

*С. Н. Пивоварчик*

**ИЗМЕНЕНИЯ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ ПРИ ОГНЕСТРЕЛЬНОМ  
РАНЕНИИ**

*Научный руководитель канд. мед. наук, доц. А. П. Трухан*

*Кафедра военно-полевой хирургии,*

*Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск*

*Резюме. В статье авторы приводят результаты исследований, целью которых было изучение особенностей морфологических изменений в раневом канале и прилежащих тканях,*

*выявление определенных биохимических маркеров повреждения мышечной ткани в сыворотке крови при огнестрельном ранении нижних конечностей для оценки показателей в динамике.*

**Ключевые слова:** *огнестрельное ранение, биохимические маркеры.*

**Resume.** *In this article the authors present the results of research whose aim was to study, especially steady morphological changes in the wound channel and adjacent tissues, identification of defined-tion of biochemical markers of muscle damage in the blood serum when Mr. firearms wounds of the lower extremities to assess performance over time.*

**Keywords:** *gunshot wound, biochemical markers.*

**Актуальность.** Лечение огнестрельных ранений всегда было актуальной проблемой военно-полевой хирургии. Это связано с распространенностью данного вида повреждений среди боевой хирургической травмы, со сложностью диагностики и лечения, большим количеством осложнений и высокой степенью инвалидизации. Поэтому проблема лечения огнестрельных ранений занимает центральное место в военно-полевой хирургии. Во многом это связано и с тем, что в современных вооруженных конфликтах огнестрельные ранения продолжают занимать ведущее место как причина гибели людей [1].

Однако сегодня огнестрельные ранения являются проблемой не только военной медицины, но и гражданского здравоохранения. В конце XX – начале XXI века как в развитых, так и в развивающихся странах отмечен рост числа огнестрельных повреждений среди мирного населения [1,2].

Достижения современной медицины и клинический опыт последнего десятилетия не снизили актуальности проблемы огнестрельных ранений. Из-за высокой кинетической энергии, наличия энергии бокового удара и временной пульсирующей полости современные пули при прохождении через ткани в большинстве случаев вызывают их обширные повреждения. Во многом это обуславливает частое развитие гнойно-септических осложнений, которые зависят от степени тяжести повреждения и нарушения регионарного кровотока.

Не менее важной причиной развития осложнений является недооценка врачами-хирургами при выполнении хирургической обработки раны тяжести повреждения огнестрельным ранящим снарядом тканей, прежде всего мышц.

Таким образом, многообразие повреждений и тяжесть состояния раненых обуславливают актуальность лечения как боевых повреждений конечностей, так и огнестрельных ранений в мирное время. Наличие характерных особенностей ранения огнестрельным снарядом требуют совершенствования подходов к диагностике и лечению данного вида боевой травмы.

**Цель:** изучение особенностей изменения мышечной ткани при огнестрельном ранении.

**Материал и методы.** Исследования выполнялись на базе вивария УО «Белорусский государственный медицинский университет» в соответствии с требованиями «Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и иных научных целей» (Страсбург, 1986) по

согласованию с комиссией по биомедицинской этике.

Объектом исследования были 30 кроликов, которые в ходе эксперимента были разделены на две группы по 15 животных в каждой в зависимости от вида полученной травмы.

В основной группе кроликам наносили сквозное пулевое ранения тазовой конечности (без повреждения магистральных сосудов и кости). Для моделирования травмы использовали малокалиберную спортивную винтовку ТОЗ-8 и патроны к ней калибром 5,6 мм с пулей уменьшенной массы (1,6 г). Ранения, наносимые кроликам такими модифицированными пулями, по своим основным характеристикам (количество переданной тканям кинетической энергии, объем временной пульсирующей полости) соответствуют ранениям, наносимым человеку из боевого автоматического оружия. Моделирование огнестрельного ранения осуществлялось на полигоне 19 гвардейской отдельной механизированной бригады Северо-западного оперативного командования с соблюдением необходимых мер безопасности.

В группе сравнения животным наносили сквозное колотое ранение тазовой конечности идентичной с животными основной группы локализации. Для нанесения ранения использовали заостренный металлический стержень, диаметр которого соответствовал калибру пули (5,6 мм). Моделирование неогнестрельного ранения осуществлялось в виварии УО «Белорусский государственный медицинский университет», там же проводились дальнейшие исследования животных обеих групп.

