

instrumental methods: gait analysis, stabilometry. Moscow; 2007: 226–7 (in Russian)].

14. Косов И.С., Кожевников О.В., Михайлова С.А., Кралина С.Э., Каджая Л.К. К патогенезу рецидивирующей врожденной косолапости. Вестник травматоло-

гии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2011; 1: 48–54 [Kosov I.S., Kozhevnikov O.V., Mikhailova S.A., Kralina S.E., Kadzhaya L.K. On pathogenesis of recurrent congenital club foot. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova. 2011; 1: 48–54 (in Russian)].

Сведения об авторах: Косов И.С. — доктор мед. наук, зав. лабораторией клинической физиологии и биомеханики; Меркулов В.Н. — доктор мед. наук, профессор, зав. отделением детской травмы; Имяров Ш.Д. — аспирант отделения детской травмы; Михайлова С.А. — канд. мед. наук, ст. науч. сотр. лаборатории клинической физиологии и биомеханики.

Для контактов: Имяров Шухрат Дилмуратович. 127299, Москва, ул. Приорова, д. 10, ЦИТО. Тел.: +7 (968) 527–06–53. E-mail: Imyarov.shukhrat@mail.ru.

© Коллектив авторов, 2014

БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ В ОЦЕНКЕ ТЕЧЕНИЯ ТРАВМАТИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ ПРИ МНОЖЕСТВЕННЫХ ПЕРЕЛОМАХ КОСТЕЙ КОНЕЧНОСТЕЙ В УСЛОВИЯХ ЛЕЧЕНИЯ ПО ИЛИЗАРОВУ

Е.А. Киреева, М.В. Стогов, Д.В. Самусенко

ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, Курган, РФ

Изучена динамика концентрации продуктов белкового, углеводного, липидного, минерального обмена в сыворотке крови и суточной моче у 60 пациентов с закрытыми множественными переломами костей конечностей в процессе лечения по методу Илизарова. Активность щелочной фосфатазы, экскреция кальция и оксипролина, а также выраженность гипопротейнемии, гипокальциемии, гипохолестеринемии и гипертриглицеридемии в периоде ранних осложнений травматической болезни увеличивались соразмерно тяжести травмы. Обнаружено, что максимальные изменения в метаболическом статусе в периоде ранних осложнений травматической болезни наблюдались у пациентов, которым операция была проведена на 2-е–3-и сутки после травмы. Критериями оценки тяжести множественной травмы в ранние сроки травматической болезни являются: величина прироста уровня щелочной фосфатазы, выраженность гипокальциемии и гиперкальциурии. Длительное сохранение гипокальциемии и гиперкальциурии на фоне повышения содержания в крови мочевины на этапах травматической болезни является свидетельством нарушения процесса остеорепарации и требует медикаментозной коррекции.

Ключевые слова: множественные переломы, метод Илизарова, биохимия крови.

Biochemical Indices at Assessment of Traumatic Disease Course in Multiple Fractures of Extremity Bones When Treated by Ilizarov Technique

E.A. Kireeva, M.V. Stogov, D.V. Samusenko

Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia

Dynamics of concentration of the products of protein, carbohydrate, lipid and mineral metabolism in serum and daily urine was studied in 60 patients with multiple closed fractures of the extremities treated by Ilizarov technique. In the period of early traumatic disease complications alkaline phosphatase activity, calcium and hydroxyproline excretion, intensity of hypoproteinaemia, hypocalcemia, hypocholesterinemia and hypotriglyceridemia increased in proportion to injury severity. Maximum changes in metabolic status during the period of early traumatic disease complications were observed in patients been operated on 2nd–3rd days after injury. At early terms of traumatic disease the criteria for evaluation of multiple injury severity were the following: increase in alkaline phosphatase level, marked hypocalcemia and hypercalciuria. Long-term preservation of hypocalcemia and hypercalciuria on the background of blood urea increase at traumatic disease stages confirms the disturbance of osteoreparation and requires medicamentous correction.

Key words: multiple fractures, Ilizarov technique, blood biochemistry.

