

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ЦИТОКИНОВ И ПРОТЕАЗ В СОСТАВЕ ЭКССУДАТОВ ОЖОГОВЫХ РАН 2 И 3 СТЕПЕНИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ У КРЫС

Д.О.Тен.¹, К.З.Салахиддинов.¹, В.А.Алейник.¹, А.А.Фозилов.²

¹Андижанский государственный медицинский институт, Андижан, Узбекистан.

²Ферганское городское медицинское объединение, Фергана, Узбекистан.

Для цитирования: © Тен Д.О., Салахиддинов К.З., Алейник В.А., Фозилов А.А.

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ЦИТОКИНОВ И ПРОТЕАЗ В СОСТАВЕ ЭКССУДАТОВ ОЖОГОВЫХ РАН 2 И 3 СТЕПЕНИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ У КРЫС. ЖКМП.-2025.-Т.1.-№1.-С

Поступила: 03.02.2025

Одобрена: 14.02.2025

Принята к печати: 05.03.2025

Аннотация: В работе изучались особенности изменения цитокинов и протеаз в составе экссудатов ожоговых ран 2 и 3 степеней эксперименте у крыс. Сделано заключение, что в экссудатах ожоговых ран на 3-й день уровень ИЛ-1 β , ФНО- α , и ММП-9 был значительно выше, а ИЛ-10 и рецептора TGF-1 β ниже по сравнению с первым днем наблюдения, что характеризуется усилением воспаления. На 5-й день наблюдался пик воспаления, так как уровень провоспалительных молекул (ИЛ-1 β , ФНО- α , ММП-9) продолжал расти, в то время как молекулы, ограничивающие воспаление (ИЛ-10 и рецептор TGF-1 β), уменьшались. На 7-й день уровень ИЛ-1 β , ФНО- α , и ММП-9 снижался, что было достоверно ниже по сравнению с 5-м днем, что может свидетельствовать о том, что воспалительная реакция начала постепенно снижаться. В тоже время ИЛ-10 и рецептора TGF-1 β повышался относительно 5 дня. На 15-й день относительно 5 и 7 суток величина ИЛ-1 β , ФНО- α , и ММП-9 продолжала достоверно снижаться, а ИЛ-10 и рецептора TGF-1 β достоверно повышаться. Эти изменения указывают на завершение острых воспалительных процессов и переход к более поздним стадиям заживления.

Ключевые слова: термические ожоги, цитокины, ожоговые раны, воспалительный процесс.

KALAMUSHLARDA O‘TKAZILGAN TAJRIBALARDA 2 VA 3-DARAJALI KUYISHDAN XOSIL BO‘LGAN EKSSUDAT TARKIBIDAGI SITOKIN VA PROTEAZLARNI O‘ZGARISHINI O‘ZIGA XOSLIGI

D.O.Ten.¹, K.Z. Salahiddinov.¹, V.A.Aleynik.¹, A.A.Fozilov.²

¹Andijon davlat tibbiyot instituti, Andijon, O‘zbekiston.

²Farg‘ona shahar tibbiyot birlashmasi, Farg‘ona, O‘zbekiston.

Izoh: © Ten D. O., Salaxiddinov K.Z., Aleynik V.A., Fozilov A.A.

KALAMUSHLARDA O‘TKAZILGAN TAJRIBALARDA 2 VA 3-DARAJALI KUYISHDAN XOSIL BO‘LGAN EKSSUDAT TARKIBIDAGI SITOKIN VA PROTEAZLARNI O‘ZGARISHINI O‘ZIGA XOSLIGI.KPTJ.-2025-N.1.-№1-M