В каждой из приведенных групп было выделено три подгруппы по 5 животных в каждой в зависимости от сроков забора материала для биохимического и морфологического анализа – через 24, 48 и 72 часа после ранения. Исследование крови проводилось в клинко-диагностической лаборатории ГУ «432 ордена Красной Звезды главный военный клинический медицинский центр Вооруженных Сил Республики Беларусь». Изучались биохимические маркеры, увеличение значений которых свидетельствует о разрушении мышечной ткани (калий, КФК, миоглобин). Для получения объективной оценки выраженности морфологических изменений в мышцах конечности и возможности сравнения полученных результатов использовался специально разработанный нами индекс морфологических изменений мышц (ИМИМш) (рационализаторское предложение № 18 от 25.09.2014). Данные представлены в виде Me (25% – 75%), где Me – медиана, (25% – 75%) – 25 и 75 перцентили. Для оценки статистической значимости различий между двумя группами применяли U-тест Манна-Уитни (M-W), между тремя и более группами – H-тест Крускала-Уоллиса (K-W). Результаты считали достоверно различными при уровне значимости  $p < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** На поверхности раневого канала (точка 3) у животных основной группы через 24 часа определялись выраженные

морфологические изменения (ИМИМш – 12 (10 – 13)), причем эти изменения оставались на постоянно высоком уровне, статистически значимо не меняясь (таблица 1). В группе сравнения отмечено высокое значение ИМИМш на поверхности раневого канала через 24 часа после ранения. В последующем выраженность этих изменений статистически значимо снижалась ( $p = 0,0264$ ) и уже 48 часов после ранения между всеми точками измерения не было статистически значимых различий (K-W,  $H = 0,5987$ ,  $p = 0,7413$ )

**Таблица 1.** Значения ИМИМш на поверхности раневого канала (точка 3)

	основная группа	группа сравнения	M-W	p
через 24 часа	12 (10-13)	11 (7-11)	1,3578	0,1745
через 48 часов	13 (13-13)	3 (3-5)	2,6111	0,0090
через 72 часа	13 (12-15)	4 (4-5)	2,6111	0,0090
K-W	3,5014	7,2667		
p	0,1736	0,0264		

Показатель ИМИМш в основной группе и в группе сравнения через 24 часа после ранения статистически значимо не отличался ( $p = 0,1745$ ), что связано с одинаковым диаметром ранящего снаряда. Однако через 48 и 72 часа показатели ИМИМш в основной группе были значимо выше. Более высокие значения были обусловлены не только наличием очаговых и выраженных некрозов мышечной ткани, но и выраженной воспалительной инфильтрацией, блокадой микроциркуляторного русла. Это свидетельствовало о постоянно высоком уровне морфологических изменений на поверхности раневого канала при огнестрельных ранениях, что обусловлено наличием зоны первичного некроза вокруг раневого дефекта в связи с большей кинетической энергией ранящего снаряда.

В тканях, прилегающих к ране (на расстоянии 1 см от раневого дефекта, точки 2 и 4), на протяжении всего исследуемого периода показатель ИМИМш у животных основной группы также значимо не изменялся (24 часа – 6,5 (6 – 7), 48 часов – 9,5 (4 – 12), 72 часа – 7,5 (6 – 12)), (K-W,  $H = 1,5965$ ,  $p = 0,4501$ ), превышая аналогичные значения в группе сравнения во всех временных интервалах. Немаловажным является тот факт, что в данной зоне происходит увеличение встречаемости блокады микроциркуляторного русла. Так, если через 24 часа после ранения изменения в МЦР встречались в 10% (в 1 из 10 препаратов), то через 72 часа после ранения данный показатель составил 40 %. Эти изменения могли стать причиной снижения процессов обмена кислорода в точках 2 и 4, выявленных при проведении оксиметрии.

Значения ИМИМш в периферических относительно раны участках (точки 1 и 5) в основной группе были значимо ниже, чем в стенках раневого канала (точки 2 и 4) (таблица 2).

**Таблица 2.** Значения ИМИМш в стенках раневого канала (точки 2 и 4) и в периферических участках мышц (точки 1 и 5)

	точки 2 и 4	точки 1 и 5	M-W	p
через 24 часа	6,5 (6-7)	4 (3-4)	3,7796	0,0002
через 48 часов	9,5 (4-12)	4 (4-5)	2,2678	0,0233
через 72 часа	7,5 (6-12)	6 (4-6)	2,3439	0,0191

При анализе содержания калия сыворотки крови (таблица 3) в группе сравнения значимых изменений между показателями в различные сроки после перенесенной травмы выявлено не было ( $p = 0,8288$ ), что мы связываем с небольшим объемом разрушенной мышечной ткани.

**Таблица 3.** Показатели концентрации калия у животных в различные сроки после травмы.

	основная группа	группа сравнения	p
Через 24 часа	18,5 (17,8 – 22,3)	4,02 (3,71 – 4,14)	< 0,05
Через 48 часов	31,3 (28,7 – 33,5)	4,1 (3,88 – 4,3)	< 0,05
Через 72 часа	17,8 (17,0 – 21,1)	3,76 (3,67 – 4,14)	< 0,05
K-W	6,74	0,375	
p	0,0344	0,8288	

В основной группе животных содержание калия было значимо выше, чем в группе сравнения, во всех изучаемых временных интервалах ( $p < 0,05$ ). При этом в динамике внутри основной группы наблюдались значимые изменения данного показателя ( $p = 0,0344$ ) с наиболее высоким уровнем калия через 48 часов после ранения с его последующим снижением.

Таким образом, учитывая условия проведения эксперимента, мы пришли к выводу, что выявленные изменения в концентрации калия связаны с более выраженным повреждением мышечной ткани при огнестрельных ранениях. Пиковое значение через 48 часов обусловлено, по нашему мнению, временем формирования зон первичного и вторичного некроза.

Более специфическим маркером повреждения скелетной поперечно-полосатой мышечной ткани является КФК, который также изучался в обеих группах (таблица 4). Как видно из представленных данных, динамика изменений КФК носит закономерный характер. В группе сравнения в первые 24 часа после травмы отмечалось значимое повышение уровня КФК сыворотки крови с последующим снижением. При огнестрельном ранении во все изучаемые временные интервалы показатели КФК были значимо выше, чем в группе сравнения ( $p < 0,05$ ). При этом в основной группе отмечалось значимое стойкое повышение данного показателя в первые 48 часов с пиком на 2-е сутки после травмы с последующим снижением его к 72 часам.

**Таблица 4.** Показатели КФК у животных в различные сроки после травмы.

	основная группа	группа сравнения	p
Через 24 часа	19940 (19920 – 23740)	13440 (7400 – 14000)	< 0,05.
Через 48 часов	36400 (36080 – 36440)	2200 (1180 – 2220)	< 0,05.
Через 72 часа	6140 (5320 – 10420)	1420 (1160 – 1480)	< 0,05.
K-W	12,5	8,06	
p	0,0019	0,0178	

Таким образом, изменения в показателях КФК подтвердили более выраженное повреждение мышечной ткани конечности при огнестрельных ранениях и временные параметры формирования зон первичного и вторичного некроза.

Известно, что появление миоглобина в сыворотке крови и/или в моче является достоверным показателем мышечной деструкции поперечно-полосатой мускулатуры. Учитывая чувствительность тест-систем в биохимической лаборатории, нами производился качественный анализ данного показателя.

В основной группе через 24 часа после травмы в 80% животных была положительная реакция на миоглобин, у 20% – слабоположительная. Через 48 часов после травмы положительная реакция на миоглобин отмечалась у 60% животных, слабоположительная – у 40%. Через 72 часа после ранения у всех животных основной группы наблюдался отрицательный результат. Мы считаем, что это связано с адсорбированием миоглобина в канальцевом аппарате почек с образованием конгломератов и частичной экскрецией с мочой. В группе сравнения реакция на миоглобин была отрицательной во все изучаемые временные интервалы.

Таким образом, изменения в показателях миоглобина крови также подтверждают более выраженное повреждение мышечной ткани конечности при огнестрельных ранениях. Так как диаметр ранящего снаряда в обеих группах был одинаков (5,6 мм), то больший объем повреждения мышц при огнестрельном ранении был обусловлен большей кинетической энергией пули, которая передавалась тканям, энергией бокового удара и временной пульсирующей полостью.

#### **Выводы:**

1. При огнестрельных ранениях отмечается более выраженное повреждение мышечной ткани по сравнению с неогнестрельной травмой, что подтверждается показателями биохимического анализа крови.

2. Наличие специфических факторов повреждения ранящим снарядом при огнестрельном ранении обуславливает тяжесть повреждения мышечной ткани, что подтверждается повышением индекса морфологических изменений в ткани (ИМИМШ).

*S. N. Pyvovarchyk*

### **CHANGES IN MUSCLE TISSUE IN GUNSHOT WOUNDS**

69-я научно-практическая конференция студентов и молодых ученых с международным участием «Актуальные проблемы современной медицины и фармации-2015»

---

*Tutors Associate professor A. P. Trukhan  
Department of military-field surgery  
Belarusian State Medical University, Minsk*

**Литература**

1. Елоев, Р. М. Современные подходы к диагностике и лечению огнестрельных ранений конечностей: автореф. дис. канд. мед. наук: 14.00.27; 14.01.15 / Р.М. Елоев; Ин-т усовершенствования врачей Мин. обороны Рос. Федерации. – М., 2010. – 24 с.
2. Ревской, А. К. Огнестрельные ранения конечностей / А. К. Ревской, А. А. Люфинг, В. К. Николенко. – М.: Медицина, 2007. – 272 с.