Большинство исследований, посвященных оценке тяжести состояния у больных с политравмой,

направлены на получение формул, позволяющих определять тяжесть травмы в остром периоде, при

поступлении пострадавшего в стационар [1, 2]. При этом наиболее распространенными являются интегративные шкалы (APACHE I-III, SAPS I-II и др.), учитывающие ряд физиологических параметров, биохимических показателей, значения газов крови, ее кислотно-основное состояние, и некоторые другие клинико-лабораторные данные [3, 4]. Однако репаративные процессы в мягких и особенно костной ткани протекают более длительно и не могут быть оценены при помощи этих шкал. В связи с тем что в более поздние периоды колебания жизненно важных констант внутренней среды организма становятся менее выраженными, растет значимость биохимических исследований. К числу последних относятся разработанные критерии оценки тяжести травмы на основе анализа веществ средней и низкой молекулярной массы, активности ферментов сыворотки, лептина, цитокинов и острофазовых белков и др. [5–11].

Цель исследования: охарактеризовать динамику биохимических показателей для оценки течения травматической болезни после периода острой реакции на травму при множественных переломах костей конечностей в ходе их лечения по Илизарову.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследовали биохимические показатели сыворотки крови и суточной мочи 60 пациентов (возраст от 18 до 60 лет) с закрытыми множественными переломами костей конечностей. Переломы костей конечностей у пациентов были представлены закрытыми диафизарными переломами длинных костей двух–трех сегментов. Лечение всех обследованных больных проводили с использованием аппарата Илизарова. Все пациенты были прооперированы в ургентном порядке при поступлении в РНЦ «ВТО» на 0–11-е сутки после травмы. В зависимости от тяжести травмы, которую оценивали с помощью шкалы ISS, пациенты были разделены на три группы: в 1-ю группу вошли пациенты, состояние которых соответствовало 9–15 баллам по ISS; во 2-ю — 16–24 баллам; в 3-ю — 25 и более баллов. На проведение клинического исследования получено разрешение комитета по этике при ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России.

Для оценки белкового и азотистого обмена в сыворотке крови определяли концентрации общего белка и мочевины. Изменения липидного обмена оценивали по концентрации общего холестерина и триглицеридов. Углеводный обмен изучали по динамике уровня лактата и пирувата в сыворотке крови. Минеральный обмен оценивали по содержанию в сыворотке крови общего кальция, неорганического фосфата, магния, хлоридов, а также по экскреции кальция и фосфата с суточной мочой. О процессах обмена органического компонента костного матрикса судили по динамике активности щелочной (ЩФ) и тартратрезистентного изо-

фермента кислой (ТрКФ) фосфатаз, а также по содержанию оксипролина в суточной моче. Состояние скелетных мышц и висцеральных органов оценивали по активности в сыворотке крови ферментов: креатинкиназы, лактатдегидрогеназы, аминотрансфераз (АсАТ, АлАТ).

Активность ферментов, концентрацию лактата, общего белка, мочевины, общего холестерина, триглицеридов, общего кальция, неорганического фосфата, магния, хлоридов в сыворотке крови и моче определяли на автоматическом биохимическом анализаторе Hitachi/ВМ 902, используя наборы реагентов фирмы «Vital Diagnostic» (Санкт-Петербург). В депротеинизированной сыворотке определяли концентрацию пирувата по реакции с 2,4-динитрофенилгидразином. Содержание оксипролина в суточной моче определяли по реакции с реактивом Эрлиха [12].

Обследования проводили в три этапа: в период ранних осложнений травматической болезни (2–3 нед после травмы; I этап), поздних проявлений (2–3 мес после травмы; II этап) и в восстановительный период (4 и более месяцев после травмы; III этап). При определении границ периодов травматической болезни использовали классификацию С.А. Селезнева [13].

Результаты исследования обрабатывали методами непараметрической статистики. Нормальность выборок определяли с помощью критерия Шапиро — Уилка. Достоверность различий между двумя выборками оценивали с помощью *W*-критерия Вилкоксона для независимых выборок. Достоверность межгрупповых различий определяли с помощью непараметрического критерия Крускала — Уоллиса с последующим множественным сравнением с использованием критерия Данна. Корреляционную зависимость между выборками, подчиняющимися закону нормального распределения, оценивали по критерию Пирсона, не подчиняющимся закону распределения, — по критерию Спирмена.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ результатов биохимического исследования сыворотки крови и суточной мочи пациентов (табл. 1) показал, что травматическая болезнь у пациентов с множественной травмой, независимо от ее тяжести, сопровождалась метаболическими перестройками, характерными для посттравматических состояний любого генеза. К таким изменениям в первую очередь относятся: рост фосфатазной активности, гипокальциемия, гиперкальциурия, оксипролинурия. Наряду с этим у обследованных пациентов отмечались характерные для стресс-синдрома любой этиологии системные обменные нарушения: гипопроteinемия, гиперлактатемия, дислипидемия (см. табл. 1).

