

ХІРУРГІЯ

УДК 612.086.3-741.9: 616.831-001.46

*П.Н. Замятин**, *В.В. Негодуйко***, *В.П. Невзоров**

**ГУ «Институт общей и неотложной хирургии им. В.Т. Зайцева
НАМН Украины», г. Харьков*

***Военно-медицинский клинический центр Северного региона
Минобороны Украины, г. Харьков*

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ УЛЬТРАСТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ МИОСИМПЛАСТОВ В МЯГКИХ ТКАНЯХ ПРИ НАЛИЧИИ ИНОРОДНОГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ТЕЛА ОГНЕСТРЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Показаны результаты изучения электронной микроскопии мягких тканей в динамике при наличии неудаленного инородного тела огнестрельного происхождения. Доказано наличие дистрофических процессов на уровне внутриклеточных структур на 30-е сутки после ранения и углубление степени выраженности деструктивных нарушений на 60-е сутки после ранения. Ведущим звеном развития патологического состояния миосимпластов является митохондриальная дисфункция, приводящая к снижению сократительных возможностей миосимпласта.

Ключевые слова: *электронная микроскопия, мягкие ткани, огнестрельное ранение, инородное тело.*

Боевую хирургическую травму традиционно определяют как основную среди патологий военного времени. По своему научно-практическому значению она является центральной проблемой военной медицины [1–3].

Морфологическим субстратом огнестрельного ранения является огнестрельная рана. В образовании огнестрельной раны основная роль принадлежит воздействию следующих факторов: ударно-волновых процессов, ранящего снаряда, энергии бокового удара, вихревого следа [4–6].

В соответствии с общими филогенетически сформулированными механизмами местных процессов в поврежденных тканях возможно заживление огнестрельной раны первичным или вторичным натяжением [7]. Заживление огнестрельной раны при наличии инородного тела имеет ряд особенностей, которые в последующем могут определять показания к удалению инородных тел, и представляет интерес для хирургов, участвующих в лечении этих ран и последствий ранений.

Цель работы – выявить особенности динамики перестроек субмикроскопической архитектоники миосимпластов скелетных мышц в области нахождения огнестрельного осколка.

Материал и методы. Эксперимент проведен на кролях, которым было нанесено огнестрельное ранение задней группы мышц бедра с последующим оставлением осколка в ткани. Экспериментальных животных выводили из эксперимента на 30-е и 60-е сутки и забирали кусочки ткани для электронно-микроскопического исследования, которые помещали для предварительной фиксации в 2,5%-ный забуференный раствор глутарового альдегида на 5–6 часов при температуре +4 °С. После окончания предварительной фиксации кусочки ткани промывали в буферном растворе. Окончательную фиксацию проводили в 1%-ном забуференном растворе четырехоксида осмия в течение 2–3 часов при температуре +4 °С. Ткань обезвоживали в спиртах возрастаю-

© П.Н. Замятин, В.В. Негодуйко, В.П. Невзоров, 2017

щей концентрации и ацетоне, пропитывали смесью эпоксидных смол (эпо-аралдит) и заключали в блоки по общепринятым методикам. Полимеризацию блоков проводили в термостате при температуре +60 °С в течение двух суток. Из полученных блоков на ультрамикротоме УМП-3 изготавливали ультратонкие срезы, которые после контрастирования цитратом свинца изучали под электронным микроскопом ЭМ-125 при ускоряющем напряжении 75 кВ. Увеличение подбирали адекватное целям исследования – в пределах 20000–60000 крат. Контролем качества гистологической обработки ткани служили биоптаты скелетных мышц интактных экспериментальных животных.

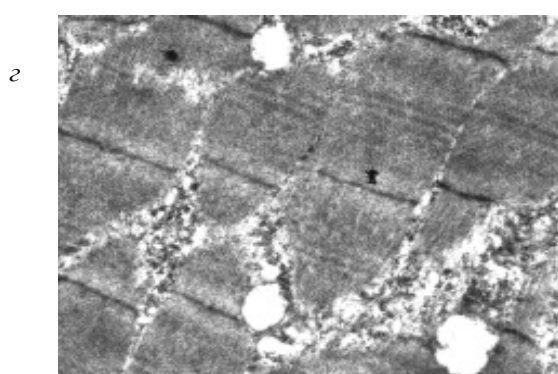
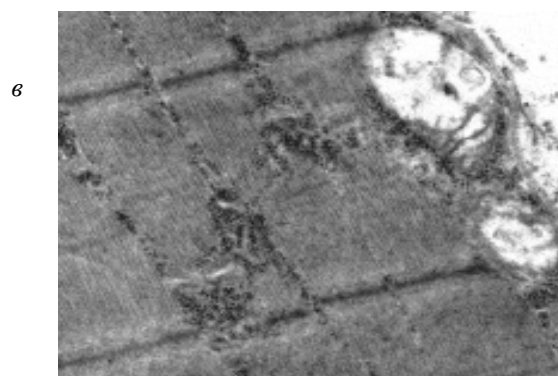
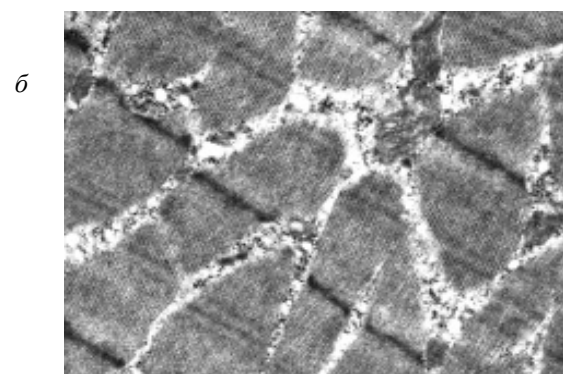
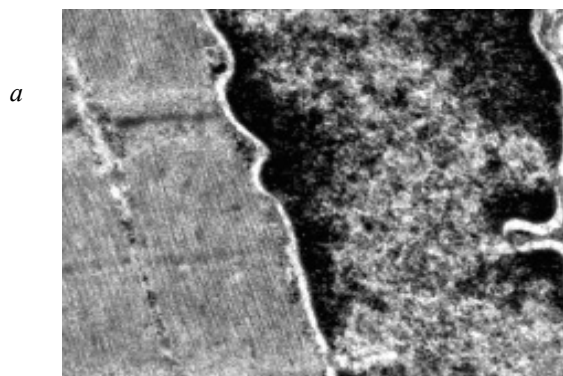
Результаты и их обсуждение. Электронно-микроскопическое исследование ультраструктурной организации миосимпласов скелетных мышц интактных экспериментальных животных показало адекватность гистологической обработки ткани, так как субмикроскопические структуры миосимпласов соответствовали современным представлениям. Мембраны, образующие органеллы, имели четко контурированную структуру, присущую элементарной мембране, и не имели очагов деструкции.

На 30-е сутки после огнестрельного ранения при электронно-микроскопическом исследовании органелл миосимпласов, взятых

из области, прилежащей к осколку, выявлены дистрофические и деструктивные изменения. Следует отметить полиморфный характер изменений мембранных структур и органелл. В одном и том же миосимпласте обнаруживались как дистрофические изменения, так и нарушения с элементами локальной деструкции мембран. Кроме того, обнаруживались органеллы с деструкциями внутриклеточных мембран.

Матрикс ядер миосимпласов обладал повышенной электронной плотностью. Ядерная мембрана образовывала инвагинации и была разрыхлена. В отдельных ядрах обнаруживались очагово разрушенные ядерные мембраны. Перинуклеарные пространства были неравномерно расширенными. Наблюдалась конденсация ядерного хроматина на кариолемме в виде осмиофильных глыбок (рис. 1, а). Небольшое количество гранул деконденсированного хроматина и единичные рибосомы локализовались в центральной области матрикса ядра.

Изменения митохондрий носили полиморфный характер. Степень осмиофилии матрикса митохондрий варьировала в широких пределах. Они имели различную форму и размеры. Часть митохондрий содержала электронно-прозрачный матрикс и разрыхленную структуру наружной мембраны. Кристы митохондрий были дезорганизованы и беспорядочно ориентированы.



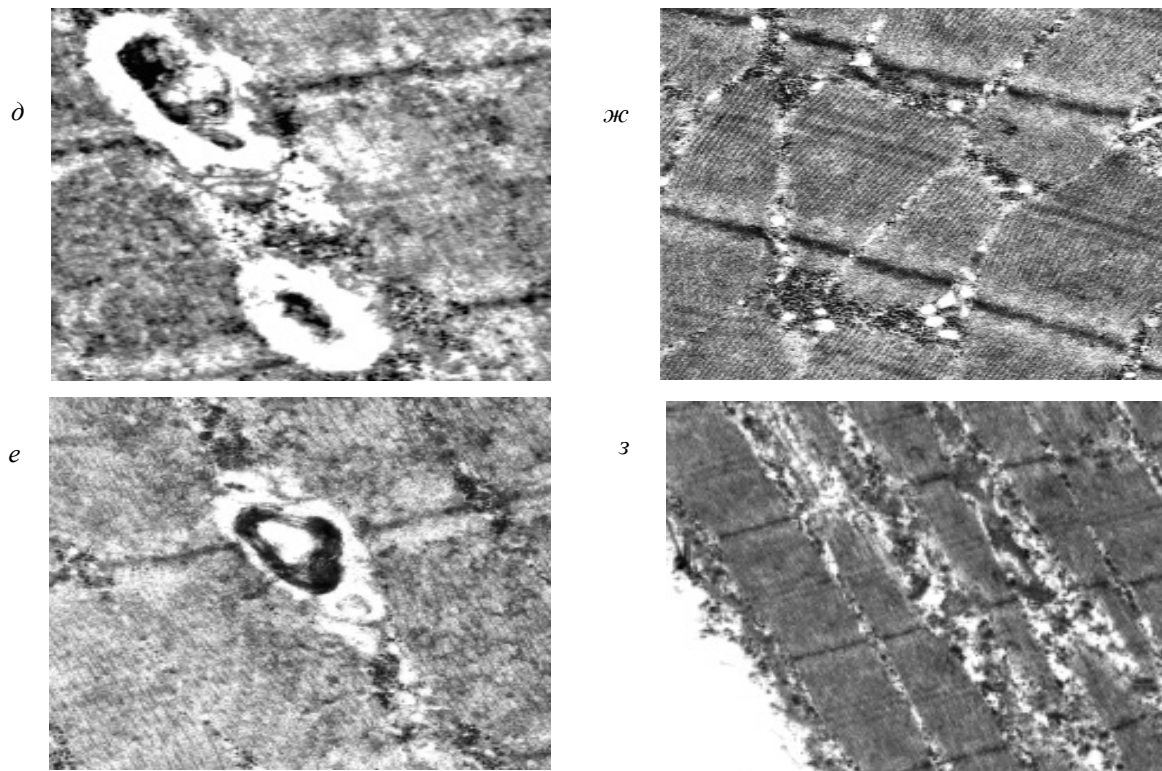


Рис. 1. Ультраструктура миосимплов скелетних м'язів в області знаходження огнестрельного осколка через 30 сут після огнестрельного ранення. Контрасторовано цитратом свинця: *а* – конденсація хроматина ядра, $\times 43\ 000$; *б* – просвітлення матрикса мітохондрій, $\times 54\ 000$; *в* – деструкція крист мітохондрій, $\times 52\ 000$; *г* – розширення цистерн саркоплазматического ретикулума, $\times 55\ 000$; *д* – вторичні лізосоми в саркоплазмі, $\times 60\ 000$; *е* – формуючіся мієлінові тельця, $\times 61\ 000$; *ж* – скоплення рибосом, полісом і гранул гликогена між міофібриллами, $\times 59\ 000$; *з* – деструкція саркоплазматическої мембрани, $\times 48\ 000$

