. Sorokina OYu, Koval MG. Skryning i dyagnostyka sepsysu pry tyazhkykh opikakh [Screening and diagnosis of sepsis in severe burns]. *Medytsyna nevidkladnykh staniv*. 2020;16(1):16-23. [Ukrainian]. doi: 10.22141/2224-0586.16.1.2020.196925
43. Kozynets GP, Sorokina OYu, Slyesarenko SV, Filip ZhV. Suchasne vyznachennya sepsysu ta septychnogo shoku u khvorykh z glybokymy poshyrenymy opikamy [Modern definition of sepsis and septic shock in patients with deep burns]. *Khirurgiya Ukrayiny*. 2017;1(61):109-117. [Ukrainian]

44. Aleksandrovych YuS, Gordeev VY. *Otsenochnye i prognosticheskiye shkaly v medytsyne krytycheskykh sostoyaniy* [Evaluation and prognostic scales in critical medicine]. Izd-vo «Sotys»; 2007. 140 s. [Russian]
45. Guzenko BV. Modifikovana prognostychna shkala otsinky tyazhkosti perebigu ta rezultativ likuvannya tyazhkoyi opikovoyi khvoroby [Modified prognostic scale for assessing the severity of the course and results of treatment of severe burns]. *Naukovyy visnyk Uzhgorodskogo universytetu. Seriya Medytsyna*. 2006;27:34–38. [Ukrainian]
46. Guzenko BV. Algorytm diagnostyky opikovogo bakterialnogo sepsysu [Algorithm for the diagnosis of burn bacterial sepsis]. *Zaporozhskyy medytsynskyy zhurnal*. 2013;5:19–22. [Ukrainian]
47. Kovalenko AO, Kovalenko OM, Maltsev DV, Kazmirchuk VYe. Vyvchennya dynamiky tsytokiniv dlya otsinky tyazhkosti stanu i prognozu u khvorykh z tyazhkymy opikamy [Study of the dynamics of cytokines to assess the severity of the condition and prognosis in patients with severe burns]. *Klinichna khirurgiya*. 2014;2:49–53. [Ukrainian]
48. Kozynets GP, Slesarenko SV, Radzykhovskyy AP. *Ozhogovaya yntoksykatsyya. Patogenez, klynyka, pryntsyyp lechenyya* [Burn intoxication. Pathogenesis, clinic, principles of treatment]. K: Feniks; 2004. 272 s. [Russian]
49. Kozynets GP, Slesarenko SV, Sheyman BS. Ozhogovaya yntoksykatsyya. Dyfferentsyrovannye podkhody k detoksykatsyonnoy terapiyy [Burn intoxication. Differentiated approaches to detoxification therapy]. *Kombustyologiya*. 2003;16-17. [Russian]. Available from: <http://combustiolog.ru/journal/ozhogovaya-intoksikatsiya-differentsirovanny-e-podhody-k-detoksikatsionnoj-terapii>
50. Ivanenko YL, Gladyl'n GP, Shulaeva NM, Ostrovskyy NV, Nykytyna VV, Veretennykov SY, et al. Prognosticheskie znachenye gemokoagulyatsyonnykh testov u patsyentov s tyazhelymy ozhogamy [Prognostic value of hemocoagulation tests in patients with severe burns]. *Sovremennyye problemy nauky i obrazovaniya*. 2016;2:56-64. [Russian]
51. Protsenko OS, Shapoval OV. Glykozylovanyy gemoglobin yak kryteriy ryzyku rozvytku uskladnen u khvorykh z opikamy [Glycosylated hemoglobin as a risk criterion for complications in patients with burns]. *Tsukrovyy diabet yak integralna problema vnutrishnoyi medytsyny: materialy naukovo-praktychnoyi konferentsiyi z mizhnarodnoyu uchastyu, prysvyachenoyi pam'yati profesora VM Khvorostinky ta 140-richchyu z dnya zasnovannya kafedry fakultetskoyi terapiyi (vnutrishnoyi medytsyny № 3)*. Kharkiv: KhNMU; 2017 Sep 7. 2017. s. 66-67. [Ukrainian]
52. Bobrovnykov AE, Tusynova SA. Analiz osobennostey techenyya ozhogovoy boleznny u patsyentov s sakharnym dyabetom [Analysis of the features of the course of burn disease in patients with diabetes mellitus]. [Russian]. Available from: <http://combustiolog.ru/journal/razdel-2-ozhogovaya-bolezn-patogenez-diaagnostika-klinika-lechenie/>
53. Ostrovskyy VK, Mashchenko AV, Yangolenko DV, Makarov SV. Pokazately krovy y leykotsytarnogo yndeksa yntoksykatsyy v otsenke tyazhesty y opredelenyy prognoza pry vospalytelnykh, gnoynykh y gnoyno-destruktyvnykh zabolevaniyakh [Indicators of blood and leukocyte index of intoxication in the assessment of severity and determination of prognosis in inflammatory, purulent and purulent-destructive diseases]. *Klyn lab dyagnostyka*. 2006;6:50–53. [Russian]
54. Shapoval OV. Diagnostychna informatyvnyy laboratornykh pokaznykiv krovi ta sechi u khvorykh z opikamy [Diagnostic informativeness of laboratory indicators of blood and urine in patients with burns]. *Medytsyna sгодni i zavtra*. 2015;1(66):101-106. [Ukrainian]
55. Gryn VK, Fystal EYa, Speranskyy YY, Kolesnykova LY. Integralnye gematologicheskiye pokazately leykotsytarnoy formuly, kak krytery otsenky tyazhesty techenyya ozhogovoy boleznny, eyo oslozhnenyy y effektivnosti provodymogo lechenyya [Integral hematological parameters of the leukocyte formula as a criterion for assessing the severity of burn disease, its complications and the effectiveness of treatment]. *Materialy nauchno-praktychnoyi konferentsiyi z mizhnarodnoyu uchastyu «Sepsys: problemy diagnostyky, terapiyi ta profilaktyky»*. Kharkiv; 2006 Mar 29-30. 2006. s. 77-78. [Russian]
56. Gusak VK, Fystal EYa, Speranskyy YY. Otsenka tyazhesty endogennoy yntoksykatsyy y vybor metoda dezintoksykatsyonnoy terapiyy u obozhzhennykh po dannym leykotsytogrammy y byokhymycheskogo monitorynga [Estimation of severity of endogenous intoxication and choice of a method of detoxification therapy at the burnt according to the leukocytogram and biochemical monitoring]. *Ostrye y neotlozhnye sostoyaniya v praktyke vracha*. 2000;10:36. [Russian]
57. Matveev SB, Smyrnov SV, Tazyna EV. Dinamika endogennoy intoksykatsyy u patsyentov s obshyrynymi ozhogami [Dynamics of endogenous intoxication in patients with extensive burns]. *Klynicheskaya laboratornaya dyagnostyka*. 2013;2:10-12. [Russian]
58. Klymova EM, Lavynskaya EV. Ispolzovanye mykrovodorosly Dunaliella viridis teodor (clorophita) v kachestve kletochnogo byoindykatora [Use of the microalga Dunaliella viridis teodor (clorophita) as a cellular bioindicator]. *Algologiya*. 2012;22(2):208-218. [Russian]
59. *Patent 19128 Ukraine*, MPK G01N33/49, A61B10/00. Protsey diagnostyky i prognozu klinichnogo perebigu patologichnogo protsesu [The process of diagnosis and prognosis of the clinical course of the pathological