Несмотря на общие закономерности проявления травматической болезни, были обнаружены и специфические изменения, зависящие от тяжести

Табл. 1. Биохимические показатели сыворотки крови и суточной мочи пациентов с множественными переломами в динамике травматической болезни в зависимости от тяжести травмы по шкале ISS (M±SD)

Показатель	Группа	Норма	Этап обследования		
			I	II	III
ЩФ, Е/л	1-я	70±23	94±21* ³	95±23*	96±22*
	2-я		119±20*	124±32*	75±31
	3-я		149±22* ¹	101±19*	114±66
ТрКФ, Е/л	1-я	4,20±0,70	4,69±0,70	4,65±1,16	4,48±1,37
	2-я		4,45±1,04	4,30±0,75	4,30±0,96
	3-я		3,50±1,47	4,45±0,35	6,00±2,55
Общий кальций крови, ммоль/л	1-я	2,42±0,13	2,26±0,13*	2,26±0,12*	2,29±0,20
	2-я		2,18±0,13*	2,30±0,20	2,17±0,21*
	3-я		2,26±0,05*	2,39±0,24	2,16±0,18*
Кальций мочи, ммоль/сутки	1-я	3,43±0,90	4,45±1,30 ³	6,48±1,58*	6,76±2,31*
	2-я		6,34±1,93*	5,30±1,20* ³	6,96±2,65*
	3-я		6,86±1,54* ¹	10,40±3,66* ²	5,38±1,97*
Оксипролин мочи, мкмоль/сутки	1-я	177±63	367±161*	420±180* ²	484±232*
	2-я		531±173*	620±120* ¹	668±84*
	3-я		509±151*	560±140*	514±156*
Общий белок, г/л	1-я	76±5	69±6*	72±6	76±6
	2-я		68±4*	69±4*	74±4
	3-я		67±6*	70±1*	75±6
Мочевина, ммоль/л	1-я	4,95±0,99	6,25±2,19	4,30±1,62	4,18±1,26
	2-я		4,64±1,36	3,94±0,92	4,50±0,32
	3-я		4,04±0,32	4,23±0,47	6,73±1,58
Лактат, ммоль/л	1-я	1,80±0,53	3,13±1,08*	3,25±0,66*	3,23±0,78*
	2-я		3,25±0,78*	3,00±0,70*	3,40±0,69*
	3-я		3,24±0,59*	3,34±0,17*	3,27±0,53*
Триглицериды, ммоль/л	1-я	1,82±0,45	1,22±0,53*	1,41±0,82	1,37±0,47
	2-я		1,47±0,48*	1,45±0,72	1,41±0,86
	3-я		1,84±0,50	1,28±0,10*	1,11±0,20*
Общий холестерин, ммоль/л	1-я	4,93±0,85	3,90±0,55*	4,02±0,75*	4,55±0,99
	2-я		3,86±0,68*	3,89±1,03*	3,90±0,86*
	3-я		3,63±0,92*	4,27±0,41*	4,19±0,37

Примечание. Представлены только те показатели, которые в процессе лечения изменялись статистически значимо. * — достоверность различий по сравнению с нормой при $p \leq 0,05$. Верхний индекс — номер группы, по сравнению с показателем которой на данном сроке наблюдения обнаружены значимые отличия при $p \leq 0,05$.