рядочно розполагались в матриксі мітохондрій (рис. 1, б). В окремих миосимплах можна було спостерігати розрушенні зовнішні мембрани і кристи мітохондрій. Очєнь рєдко в миосимплах обнаржуєались повністю розрушенні мітохондрії, імєючі вид електронно-прозрачних вакуолє, зачєстую заповнєнних грубо комковатї аморфної субстанції високї електронної щільності (рис. 1, в).

Параллєльне розположення пучков міофібрилл і четка поперечна исчерченність в основному зохранялись. Саркоплазма між пучками міофібрилл була заповнена скопленнями численних рибосом, полісом і гранул гликогена.

Цистерни саркоплазматическої сєтї були сильно розширені і заповнені субстанцією низкї електронної щільності (рис. 1, г). Слєдує зазначити, що значительна частка миосимплов зєдєржала мелкє вклюдєння липидов. Вторичні лізосоми зєдєржали фрагменти дєгенєративно змєнєнних мембран і органєлл (рис. 1, д).

В пространствє між пучками міофібрилл обнаржуєались формуючіся мієліноподобні тельця (рис. 1, е).

Саркоплазматический ретикулум хороши розвїт, єго цистерни розширені і предствалєнє в видє скоплення електронно-прозрачних вєзкул, локалізуєючихся між міофібриллами. Мембрани саркоплазматического ретикулума осміофільні і розрухлені. В саркоплазмі між міофібриллами виявлялись численні рибосоми, полісом і гранули гликогена (рис. 1, ж).

Очаги розрухлення і дєструкції обнаржуєались на осміофільній і утолщєній саркоплазматическої мембранє (рис. 1, з).

В некотєрїх миосимплах зохраняєтьє ступєнеобразнє розположення L-ліній. В участках саркоплазми з таким розположеннєм L-ліній, як правило, спостєрїються очєнь крупні округлої форми вакуолє.

В цєлом, змєнєнє зохратительних елєментов носили в основному дистрофический характер і лєжали в предєлах фізіологическої компенсації.

Через 60 суток после огнестрельного ранения у экспериментальных животных в области, прилежащей к осколку, дистрофические изменения миосимплетов по глубине и степени выраженности приближались к деструктивной фазе. Выявленные перестройки субмикроскопической архитектоники имели полиморфный характер.

Ядра миосимплетов содержали преимущественно конденсированный хроматин, располагающийся по периферии матрикса, а в центральной области матрикса концентрировались гранулы деконденсированного хроматина и рибосомы. Ядерная мембрана имела зоны локального разрыхления и образовывала большое количество глубоких и мелких инвагинаций (рис. 2, *а*). Перинуклеарные пространства были неравномерно расширены. Отдельные ядра миосимплетов имели очаги деструкции.

Значительная часть пучков сократительных элементов миофибрилл сохраняла поперечную исчерченность и параллельную ориентацию в саркоплазме. Пространство между пучками миофибрилл было заполнено небольшим количеством рибосом, полисом и гранул гликогена (рис. 2, *б*).

В препаратах большого количества миосимплетов пучки миофибрилл были сильно истончены и разрыхлены. Расширенные пространства между миофибриллами имели

очень низкую электронную плотность и содержали разрушенные митохондрии и другие органеллы (рис. 2, *в*). Кроме того, довольно часто присутствовали миосимплеты с очаговым разрушением миофибрилл.

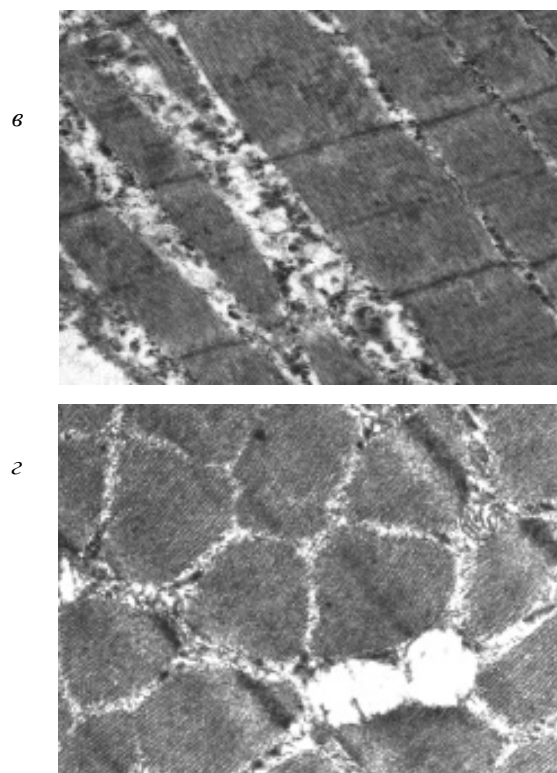
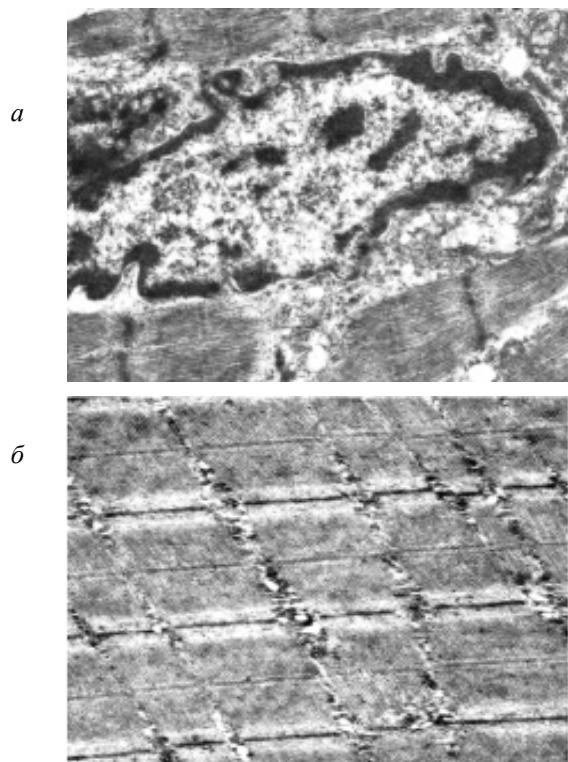
На 60-е сутки после ранения наблюдается полиморфизм митохондрий. Отдельные митохондрии приобретали электронно-прозрачный матрикс, в них локализовались единичные дезорганизованные кристы.

Встречались миосимплеты, в саркоплазме которых обнаруживались крупные митохондрии с электронно-прозрачным матриксом, очагово разрушенными наружными мембранами и кристами (рис. 2, *г*).

В миосимплетах обнаруживались различные фазы дегенеративных трансформаций митохондрий, конечной фазой которых является формирование миелоноподобных структур (рис. 2, *д*). Дегенеративно измененные митохондрии, как правило, локализовались в непосредственной близости к саркоплазматической мембране (рис. 2, *е*).

Большое количество миосимплетов содержали в саркоплазме вторичные лизосомы и включения липидов, расположенные между пучками миофибрилл (рис. 2, *ж*).

В саркоплазме, прилежащей к саркоплазматической мембране, обнаруживались скопления вторичных лизосом и миелоноподобных телец. Саркоплазматичес-



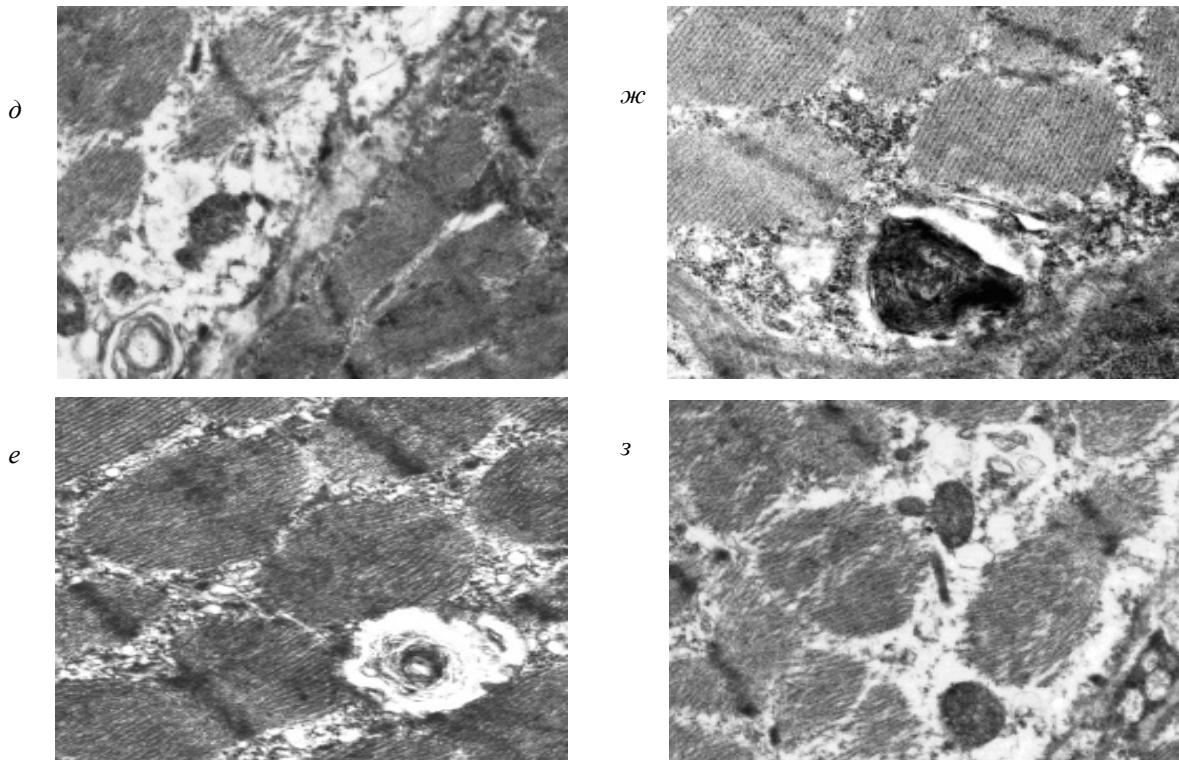


Рис. 2. Ультраструктура миосимплатов скелетних м'язів в області знаходження огнестрельного осколка через 60 сут після огнестрельного ранення. Контрасторовано цитратом свинця: *a* – інвагинації ядерної мембрани і конденсація хроматина, $\times 47\ 000$; *б* – одиничні рибосоми, полісоми і гранули глікогена між пучками міофібрилл, $\times 60\ 000$; *в* – розширення просторів між пучками міофібрилл, $\times 52\ 000$; *г* – крупні мітохондрії з просвітленим матриксом, $\times 55\ 000$; *д* – формуючіся мієлинові тельця, $\times 59\ 000$; *е* – дегенеративно змінені мітохондрії, $\times 61\ 000$; *ж* – вторичні лізосоми в саркоплазмі, $\times 67\ 000$; *з* – розривлення і деструкція саркоплазматическої мембрани, $\times 58\ 000$

кая мембрана в цій області (рис. 2, *з*) була розривлена, утолщена і мала очаги деструкції.

Выводы

1. Субмікроскопіческа архітектоніка миосимплатов м'язів бедра кроля в області локалізації огнестрельного осколка на 30-е сутки свідчить про течення дистрофічних процесів на рівні внутріклеточних структур.

2. Ведущим звеном розвитку патологічного стану миосимплатов являється мітохондріальна дисфункція, структурним проявленням якої являється зменшення кількості крист в мітохондріях і

очагова деструкція їх зовнішніх мембран. Следствием этих нарушений является снижение сократительных возможностей миосимплата.

3. К 60-м суткам експеримента в субмікроскопіческій організації миосимплатов углубляється ступінь вираженості деструктивних порушень, які характерні для переважання катаболічних внутріклеточних процесів над синтетическими. Структурно це підтверджується появленням в саркоплазмі миосимплатов вторичних лізосом і включень ліпідів, а також очаговим руйнуванням кариолемми, мембран мітохондрій, истонченням і розривленням міофібрилл.

Список литературы

1. Бельський В.А. Діагностика і лічення боєвих огнестрельних ранень живота / В.А. Бельський, В.В. Неодуйко, Р.Н. Михайлуєв // Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник української медичної стоматологічної академії. – 2017. – Т. 17, вип. 1 (57). – С. 13–17.

2. Очерки хирургии боевой травмы живота / В.Я. Белый, Я.Л. Заруцкий, А.И. Жовтоношко, С.А. Асланян. – К.: МП Леся, 2016. – 212 с.
3. Повзун С.А. Патологическая анатомия боевых поражений и их осложнений / С.А. Повзун, М.Д. Клочков, М.В. Рогачев. – Санкт-Петербург: Военно-медицинская академия, 2002. – 179 с.
4. Гуманенко Е.К. Военно-полевая хирургия / Е.К. Гуманенко. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 768 с.
5. Михайлусов Р.Н. Морфометрия современных огнестрельных ран мягких тканей // Проблемы військової охорони здоров'я. – 2016. – Вип. 46. – С. 358–366.
6. Appia P.L. The ambulance surgeon or practical observations on gunshot / P.L. Appia. – CRC Press, 2015. – 282 p.
7. Заруцкий Я.Л. Указания по военно-полевой хирургии / под ред. Я.Л. Заруцкого, А.А. Шудрака. – К.: СПД Чалчинская Н.В., 2014. – 396 с.

П.М. Замятін, В.В. Негодуйко, В.П. Невзоров

ДИНАМІКА ЗМІН УЛЬТРАСТРУКТУРНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ МІОСИМПЛАСТІВ У М'ЯКИХ ТКАНИНАХ ПРИ НАЯВНОСТІ СТОРОННЬОГО МЕТАЛЕВОГО ТІЛА ВОГНЕПАЛЬНОГО ПОХОДЖЕННЯ

Показані результати вивчення електронної мікроскопії м'яких тканин в динаміці при наявності невидаленого стороннього тіла вогнепального походження. Доведено наявність дистрофічних процесів на рівні внутрішньоклітинних структур на 30-ту добу після поранення і углублення ступеня виразності деструктивних порушень на 60-ту добу після поранення. Провідною ланкою розвитку патологічного стану міосимпластів є мітохондріальна дисфункція, яка веде до зниження скорочувальних можливостей міосимпласта.

Ключові слова: електронна мікроскопія, м'які тканини, вогнепальне поранення, стороннє тіло.

P.N. Zamyatin, V.V. Negoduyko, V.P. Nevzorov

DYNAMICS OF CHANGES IN THE ULTRASTRUCTURAL ORGANIZATION MYOSYMPLASTS IN THE SOFT TISSUES IN THE PRESENCE OF METALLIC FOREIGN BODY ORIGIN OF FIRE

The results of the study of the electronic microscopy of soft tissues in dynamics in the presence of non-deleted a foreign body of fire origin. It proved the presence of dystrophic processes at the level of intracellular structures on the 30th day after the injury and severity of destructive depression violations on the 60th day after the injury. The leading link of the pathological state myosymplasts is mitochondrial dysfunction, which leads to a decrease in contractile capacity myosymplast.

Key words: electronic microscopy, soft tissue, gunshot wound, foreign body.

Поступила 13.02.17