process] / Klimova OM, Bozhkov AI, Boyko VV. (UA); заявник і власник патенту Klimova OM (UA). № u200602031; заявл 24.02.2006 ; opubl 24.02.2006. Byul № 12. [Ukrainian]

60. *Patent 48134 Ukraine*, MPK G01N33/15, C12Q1/04, C12M1/34. Sposib biosensornoj indykatsiyi tsytotoksychnykh faktoriv biologichnoyi i khimichnoyi prirody [Method of biosensor indication of cytotoxic factors of biological and chemical nature] / Klimova OM, Bozhkov VV, Boyko VV, Kordon TI, Drozdova LA, Lavinska OV. (UA); заявник і власник патенту Derzhavna ustanova Instytut zahalnoyi ta nevidkladnoyi khirurhiyi Akademiyi Medychnykh Nauk Ukrayiny, Kharkiv (UA). № u200908958; заявл 28.08.2009 ; opubl 10.03.2010. Byul № 5. [Ukrainian]

УДК 616-001.17-07-06-036

К ВОПРОСУ О СПОСОБАХ ДИАГНОСТИКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ОСЛОЖНЕНИЙ У ПОСТРАДАВШИХ С ОЖОГАМИ

Шаповал О. В., Комароми Н. А., Пацаця М. М.

Резюме. *Цель.* Статья посвящена методам, которые применяются в комбустиологической практике для прогнозирования общих и местных осложнений у пациентов с ожогами.