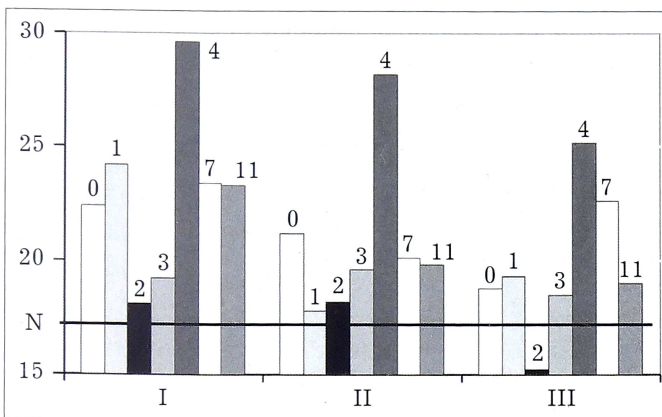
травмы. В частности, активность ЩФ, уровень экскреции кальция, величина оксипролинурии и гипертриглицеридемии, а также интенсивность гипопроteinемии, гипокальциемии и гипохолестеринемии в сроки 2–3 нед после травмы увеличивались соразмерно тяжести травмы. При этом уровень активности ЩФ закономерно возрастал с тяжестью травмы и в период поздних проявлений. Проведенный корреляционный анализ выявил, что из всех указанных показателей достоверная прямая корреляционная связь с тяжестью травмы, выраженной в баллах, обнаруживалась: в период ранних осложнений — для ЩФ ($r=+0,33$, $p=0,01$) и кальция мочи ($r=+0,34$, $p=0,01$), в период поздних проявлений — для ЩФ ($r=+0,44$, $p=0,01$), в восстановительный период — для мочевины ($r=+0,44$, $p=0,03$). При этом, если рост активности

ЩФ и увеличение экскреции кальция с мочой на первых двух этапах обследования в большей мере есть проявление тяжести травматического повреждения, то увеличение уровня мочевины на III этапе обследования, скорее всего, указывает на нарушения системной адаптации организма в посттравматическом периоде. В первом случае увеличение активности ЩФ и повышенная экскреция кальция с мочой в сроки до 3 мес после травмы могут служить маркерами тяжести травмы, во втором — длительное сохранение гиперкальциурии и гипокальциемии, а также накопление в крови мочевины спустя 3 мес после травмы могут являться ранними предикторами нарушений системной и местной регуляции остеогенеза с вероятностью замедления регенерации кости. И действительно, корреляционный анализ выявил, что уровень гипо-

кальциемии, а также увеличение содержания мочевины в крови на I и II этапах обследования значимо связаны с длительностью фиксации (выражена в сутках): r (Са крови/длительность фиксации) = $-0,51$ ($p=0,05$), r (мочевина крови/длительность фиксации) = $+0,53$ ($p=0,05$).

В целом динамика отдельных биохимических показателей у пациентов, ранжированных по тяжести травмы, в посттравматическом периоде имела следующие особенности: 1) несмотря на то, что прирост активности ЩФ в посттравматическом периоде у пациентов 1-й группы, в отличие от пациентов других групп, был наименьшим, высокая активность ЩФ у них сохранялась до 5–6 мес; 2) у пациентов 3-й группы к этому же времени развивалась гипокальциемия; 3) уровень общего белка в сыворотке крови пациентов 1-й группы был снижен только в периоде ранних осложнений травматической болезни, тогда как у пациентов 2-й и 3-й групп гипопроотеинемия сохранялась до 2–3 мес после травмы.

Анализ динамики биохимических показателей в зависимости от сроков начала остеосинтеза пос-



Изменения ИФ в сыворотке крови пациентов с множественными переломами в динамике травматической болезни в зависимости от сроков начала остеосинтеза.

По оси абсцисс — этапы обследования. Столбики — сроки остеосинтеза (сутки). N — значение нормы.

Табл. 2. Биохимические показатели сыворотки крови и суточной мочи пациентов, имеющие достоверные отличия от нормы у пациентов с множественными переломами в динамике травматической болезни в зависимости от сроков начала остеосинтеза

Начало остеосинтеза после травмы, сутки	Этап обследования		
	I	II	III
0	↓Са _к , ↓ОБ, ↑КК	↑Са _м	↑Са _м
1-е	↑КК, ↑Са _м , ↑мочевина	↑МК, ↓Са _к	↑Са _м
2-е	↑ЛДГ, ↑КК, ↑АсАТ, ↑АлАТ, ↓Са _к , ↓ОБ, ↑мочевина, ↑МК	↑МК, ↑Са _м , ↑ОП _м	↑МК
3-е	↑ЛДГ, ↑КК, ↑АсАТ, ↑АлАТ, ↓Са _к , ↓ОБ, ↑МК	↑ЛДГ, ↑МК, ↑Са _м	↑ЛДГ
4-е	↓МК, Са _к , ↓ОБ	↑МК	0
7-е	↑ЛДГ, ↑МК	↑Са _м	↑МК
11-е	↑ЛДГ, ↑МК	↑Са _к , ↑Са _м	↑МК

Примечание. ↑ — рост показателя, ↓ — снижение показателя, Са_к — кальций крови, Са_м — кальций мочи, КК — креатинкиназа, ЛДГ — лактатдегидрогеназа, МК — мочевая кислота, ОБ — общий белок, ОП_м — оксипролин мочи.

ле травмы обнаружил, что максимальные изменения метаболического статуса на первом этапе обследования наблюдались у больных, которым операция была проведена на 2–е–3–и сутки после травмы (табл. 2). У данных пациентов на I и II этапах обследования было достоверно изменено наибольшее количество показателей (8, 7 и 3 соответственно). Такие изменения, на наш взгляд, связаны с тем, что на 2–е–3–и сутки после травмы приходится пик катаболической фазы репаративных процессов и оперативное вмешательство в этот период, являясь дополнительным травмирующим фактором, повышает нагрузку на системы адаптации организма, что не только усугубляет естественный ход репарации, но и может приводить к срыву адаптационных ресурсов.

Отмеченная выше закономерность оказалась связана с динамикой индекса фосфатаз (ИФ) равного отношению ЩФ/ТрКФ и характеризующего соотношение остеосинтетических и остеорезортивных механизмов остеогенеза. Установлено, что у пациентов, которым остеосинтез был произведен на 2–е и 3–и сутки после травмы, отмечался минимальный рост ИФ (т.е. рост остеосинтетической активности) на этапах травматической болезни (см. рисунок). Максимальный же рост ИФ, свидетельствующий о значительной активации остеогенеза, наблюдался у пациентов, остеосинтез в ургентном порядке которым был осуществлен на 0–1–е или же 4–11–е сутки после травмы. Динамика ИФ, соответствующая оптимальному протеканию фаз костной репарации (значительный рост ИФ в период ранних осложнений травматической болезни с плавным снижением на последующих этапах) отмечался у больных, которым фиксацию начинали в течение суток после травмы или через 11 сут. При этом, если в первом случае (начало остеосинтеза в течение суток) такая динамика ИФ — это отражение естественного хода посттравматических метаболических изменений, совпадающих с этапами травматической болезни, то во втором (начало остеосинтеза через 11 сут) — свидетельство

того, что постоперационные метаболические сдвиги попадают в анаболическую фазу остеогенеза, т.е. тогда, когда значительные катаболические нарушения, вызванные травмой, уже стихают.

ВЫВОДЫ

1. Посттравматические метаболические изменения у пациентов с множественной травмой соответствуют общим закономерностям течения травматической болезни, отмеченным в литературе [14, 15].

2. С увеличением тяжести множественной травмы нарастает тяжесть нарушений минерального обмена, проявляющихся потерей кальция с мочой и усугубляющихся гипопропротеинемией.

3. Дополнительными критериями оценки тяжести множественной травмы в ранние сроки травматической болезни являются: величина прироста уровня ЩФ, а также интенсивность гипокальциемии и гиперкальциурии.

4. Длительное сохранение гипокальциемии и гиперкальциурии на фоне повышения в крови уровня мочевины на этапах травматической болезни является свидетельством нарушения остеорепарации и требует медикаментозной коррекции.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Цибин Ю.Н., Гальцева И.В., Рыбаков И.Р. Многофакторная оценка тяжести травматического шока в условиях клиники и ее прикладное значение: Методические рекомендации МЗ РСФСР. Л.: 1981 [Tsibin Yu.N., Gal'tsev I.V., Rybakov I.R. Multifactorial evaluation of traumatic shock in clinic and its applied significance: Methodical recommendations of RF Public Health Ministry. Leningrad, 1981 (in Russian)].
2. Gebhard F., Riepl C., Liener U.C., Kinzl L., Bruckner U.B. Volume replacement in trauma patients within the first 24 h and its impact on the interpretation of biochemical data. *Langenbecks Arch. Surg.* 2000; 385 (6): 406–11.
3. Dossett L.A., Redhage L.A., Sawyer R.G., May A.K. Revisiting the validity of APACHE II in the trauma ICU: Improved risk stratification in critically injured adults. *Injury.* 2009; 40 (9): 993–8.
4. Le Gall J.R., Lemeshow S., Saulnier F. A new simplified acute physiology score (SAPS II) based on a European/North American multicenter study. *JAMA.* 1993; 270 (24): 2957–63.
5. Жуков Ю.Б. Диагностическая и прогностическая роль среднемoleкулярных полипептидов при сочетанных повреждениях опорно-двигательной системы и головного мозга. Ортопедия, травматология и протезирование. 1997; 1: 42–6 [Zhukov Yu.B. Diagnostic and prognostic role of middle molecular weight polypeptides in concomitant injuries of loco-motor system and brain. *Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye.* 1997; 1: 42–6 (in Russian)].
6. Кокханов А.В., Белопасов В.В., Метелкина Е.В., Демичев Н.П., Ларионов А.А., Суринов Д.Б. Взаимосвязь уровней сывороточных, острофазовых белков и онкомаркеров с количественной оценкой тяжести травмы и общего состояния пострадавших. Клиническая лабораторная диагностика. 2008; 9: 40а–40 [Kokhanov A.V., Belopasov V.V., Metyolkina E.V., Demicheva N.P., Lari-onov A.A., Surinov D.B. Association of the levels of serum acute phase proteins and oncomarkers with the quantitative assessment of injury severity and general condition in victims. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika.* 2008; 9: 40a–40 (in Russian)].
7. Лунова С.Н., Ткачук Е.А., Стогов М.В. Биохимические показатели в оценке репаративного остеогенеза у пациентов с различными типами скелетной травмы. Гений ортопедии. 2010; 1: 112–5 [Lunyova S.N., Tkachuk E.A., Stogov M.V. Biochemical measurements in reparative osteogenesis evaluation in patients with skeletal trauma of different types. *Geniy ortopedii.* 2010; 1: 112–5 (in Russian)].
8. Мамеев В.И. Чрескостный остеосинтез и возможности прогнозирования исходов лечения последствий переломов костей. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2008; 3: 25–30 [Mamaev V.I. Transosseous osteosynthesis and potentialities for outcome prognosis in treatment of bone fracture sequelae. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova.* 2008; 3: 25–30 (in Russian)].
9. Устьянцева И.М. Лабораторная диагностика при политравме. Политравма. 2008; 4: 51–9 [Ust'yantseva I.M. Laboratory diagnostics in polytrauma. *Politravma.* 2008; 4: 51–9 (in Russian)].
10. Shabat S., Nyska M., Eintacht S., Lis M., Bogomolni A., Berner Y. et al. Serum leptin level in geriatric patients with hip fractures: possible correlation to biochemical parameters of bone remodeling. *Arch. Gerontol. Geriatr.* 2009; 48 (2): 250–3.
11. Weisman S.M., Matkovic V. Potential use of biochemical markers of bone turnover for assessing the effect of calcium supplementation and predicting fracture risk. *Clin. Ther.* 2005; 27 (3): 299–308.
12. Bergman I., Lexley R. Two improved and simplified methods for the spectrophotometric determination of hydroxyproline. *Anal. Chem.* 1963; 12: 1961–5.
13. Селезнев С.А., Багненко С.Ф., Шапота Ю.Б., Курьгина А.А., ред. Травматическая болезнь и ее осложнения. СПб.: Политехника; 2004 [Seleznyov S.A., Bagnenko S.F., Shapota Yu.B., Kurygina A.A., ed. Traumatic disease and its complications. St. Petersburg: Politekhnik; 2004 (in Russian)].
14. Сидоркина А.Н., Сидоркин В.Г. Биохимические аспекты травматической болезни и ее осложнений. Н. Новгород: НИИТО; 2007 [Sidorkina A.N., Sidorkin V.G. Biochemical aspects of traumatic disease and its complications. N. Novgorod: NNIITO; 2007 (in Russian)].
15. Дерябин И.И., Насонкин О.С., ред. Травматическая болезнь. Л.: Медицина; 1987 [Deryabin I.I., Nasonkin O.S., eds. Traumatic disease. Leningrad: Meditsina; 1987 (in Russian)].

Сведения об авторах: Киреева Е.А. — канд. биол. наук, старший науч. сотр. лаборатории биохимии; Стогов М.В. — доктор биол. наук, вед. науч. сотр. лаборатории биохимии; Самусенко Д.В. — канд. мед. наук, зав. научно-клинической лабораторией боевой травмы.

Для контактов: Киреева Елена Анатольевна. 640014, Курган, ул. М. Ульяновой, д. 6, РНЦ «ВТО». Тел.: тел. 8 (3522) 45-05-38. E-mail: ea_tkachuk@mail.ru.