Qabul qilindi: 03.02.2025

Ko‘rib chiqildi: 14.02.2025

Nashrga tayyorlandi: 05.03.2025

Annotatsiya: Kalamushlarda o‘tkazilgan tajribada 2 va 3-darajali kuyish eksudatlari tarkibidagi sitokin va proteazlarning o‘zgarishini o‘ziga xosligi ishlari o‘rganildi. Xulosa shuki, uchinchi kuni kuyish yarasi eksudailarida IL-1 β , FNO-a, MMP-9 ko‘rsatkichi sezilarli darajada yuqori bo‘lgan va IL-10 va TGF-1 β retseptorlari birinchi kuzatuv kuniga nisbatan past bo‘lgan, bu yallig‘lanishning kuchayishi bilan tavsiflanadi. Beshinchi kuni yallig‘lanishning eng yuqori darajasi kuzatildi, chunki yallig‘lanish oldi molekularlar (IL-1 β , FNO-a, MMP-9) o‘shishda davom etdi, yallig‘lanishga qarshi molukularlar (IL-10 va TGF-1 β retseptorlari) kamaydi. Yettinchi kuni IL-1 β , FNO-a, MMP-9 darajalari pasayib ketdi, bu beshinchi kunga nisbatan ancha past edi, bu yallig‘lanish reaksiyasi asta sekin pasayishni ko‘rsatishi mumkin. shu bilan birga, IL-10 va TGF-1 β retseptorlari beshinchi kunga nisbatan oshdi. Beshinchi va yettinchi kunga nisbatan o‘n beshinchi kuni IL-1 β , FNO-a, MMP-9 qiymatlari sezilarli pasayishda davom etdi va IL-10 va TGF-1 β retseptorlari sezilarli oshdi. Ushbu o‘zgarishlar o‘tkir yallig‘lanish jarayonlarini tugashini va jaroxat bitishining keyingi bosqichlariga o‘tishini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: termik kuyish, sitokinlar, kuyish jaroxatlar, yallig‘lanish jarayoni.

PECULIARITIES OF CYTOKINE AND PROTEASE CHANGES IN THE EXUDATES OF BURN WOUNDS OF THE 2ND AND 3RD DEGREE IN EXPERIMENT IN RATS

Ten D.O.¹, Salakhiddinov K.Z.¹, Aleynik V.A.¹, Fozilov A.A.²

¹Andijan State Medical Institute Andijan, Uzbekistan.

²Fergana City Medical Association Fergana, Uzbekistan.

For situation: © Ten D.O., Salakhiddinov K.Z., Aleynik V.A., Fozilov A.A.

PECULIARITIES OF CYTOKINE AND PROTEASE CHANGES IN THE EXUDATES OF BURN WOUNDS OF THE 2ND AND 3RD DEGREE IN EXPERIMENT IN RATS. JCPM.-2025.P.1.-№1-A

Received: 03.02.2025

Revised: 14.02.2025

Accepted: 05.03.2025

Annotation: Annotation: In the work, the peculiarities of cytokines and proteases changes in the exudates of burn wounds of 2 and 3 degrees were studied in the experiment in rats. It was concluded that on the 3rd day, the level of IL-1 β , TNF- α , and MMP-9 in burn wound exudates was significantly higher, and the level of IL-10 and TGF-1 β receptor was lower compared to the first day of observation, which is characterized by increased inflammation. On day 5, a peak of inflammation was observed as the levels of pro-inflammatory molecules (IL-1 β , TNF- α , MMP-9) continued to increase, while inflammation-limiting molecules (IL-10 and TGF- β receptor) decreased. On day 7, the levels of IL-1 β , TNF- α , and MMP-9 decreased, which was significantly lower compared with day 5, which may indicate that the inflammatory response started to decrease gradually. At the same time, IL-10 and TGF-1 β receptor increased relative to day 5. On day 15 relative to days 5 and 7, the value of IL-1 β , TNF- α , and MMP-9 continued to decrease significantly, while IL-10 and TGF-1 β receptor increased significantly. These changes indicate the completion of acute inflammatory processes and transition to later stages of healing.

Keywords: thermal burns, cytokines, burn wounds, inflammatory process.

Актуальность исследований: Процесс заживления ран состоит из четырех сильно интегрированных и перекрывающихся фаз: гемостаза, воспаления, разрастания и ремоделирования тканей [5]. Множественные факторы могут привести к ухудшению заживления ран. Местные факторы, которые напрямую влияют на характеристики самой раны, также могут способствовать замедлению заживления. К местным факторам относятся оксигенация, венозная недостаточность и инфекции. Когда кожа повреждена, это позволяет микроорганизмам проникать в подлежащие ткани, что приводит к инфицированию раны. Инфекция раны имеет различные стадии нарастающей тяжести, от контаминации до колонизации, местной инфекции / критической колонизации / или распространения инвазивной инфекции [1]. Тем не менее важно отметить, что, несмотря на важность бактериальных протеаз для замедленного заживления, большинство протеаз в незаживающих ранах являются эндогенными; то есть они производятся самим хозяином в результате длительного воспаления [3]. Бактериальные протеазы играют значительную роль в подавлении иммунного ответа хозяев с помощью ряда механизмов, включая индукцию воспалительной реакции, снижение фагоцитоза, инактивацию системы комплемента, деградацию цитокинов, деградацию иммуноглобулинов и инактивацию антимикробных пептидов (AMP). Заживление ран – это сложная серия перекрывающихся фаз (воспаление, пролиферация и ремоделирование тканей), в которой участвует миллиарды клеток и медиаторов [4]. Воспалительная реакция является типичной и необходимой частью нормального заживления ран и возникает при расширении кровеносных сосудов, что позволяет антителам, лейкоцитам, ферментам и другим полезным элементам проникать в пораженный участок [6].

Многие функции, выполняемые цитокинами, включают активацию фагоцитарных клеток, противовирусную и антипаразитарную активность, хемотаксис нейтрофилов и Т-клеток, рост колоний макрофагов и пролиферацию В- и Т-клеток. При этом, цитокины представляют собой идеальную мишень для бактерий в преодолении иммунной системы хозяина, и было обнаружено, что ряд бактериальных протеаз способен разрушать цитокины и их рецепторы [2]. Вместе с тем, количество исследований, посвященных анализу роли цитокинов и протеаз в процессе формирования и заживления ран, вызванных термическими ожогами, остаются недостаточными.

Цель исследования: Изучение особенностей изменения цитокинов и протеаз в составе экссудатов ожоговых ран 2 и 3 степени в эксперименте у крыс.

Материалы и методы: В работе были проведены эксперименты по моделированию ожогов выполненные на 20 крысах популяции WAG массой 200–250 г. Которые были разделены на 2 группы, в 1 группе крысы с ожогом II степени и во 2 группе с ожогом -III степени. Моделирование ожогов осуществляли следующим образом, на выстриженном участке спины, под общей анестезией тиопенталом натрия, вызывали термический ожог площадью около 400мм². Для этого использовали горелку. Время контакта открытого пламени с кожей составляло 5-10 сек. При соблюдении этих условий ожог кожи у крыс соответствовал II-III степени клинической классификации ожогов. Всем крысам проводилась каждодневная перевязка с обработкой раны антисептиками, а также забор раневого экссудата для исследования. Для количественного определения провоспалительных и противовоспалительных маркеров использовали раневой экссудат. Исследования раневого экссудата проводились на 1, 3, 5, 7, 15 сутки после получения термической травмы.

В составе раневого экссудата методом ИФА исследовали провоспалительные-интерлейкин-1бета (ИЛ-1 β), фактор некроза опухолей- α (TNF- α), противовоспалительный - интерлейкин-10 (ИЛ-10), матриксную металлопротеиназу 9 (MMP9) и рецептор TGF-бета 1 типа, с применением тест-систем «ELISA» (Германия). Полученные данные подвергались статистической обработке с использованием стандартных программ Microsoft Excel 2007 с вычислением средних величин (M), их ошибок (m), а также коэффициента достоверности разности средних величин Стьюдента-Фишера (t). Результаты и их обсуждение. В результате исследований цитокинов и протеаз, содержащихся в экссудатах ожоговых ран второй степени (Табл. 1), было обнаружено, что уровень про-воспалительного интерлейкина-1 β (ИЛ-1 β) на первый день составлял 13,96 \pm 1,01 пг/мл. На третий день этот показатель достоверно увеличился в 1,4 раза, а на пятый день — в 1,8 раза по сравнению с первым днём. Кроме того, на пятый день уровень ИЛ-1 β был достоверно в 1,3 раза выше, чем на третий день, и составлял 25,6 \pm 1,7 пг/мл. При дальнейшем наблюдении на седьмой день размер ИЛ-1 β оставался на уровне 20,1 \pm 1,4 пг/мл, что было достоверно ниже в 1,3 раза по сравнению с пятым днём. На пятнадцатый день уровень ИЛ-1 β составлял 15,3 \pm 1,2 пг/мл, что было достоверно в 1,7 раза меньше, чем на пятый день, и в 1,3 раза меньше, чем на седьмой день (Табл. 1).

Таблица 1

Изменение показателей цитокинов и протеаз в составе экссудата ожоговых ран 2 степень.

Дни учета показателей	ИЛ-1 β (пг/мл)	ФНО- α (пг/мл)	ИЛ-10 (пг/мл)	ММП-9 (пг/мл)	Рецептор TGF-1 β (пг/мл)
1 сутки	13,9 \pm 1,1	10,6 \pm 0,87	1,30 \pm 0,09	1,7 \pm 0,13	1,22 \pm 0,09
3 сутки	19,5 \pm 1,2*	15,7 \pm 1,2*	0,84 \pm 0,07*	2,2 \pm 0,16*	0,77 \pm 0,06*
5 сутки	25,6 \pm 1,7**	23,4 \pm 1,5**	0,53 \pm 0,05**	2,8 \pm 0,19**	0,44 \pm 0,05**
7 сутки	20,1 \pm 1,4 ^o	17,8 \pm 1,3 ^o	0,98 \pm 0,10 ^o	2,1 \pm 0,17 ^o	0,92 \pm 0,07 ^o
15 сутки	15,3 \pm 1,2 ^{oo}	12,7 \pm 1,1 ^{oo}	1,4 \pm 0,11 ^{oo}	1,6 \pm 0,12 ^{oo}	1,3 \pm 0,08 ^{oo}

* - достоверно отличающиеся величины относительно показателей 1 суток.

** - достоверно отличающиеся величины относительно показателей 1 и 3 суток.

o - достоверно отличающиеся величины относительно показателей 5 суток.

oo - достоверно отличающиеся величины относительно показателей 5 и 7 суток.

В ходе исследования показателя про-

воспалительного интерлейкина ФНО- α в составе экссудатов ожоговых ран второй степени было установлено, что на первые сутки его значение составило 10,6 \pm 0,87 пг/мл. К третьим суткам этот показатель увеличился в 1,5 раза, а к пятым суткам — в 2,2 раза по сравнению с результатами первых суток. На пятые сутки величина ФНО- α достоверно в 1,3 раза превысила показатель третьих суток и составила 23,4 \pm 1,5 пг/мл. К седьмым суткам показатель ФНО- α снизился до 17,8 \pm 1,3 пг/мл, что в 1,3 раза ниже значения пятых суток. На пятнадцатые сутки показатель ФНО- α составил 12,7 \pm 1,1 пг/мл, что в 1,8 раза ниже результатов пятых суток и в 1,3 раза ниже результатов седьмых суток (Табл. 1). В процессе изучения противовоспалительного интерлейкина ИЛ-10 было выявлено, что в первые сутки его уровень составлял 1,30 \pm 0,09 пг/мл. На третьи сутки этот показатель вырос в 1,6 раза, а на пятые — в 2,5 раза по сравнению с первыми сутками. На пятые сутки уровень ИЛ-10 снизился до 0,53 \pm 0,05 пг/мл, что было в 1,6 раза меньше, чем на третьи сутки. Однако на седьмые сутки показатель снова увеличился до 0,98 \pm 0,1 пг/мл, что в 1,9 раза превышало уровень пятых суток. На пятнадцатые сутки уровень ИЛ-10 достиг 1,4 \pm 0,11 пг/мл, что оказалось в 2,6 раза больше, чем на пятые сутки, и в 1,3 раза больше, чем на седьмые сутки (Табл. 1). Анализ уровня ММП-9 в экссудате ожоговых ран второй степени показал, что в первые сутки его концентрация составляла 1,7 \pm 0,13 нг/мл. В последующие дни происходило увеличение уровня ММП-9. На третьи сутки он был достоверно выше в 1,3 раза по сравнению с первыми сутками, а на пятые — в 1,7 раза выше. На пятые сутки уровень ММП-9 был достоверно выше уровня третьих суток и составлял 2,8 \pm 0,19 нг/мл. На седьмые сутки уровень ММП-9 снизился до 2,1 \pm 0,17 нг/мл, что было достоверно ниже уровня пятых суток. На пятнадцатые сутки концентрация ММП-9 составила 1,6 \pm 0,12 нг/мл, что было достоверно ниже в 1,7 раза как уровня пятых суток, так и в 1,3 раза уровня седьмых суток (Табл. 1). При исследовании уровня рецептора TGF-1 β в экссудатах ожоговых ран второй степени было обнаружено, что на первый день исследования этот показатель составлял 1,22 \pm 0,09 нг/мл. Однако уже на третий день исследования этот показатель достоверно уменьшился в 1,6 раза, а к пятому дню — в 2,8 раза по сравнению с исходными значениями.

Более того, на пятый день исследования уровень рецептора TGF-1 β был достоверно ниже результата третьего дня в 1,8 раза и составлял $0,44 \pm 0,05$ нг/мл. К седьмому дню исследования показатель рецептора TGF-1 β достиг уровня $0,92 \pm 0,07$ нг/мл, что в 2,1 раза больше, чем на пятый день. На пятнадцатый день исследования уровень рецептора TGF-1 β составил $1,3 \pm 0,08$ нг/мл, что в 3 раза больше, чем на пятый день, и в 1,4 раза больше, чем на седьмой день (Табл. 1).

В результате проведенных исследований, направленных на анализ содержания цитокинов и протеаз в экссудатах ожоговых ран 3 степени (Табл. 2), было установлено, что концентрация про-воспалительного цитокина ИЛ-1 β на 1-й день наблюдения составила $20,3 \pm 1,6$ пг/мл. На 3-й день уровень ИЛ-1 β в экссудатах был значительно выше по сравнению с первыми сутками. В свою очередь, на 5-й день концентрация ИЛ-1 β возросла еще больше и составила $35,6 \pm 2,6$ пг/мл, что достоверно превышало показатели на 1-й и 3-й день. Дальнейшие наблюдения показали, что на 7-й день уровень ИЛ-1 β несколько снизился, составив $27,3 \pm 1,9$ пг/мл, что было статистически значимо ниже по сравнению с результатами 5-го дня. Однако на 15-й день наблюдения уровень ИЛ-1 β продолжил снижение и составил $23,5 \pm 1,6$ пг/мл, что было достоверно меньше, чем на 5-й день, но не показало значимых различий с показателями 7-го дня (Табл.2).

Таблица 2

Изменение показателей цитокинов и протеаз в составе экссудата ожоговых ран 3 степень.

Дни учета показателей	ИЛ-1 β (пг/мл)	ФНО- α (пг/мл)	ИЛ-10 (пг/мл)	ММП-9 (нг/мл)	Рецептор TGF-1 β (нг/мл)
1 сутки	$20,3 \pm 1,6$	$14,7 \pm 1,1$	$1,25 \pm 0,11$	$1,15 \pm 0,08$	$1,51 \pm 0,10$
3 сутки	$26,9 \pm 1,8^*$	$20,5 \pm 1,3^*$	$0,94 \pm 0,08^*$	$1,59 \pm 0,09^*$	$0,92 \pm 0,08^*$
5 сутки	$35,6 \pm 2,6^{**}$	$29,6 \pm 2,1^{**}$	$0,49 \pm 0,04^{**}$	$2,28 \pm 0,14^{**}$	$0,38 \pm 0,04^{**}$
7 сутки	$27,3 \pm 1,9^\circ$	$24,1 \pm 1,5$	$0,85 \pm 0,07^\circ$	$1,67 \pm 0,09^\circ$	$0,79 \pm 0,09^\circ$
15 сутки	$23,5 \pm 1,6^\circ$	$17,3 \pm 1,2^{\circ\circ}$	$1,32 \pm 0,10^{\circ\circ}$	$1,23 \pm 0,11^{\circ\circ}$	$1,42 \pm 0,14^{\circ\circ}$

При исследовании уровня воспалительного интерлейкина ФНО- α в экссудатах ожоговых ран 3 степени было выявлено, что на 1-е сутки его концентрация составляла $14,7 \pm 1,1$ пг/мл. На 3-е сутки этот показатель достоверно увеличился. На 5-е сутки уровень ФНО- α оказался значительно выше, чем на 1-е сутки, и статистически достоверно возрос по сравнению с 3-мя сутками. К 5-м суткам концентрация ФНО- α достигла $29,6 \pm 2,1$ пг/мл, что было достоверно

выше показателя на 3-е сутки. Однако на 7-е сутки концентрация ФНО- α снизилась до $24,1 \pm 1,5$ пг/мл, что, тем не менее, не имело статистически значимой разницы по сравнению с 5-ми сутками. Наконец, на 15-е сутки уровень ФНО- α составил $17,3 \pm 1,2$ пг/мл, что было достоверно ниже, чем на 5-е сутки, и также значительно меньше по сравнению с 7-ми сутками (Табл.2). В ходе анализа уровня противовоспалительного интерлейкина ИЛ-10 были получены следующие результаты, отражающие изменения его концентрации на различных этапах исследования. На первый день концентрация ИЛ-10 составила $1,25 \pm 0,11$ пг/мл, что является исходным значением для данного показателя. На третий день наблюдалось значительное снижение уровня ИЛ-10, который оказался достоверно ниже, чем на первый день. Этот процесс продолжился и на пятый день, когда концентрация ИЛ-10 снизилась ещё больше, составив $0,49 \pm 0,04$ пг/мл. Таким образом, на пятый день уровень ИЛ-10 был значительно ниже, чем на третий день, что подтверждается статистической значимостью различий. Однако, начиная с седьмого дня, концентрация ИЛ-10 начала увеличиваться, и на седьмой день она составила $0,85 \pm 0,07$ пг/мл, что было уже достоверно выше значения на пятый день. На 15-й день уровень ИЛ-10 вновь возрос, достигнув значения $1,32 \pm 0,10$ пг/мл, что существенно превышало концентрацию этого показателя как на пятый, так и на седьмой день. Разница в показателях на 15-й день по сравнению с более ранними датами (пятый и седьмой день) была статистически значимой, что подтверждает достоверность полученных результатов (Табл. 2). По результатам исследования уровня ММП-9 в составе экссудатов ожоговых ран 3 степени было установлено, что на 1-й день показатель составил $1,15 \pm 0,08$ нг/мл. На 3-й и 5-й день уровень ММП-9 был значительно выше по сравнению с 1-м днем. При этом на 5-й день уровень ММП-9 составил $2,28 \pm 0,14$ нг/мл, что было достоверно выше, чем на 3-й день. На 7-й день показатель снизился до $1,67 \pm 0,09$ нг/мл, что было достоверно ниже уровня 5-го дня. К 15-му дню уровень ММП-9 составил $1,23 \pm 0,11$ нг/мл, что было значительно ниже, чем на 5-й день, и также достоверно меньше по сравнению с 7-м днем (Табл. 2). В процессе изучения уровня рецептора TGF-1 β в экссудатах ожоговых ран 3 степени было установлено, что на

1 сутки его концентрация составляла $1,51 \pm 0,10$ нг/мл. На 3 сутки данный показатель был достоверно ниже, а на 5 сутки — ещё более сниженный по сравнению с уровнем на 1 сутки. На 5 сутки концентрация рецептора TGF-1 β составляла $0,38 \pm 0,04$ нг/мл, что было достоверно ниже, чем на 3 сутки. На 7 сутки уровень рецептора TGF-1 β увеличился до $0,79 \pm 0,09$ нг/мл, что было достоверно выше показателя 5 суток. Наконец, на 15 сутки концентрация рецептора TGF-1 β составила $1,42 \pm 0,14$ нг/мл, что было достоверно выше, чем на 5 сутки, а также значительно превышало значение на 7 сутки (Табл. 2).

В целом из проведенных исследований видно, что данные, полученные по уровню ИЛ-1 β , ФНО- α , ИЛ-10, а также ММП-9 и рецептора TGF-1 β в экссудатах ожоговых ран 2 и 3 степени, показывают важные изменения, которые происходят на разных стадиях заживления ран. На 1-й день уровень этих показателей в экссудате ожоговой раны был базовый, который зафиксирован в самом начале наблюдения. В этот период рана только начала воспалительную реакцию, которая сопровождается выделением различных молекул, включая изученные нами показатели. На 3-й день уровень ИЛ-1 β , ФНО- α , и ММП-9 был значительно выше, а ИЛ-10 и рецептора TGF-1 β ниже по сравнению с первым днем, данные изменения более выражены в экссудатах ожоговых ран 3 степени по отношению результатов ожоговых ран 2 степени. Это указывает на то, что повреждения ткани вступают в фазу активного заживления, где воспаление играет ключевую роль в подготовке ткани к восстановлению.

В этот период воспалительные молекулы, такие как ИЛ-1 β и ФНО- α , усиливают воспаление, а ММП-9 разрушает компоненты внеклеточного матрикса, чтобы освободить путь для миграции клеток, участвующих в регенерации. В то же время снижение уровней ИЛ-10 и TGF-1 β может свидетельствовать о переходе от фазы подавления воспаления и начала активного процесса заживления. Таким образом, третий день характеризуется усилением воспаления. На 5-й день наблюдается пик воспаления, так как уровень провоспалительных молекул (ИЛ-1 β , ФНО- α , ММП-9) продолжает расти, в то время как молекулы, ограничивающие воспаление (ИЛ-10 и рецептор TGF-1 β), снижаются. Предоставленные изменения также более выражены в экссудатах

ожоговых ран 3 степени. Это может означать, что воспаление становится более выраженным и менее контролируемым, что указывает на более агрессивную фазу воспалительного процесса, возможно, с риском хронической активности воспаления или повреждения тканей. На 7-й день уровень ИЛ-1 β , ФНО- α , и ММП-9 снизился, что было достоверно ниже по сравнению с 5-м днем. В то же время ИЛ-10 и рецептора TGF-1 β повысился относительно 5 дня. Данные изменения менее выражены в экссудатах ожоговых ран 3 степени по отношению результатов ожоговых ран 2 степени. Это может свидетельствовать о том, что воспалительная реакция начала постепенно снижаться, и рана перешла в стадию стабилизации. Таким образом, снижение воспалительных маркеров (ИЛ-1 β , ФНО- α , ММП-9) на фоне повышения ИЛ-10 и рецепторов TGF-1 β свидетельствует о том, что воспалительный процесс начал ослабевать, а рана перешла в стадию стабилизации, где активность воспаления и разрушения клеток значительно снизилась, а процесс восстановления тканей продолжает идти. Это также может свидетельствовать о подготовке организма к восстановлению структуры и функции поврежденных тканей. На 15-й день относительно 5 и 7 суток величина ИЛ-1 β , ФНО- α , и ММП-9 продолжала достоверно снижаться, а ИЛ-10 и рецептора TGF-1 β достоверно повышались.

Предоставленные изменения также менее выражены в экссудатах ожоговых ран 3 степени относительно результатов ожоговых ран 2 степени. Эти изменения указывают на завершение острых воспалительных процессов и переход к более поздним стадиям заживления, когда ткань практически восстановлена. При этом процесс ремоделирования тканей завершается и воспаление практически исчезает. Это отражает переход от острой фазы воспаления к восстановлению и стабилизации.

Выводы. Из полученных результатов исследования было установлено, что в экссудатах ожоговых ран на 3-й день уровень ИЛ-1 β , ФНО- α , и ММП-9 был значительно выше, а ИЛ-10 и рецептора TGF-1 β ниже по сравнению с первым днем наблюдения, что характеризуется усилением воспаления. Эти изменения более выражены в экссудатах ожоговых ран 3 степени по отношению к результатам ожоговых ран 2 степени.

Предоставленные изменения также более выражены в экссудатах ожоговых ран 3 степени. На 7-й день уровень ИЛ-1 β , ФНО- α , и ММП-9 снижался, что было достоверно ниже по сравнению с 5-м днем, что может свидетельствовать о том, что воспалительная реакция начала постепенно снижаться. В тоже время ИЛ-10 и рецептора TGF-1 β повышался относительно 5 дня. Предоставленные изменения были менее выражены в экссудатах ожоговых ран 3 степени, чем 2 степени. На 15-й день относительно 5 и 7 суток величина ИЛ-1 β , ФНО- α , и ММП-9 продолжала достоверно снижаться, а ИЛ-10 и рецептора TGF-1 β достоверно повышаться. Предоставленные изменения также менее выражены в экссудатах ожоговых ран 3 степени относительно ран 2 степени. Эти изменения указывают на завершение острых воспалительных процессов и переход к более поздним стадиям заживления.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Li, R., Liu, K., Huang, X., Li, D., Ding, J., Liu, B., & Chen, X. Bioactive materials promote wound healing through modulation of cell behaviors //Advanced Science. – 2022. – Т. 9. – №. 10. – С. 2105152.
2. Lindsay S., Oates A., Bourdillon K. The detrimental impact of extracellular bacterial proteases on wound healing //International wound journal. – 2017. – Т. 14. – №. 6. – С. 1237-1247.
3. McCarty S. M., Percival S. L. Proteases and delayed wound healing //Advances in wound care. – 2013. – Т. 2. – №. 8. – С. 438-447.
4. Ramírez-Larrota J. S., Eckhard U. An introduction to bacterial biofilms and their proteases, and their roles in host infection and immune evasion //Biomolecules. – 2022. – Т. 12. – №. 2. – С. 306.
5. Rodrigues M. et al. Wound healing: a cellular perspective //Physiological reviews. – 2019. – Т. 99. – №. 1. – С. 665-706.
6. Sorg, H., Tilkorn, D. J., Hager, S., Hauser, J., & Mirastschijski, U. Skin wound healing: an update on the current knowledge and concepts //European surgical research. – 2017. – Т. 58. – №. 1-2. – С. 81-94.

Информация об авторах:

© Тен Д.О. - ассистент кафедры 1-ой Факультетской и госпитальной хирургии, Андижанский государственный медицинский институт, г. Андижан, Узбекистан.

© Салахиддинов К.З. – д.м.н., профессор кафедры 1-ой Факультетской и госпитальной хирургии, Андижанский государственный медицинский институт, г. Андижан, Узбекистан.

© Алейник В.А. - д.м.н., профессор, заведующий ЦНИЛ, Андижанский государственный медицинский институт, г. Андижан, Узбекистан.

© Фозилов А.А.- врач-хирург Эндохирургического отделения, Ферганское городское медицинское объединение, г.Фергана, Узбекистан.

Muallif haqida ma'lumot:

© Ten D.O. - 1-Fakultet va hospital jarrohlik kafedrasida assistenti, Andijon davlat tibbiyot instituti, Andijon sh., O'zbekiston.

© Salahiddinov K.Z. - tibbiyot fanlari doktori, 1-Fakultet va hospital jarrohlik kafedrasida professori, Andijon davlat tibbiyot instituti, Andijon sh., O'zbekiston.

© Aleynik V.A. - tibbiyot fanlari doktori, professor, Markaziy ilmiy-tadqiqot laboratoriyasi mudiri, Andijon davlat tibbiyot instituti, Andijon sh., O'zbekiston.

© Fozilov A.A. - Endoxirurgiya bo'limi shifokor-jarohi, Farg'ona shahar tibbiyot birlashmasi, Farg'ona sh., O'zbekiston.

Information about the authors:

© Ten D.O. - assistant of the Department of 1st Faculty and Hospital Surgery, Andijan State Medical Institute, Andijan, Andijan city. Uzbekistan.

© Salahiddinov K.Z. - Doctor of medical sciences, professor of the department of 1st faculty and hospital surgery, Andijan State Medical Institute, Andijan. Uzbekistan.

© Aleynik V.A. - Doctor of medical sciences, professor, head of the Central Scientific Research Laboratory, Andijan State Medical Institute, Andijan. Uzbekistan.

© Fozilov A.A. - doctor-surgeon of endosurgical department, Fergana city medical association. Fergana. Uzbekistan.