Результаты. У пострадавших с тяжелой термической травмой существует риск развития угрожающих жизни состояний, в частности сепсиса и полиорганной недостаточности. Информативной для оценки течения ожоговой болезни является модифицированная шкала физиологических расстройств, которая учитывает синдром системного воспалительного ответа, эндогенную интоксикацию в периоды токсемии и септикотоксемии, а также сопутствующую патологию. Развитие интоксикации при тяжелой ожоговой травме требует определения степени выраженности процесса и его оценки в динамике. Токсичность плазмы крови определяют по резистентности мембран эритроцитов в реакции кислотного гемолиза, показателями эритроцитарного индекса интоксикации, содержанию универсальных маркеров интоксикации. Разработаны также способы биосенсорной индикации цитотоксических факторов. Оценка тяжести состояния пострадавших с ожогами и мониторинг эффективности терапии проводится с учетом уровней кальцитонина и пресепсина. Для определения влияния раневого процесса на формирование раннего сепсиса, у пациентов с ожогами, в капиллярной зоне термического повреждения исследуют содержание гомоцистеина, эндотелина и оксида азота. Информативными для оценки степени тяжести состояния ожоговых пациентов и прогнозирования развития осложнений являются значения интегральных гематологических индексов. Достоверные данные о глубине ожоговой раны получают при использовании термотопометрии, рН-метрии, магнитно-резонансной томографии. С целью оценки нарушения и динамики восстановления кровообращения в зоне термического повреждения, применяют метод лазерной доплеровской флоуметрии и оптической тканевой оксиметрии. Определение внутритканевого давления при ожогах конечностей и внутрибрюшного давления при обширных ожогах являются способами диагностики компартмент-синдрома. Для контроля гликемического статуса пациента определяют уровень гликозилированного гемоглобина. Данные микробиологических, иммунологических и цитологических исследований используют для оценки риска развития осложнений ожоговой болезни, готовности гранулирующих ран к закрытию и прогнозирования результатов аутодермопластики.

Заключение. Способы диагностики и прогнозирования развития осложнений, которые применяются в комбустиологической практике, многочисленны и разнообразны. Приоритетным заданием является новых эффективных способов оценки состояния пациентов с термической травмой, прогнозирования и профилактики развития осложнений при ожогах.

Ключевые слова: ожоги, диагностика, прогнозирование, осложнения.

UDC 616-001.17-07-06-036

To the Question about the Methods Used in Combustiology Practice to Assess the Condition of Patients and Predict General and Local Complications

Shapoval O. V., Komaromi N. A., Patsatsya M. M.

Abstract. *The aim.* The article is devoted to the methods used in combustiology practice to assess the condition of patients and predict general and local complications.

Results. With severe thermal trauma, there is a risk of developing life-threatening conditions in the victims, in particular, sepsis and multiple organ failure. Informative for assessing the course of burn disease is a modified scale of physiological disorders, which takes into account the syndrome of systemic inflammatory response, endogenous intoxication during periods of toxemia and septicotoxemia, and concomitant pathology. The development of intoxication in severe burn injuries requires determining the degree of severity of the process and its assessment in dynamics. The toxicity of blood plasma is studied by the resistance of red blood cell membranes in the acid hemolysis reaction, indicators of the red blood cell intoxication index, and the content of

universal markers of intoxication, in particular, medium-weight molecules. Methods for biosensor indication of cytotoxic factors have also been developed. Assessment of the severity of the condition of victims with burns and monitoring the effectiveness of therapy is carried out taking into account the level of procalcitonin and presepsin. To determine the effect of the wound process on the formation of early sepsis in patients with burns in the capillary zone of thermal damage, the content of homocysteine, endothelin and nitric oxide is studied. To assess the severity of the condition of burn patients and predict the development of complications, the values of integral hematological indices are informative. Reliable data on the depth of a burn wound are obtained using thermotopometry and pH measurement of burn wounds, the method of magnetic resonance imaging. In order to assess violations and dynamics of blood supply restoration in the area of thermal damage, the method of laser Doppler flowmetry and optical tissue oximetry is used. Determination of interstitial pressure in burns of the extremities and intra-abdominal pressure in common burns is a way to predict the development of compartment syndrome. To monitor the patient's glycemic status, it is proposed to determine the level of glycosylated hemoglobin. Microbiological research data is used to predict the risk of developing general complications of burn disease, as well as – together with cytological data and methods for determining the maturity of granulation tissue – to assess the readiness of granulating wounds for autodermoplasty.

Conclusion. The development of new effective ways to predict and prevent the development of complications in burns is promising.

Keywords: burns, diagnosis, prognosis, complications.

ORCID and contributionship:

Olena V. Shapoval : 0000-0002-8507-9197 ^{A,B,D,E,F}

Natalia A. Komaromi : 0000-0002-9888-0530 ^{A,B,D,E}

Merabi M. Patsatsyia : ^{B,D}

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,
E – Critical review, F – Final approval of the article

CORRESPONDING AUTHOR

Olena V. Shapoval

V. N. Karazin Kharkiv National University,
Department of General and Clinical Pathology
6, Svobody Sq., Kharkiv 61022, Ukraine
tel: +380985654177, e-mail: shapoval@karazin.ua

The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.

Стаття надійшла 08.10.2021 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування