

Рис. 5. Рентгенограми правого колінного суглоба після уніконділярного ендопротезування: пряма (а) та бокова проекція (б)

відновлення рухів відповідали аналогічним показникам у хворих з остеоартритом іншої етіології, яким ми виконували уніконділярне ендопротезування колінного суглоба. Повне навантаження на оперовану кінцівку було дозволено з 3-ї післяопераційної доби, хворий був виписаний із стаціонару на 6-ту добу після операції з доопераційним обсягом рухів у оперованому суглобі.

Висновки

Питання ендопротезування суглобів нижніх кінцівок у хворих з остеоартритом на ґрунті хондродисплазії при поліло-

кальних порушеннях осі кінцівок є мало висвітленим та дискусійним, але потребує розробки через наявність таких пацієнтів та відсутність етіологічної терапії. Отриманий нами найближчий результат уніконділярного ендопротезування не може бути підставою для остаточних висновків, але сподіваємося, що викладена нами тактика лікування допоможе удосконалити підхід до хірургічного лікування хворих цієї категорії.

Література

1. *Al Kaissi A.* Progressive joint limitations as the first alarming signs in a boy with short — limbed dwarfism : A case report / *Al Kaissi A., Klausbojer K., Grill F.* // *Cases Journal.* — 2008. — Vol. 1. — P. 112–116.
2. An Online Catalog of Human Genes and Genetic Disorders // <http://www.omim.org>.
3. *Benazzo F.* Unicompartment Knee Arthroplasty : From Primary to Revision Surgery / *F. Benazzo, S.M. P. Rossi* // In : *European Instructional Lectures / Editor George Bentley.* — New York Dordrecht London : Springer Heidelberg, 2013. — Vol. 13. — P. 259–267.
4. Employing Molecular Genetics of Chondrodysplasias to Inform the Study of Osteoarthritis / *Kanmu P., Bateman J.F., Belluoccio D., Fosang A.J., Savarirayan R.* // *Arthritis & Rheumatism.* — 2009. — Vol. 60, № 2. — P. 325–334.
5. *Lewis J.R. P.* Bilateral hip replacement in three patients with lysosomal storage disease : Mucopolysaccharidosis type IV and Mucopolipidosis type III / *J.R. P. Lewis, P.H. Gibson* // *J. Bone Jt Surg.* — 2010. — Vol. 92-B. — P. 289–292.
6. *Matsui Y.* Genetic basis for skeletal disease. Genetic defects in chondrodysplasia / *Y. Matsui* // *Clin. Calcium.* — 2010. — Vol. 20, № 8. — P. 1182–1189.
7. *Primer on the Rheumatic Diseases (13th ed.) / Klippel J.H., Stone J.H., Crofford L.J. [et al.]; John H. Klippel (Eds.)* // © Springer Science+Business Media, LLC. — New York, USA, 2008. — 724 p.
8. *Sablman J.* Chondrodysplasias caused by defects in the Col2a1 gene / *J. Sablman* // *Kuopion Yliopiston.* — Kuopio, 2007. — 86 p.
9. Total hip arthroplasty for a patient with angel-shaped phalango-epiphyseal dysplasia (ASPED). A Case Report / *Warasbina H., Sfkano S., Kitamura S. [et al.]* // *Nagoya J. Med. Sci.* — 2002. — Vol. 65. — P. 103–107.

УДК 616.833.58-089.844-092.9

ОСОБЛИВОСТІ ОБМІНУ ЖИРНИХ КИСЛОТ ПІСЛЯ ТРАВМИ ПЕРИФЕРІЙНОГО НЕРВА У ЩУРІВ

В. В. Гайович¹, О. М. Макаренко², С. І. Савосько²

¹ДУ “Інститут травматології та ортопедії НАМН України”, м. Київ

²Національний медичний університет ім. О. О. Богомольця, м. Київ, Україна

THE PECULIARITIES OF FATTY ACID METABOLISM AMONG THE RATS WITH PERIPHERAL NERVE POST INJURIES

V.V. Gayovich, O.M. Makarenko, S.I. Savosko

The problem of recovery of denervation of skeletal muscle is one of the most urgent problems of modern medicine. Denervation of skeletal muscle is not only limited by proteolysis but induces changes in fatty acid (FA) metabolism as well.

The main objective of the study was focused on FA metabolism transformations caused by traumatic injury of peripheral nerves of various location.

Experiments were performed on 37 white male WKY rats. Animals were divided into 3 groups: I-control group (n=5); II-a group of rats with distal nerve injuries of front (n. medianus, n=8) and hind limbs (n. ischiadicus, n=8); III-a group with proximal nerve injuries of front (n. medianus, n=8) and hind limbs (n. ischiadicus, n=8). A month after sciatic nerve neurotomy we studied changes of FA in front and hind limbs. Comparison of the results was performed on the basis of non-parametric Mann-Whitney U-test.

In hind limb muscles after sciatic nerve neurotomy levels of C4–C13 FA were reduced correspondingly by 10.2% and 19.5%. In front limbs they increased by 13.0% after the proximal neurotomy, and were reduced by 26% after distal neurotomy. The level of omega-3, -6, -9 unsaturated FA decreased in both types of nerve injury of the front limbs (9.6% and 11.3%), and after sciatic nerve injury only in the distal injuries to 8.4%. However, the overall level of FA had no statistically significant difference between the groups under study. Traumatic injury and prolonged skeletal muscle denervation causes redistribution of saturated and unsaturated FA, synthesis of C4–C13 intermediate metabolic fragments, the highest rates of which occur in the front limbs with proximal peripheral nerve injury.

Key words: injury nerve, skeletal muscle, biochemistry, metabolism, fatty acid.

ОСОБЕННОСТИ ОБМЕНА ЖИРНЫХ КИСЛОТ ПОСЛЕ ТРАВМЫ ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО НЕРВА У КРЫС

В. В. Гайович, А. Н. Макаренко, С. И. Савосько

Проблема восстановления денервированных скелетных мышц является одной из актуальных в современной медицины. Денервация скелетных мышц не ограничивается протеолизом и вызывает изменения жирнокислотного (ЖК) обмена.

Целью исследования являлось изучение изменения обмена ЖК при травматическом повреждении периферических нервов различной локализации.

Опыты проводились на 37 белых крысах-самцах линии WKY. Животные были разделены на 3 основные группы: I группа — контрольная (n=5); II группа — с дистальным повреждением нерва передней (n. medianus, n=8) и задней конечности (n. ischiadicus, n=8); III группа — с проксимальной невротомией нервов передней (n. medianus, n=8) и задней конечности (n. ischiadicus, n=8). Через 1 месяц после невротомии седалищного нерва изучали изменения обмена ЖК в передних и задних конечностях. Сравнение полученных результатов проводили с помощью непараметрического U-критерия Манна-Уитни.

В мышцах задних конечностей после невротомии седалищного нерва уменьшается уровень короткоцепочечных C4–C13 ЖК на 10,2% и 19,5%. При травме нервов передних конечностей увеличивается их уровень на 13,0% при проксимальной невротомии, а при дистальной — уменьшается на 26%. Уровень омега-3, -6, -9 ненасыщенных ЖК уменьшается при обоих видах повреждений нервов передних конечностей (на 9,6% и 11,3%), а после травмы седалищного нерва лишь при дистальной травме — на 8,4%. Однако, общий уровень ЖК не имел статистически значимой разницы между исследуемыми группами. Травматическое повреждение и длительная денервация скелетных мышц вызывает перераспределение насыщенных и ненасыщенных ЖК, образования высших ЖК с C4–C13 промежуточных метаболитических фрагментов, наибольшие темпы которых происходят в передних конечностях при проксимальной травме периферического нерва.

Ключевые слова: травма нерва, скелетные мышцы, биохимия, метаболизм, жирные кислоты.

Вступ

Відновлення денервованих скелетних м'язів є однією з актуальних і інтенсивно розроблюваних проблем сучасної медицини. Проблема реіннервації м'язів на тлі застарілої травми периферійних нервів стоїть дещо окремо щодо пошкоджень нервів та м'язів у гострому періоді травматичної хвороби [5, 11].

Пошкоджені м'язи відновлюються за рахунок власних регенеративних можливостей м'язової тканини, або потребують терапевтичної корекції, особливо при "високих" (проксимальних) травмах нервів. Цілком зрозуміло, що чим краще регенерує периферійний нерв, тим менше вірогідність вторинних і відтермінованих пошкоджень м'язів кінцівок [10]. Додаткова терапевтична підтримка м'язів сприятиме і більш швидкому їх відновленню по за-

вершенні реабілітації [1, 2]. Це особливо важливо в умовах повторних хірургічних втручань з приводу незадовільної регенерації нервів. У разі тривалої гіподинамії бажано використовувати підходи, що, з одного боку, перешкоджають вторинному дисметаболічному пошкодженню м'язової тканини, а з іншого — прискорюють відновлення денервованих м'язів [3, 4, 12]. Очевидно, що травматичне пошкодження скелетних м'язів супроводжується протеолізмом та втратою маси останніх, проте жирнокислотний обмін та його корекція залишаються остаточно не вивченими.

Жирні кислоти класифікують на насичені (НЖК) і ненасичені (ННЖК), при цьому поліненасичені (ПНЖК) є незамінними і отримуються легше з раціоном. Омега-3 ПНЖК беруть участь в утворенні тромбоксанів і простагландинів, мають протизапальний, антикоагулянтний,

антиаритмічний і ліпідокоригуючий вплив [6, 7]. Жирнокислотний метаболізм м'язів і жирної тканини різко змінюється при фізичному навантаженні і травматичному пошкодженні, протягом яких жирні кислоти вилучаються з позаклітинних і внутрішньоклітинних джерел для відновлення та компенсації порушеного метаболізму [8, 9]. Проте аналіз змін жирнокислотного обміну НЖК і ПНЖК при різних травматичних ушкодженнях нервів не проводили, що визначає актуальність таких досліджень з метою корекції метаболічних розладів ушкоджених м'язів.

Мета дослідження — вивчити зміни жирнокислотного обміну при травматичному пошкодженні периферійних нервів різної локалізації.

Матеріали і методи

Були виконані досліди на 37 білих нелінійних щурах-самцях лінії WKY вагою 200–215 г. Дослідні тварини були розподілені на 3 основні групи:

- *I група* — контрольна (n=5);
- *II група* — з дистальним пошкодженням нерва передньої (*n. medianus*, n=8) і задньої кінцівки (*n. ischiadicus*, n=8);
- *III група* — з проксимальною невротомією нервів передньої (*n. medianus*, n=8) і задньої кінцівки (*n. ischiadicus*, n=8) (рис. 1).

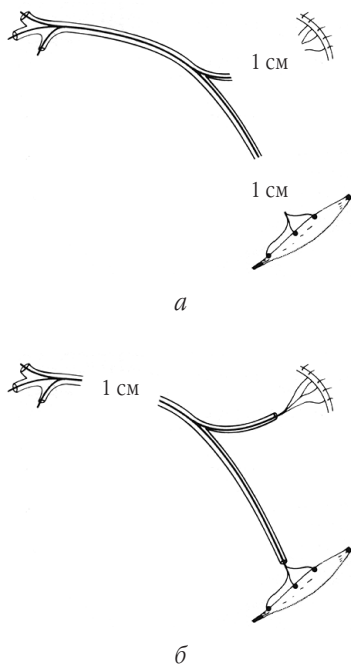


Рис. 1. Схема моделювання травматичного ушкодження периферійного нерва передньої і задньої кінцівки щура: дистальна (а) і проксимальна травма (б)

Усі оперативні втручання були виконані під відповідною премедикацією (тіопентал натрію, 60 мг/кг, внутрішньочеревинно). Оперативний доступ виконували в середньо-верхній третині передньої і задньої кінцівки щура — розсікали м'які тканини, виділяли і перерізували периферійний нерв. Після цього рану зрошували розчином антибіотиків (Біцилін-3, “Київмедпрепарат”) і зашивали наглухо. Рани у тварин після операції загоювались первинним натягом. Тварини знаходились у віварії на звичайному раціоні. Усі маніпуляції проводили з дотриманням існуючих норм біоетики [Guide].

Через 1 місяць після операції щурів повторно наркотизували тіопенталом натрію та здійснювали видалення і підготовку оточуючої м'язи жирової тканини для біохімічного дослідження. Окремо досліджувались скелетні м'язи передньої і задньої кінцівки тварин. Порівнювали отримані результати за допомогою непараметричного U-критерію Манна-Уїтні.

Результати та їх обговорення

Проведене дослідження показало, що в жировій тканині травматично пошкодженій кінцівці змінюється розподіл НЖК і ПНЖК жирних кислот. У м'язах задніх кінцівок після невротомії сідничного нерва рівень коротколанцюгових С4–С13 ЖК зменшується в середньому на 10,2% і 19,5% (рис. 2, таблиця), при травмі нервів передніх кінцівок — збільшується на 13,0% при проксимальній невротомії, а при дистальній — зменшується на 26%. Рівень омега-3, -6, -9 ПНЖК зменшується при обох видах ушкодження нервів передніх кінцівок (на 9,6% і 11,3%), а після травми сідничного нерва лише при дистальній травмі — на 8,4%.

Порівнюючи зміни загального рівня НЖК у передніх і задніх кінцівках, суттєвої різниці не встановлено, лише відмічено, що в передніх кінцівках за умов проксимальної травми сідничного нерва більшою мірою ніж при дистальній травмі, відбуваються зміни обміну ЖК. Зокрема, вміст міристинової і гептадеканової кислот порівняно із контролем зростає на 55,6% і 120%, у той час як при дистальній травмі — на 7,0% і 83,3%. При цьому встановлено зменшення рівня арахінової кислоти в передніх кінцівках при проксимальній і дистальній травмі на 40,8% і 21,3%, а в задніх кінцівках лише при дистальній травмі — на 20,6%. Вміст інших ЖК суттєво відрізнявся між групами щурів, у результаті чого загальний вміст ПНЖК не показав статистично значимої різниці між досліджуваними групами.

Отже, перерозподіл вмісту насичених і ненасичених ЖК можна вважати проявом активації метаболічних процесів у відповідь на травму і денервацію м'язів, що визначаються локалізацією травми нерва. Активація синтезу деяких коротколанцюгових і довголанцюгових ЖК відбувається у випадку проксимальної травми нерва і більшою

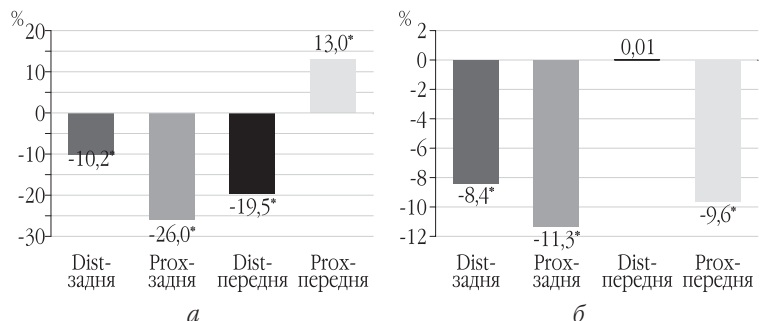


Рис. 2. Зміни вмісту коротких С4–С13 (а) і омега-3, -6, -9 ненасичених (б) жирних кислот при травмі периферійних нервів (% порівняно до контролю); * достовірно до контролю (p<0,05)

Таблиця

Зміни вмісту жирних кислот (ммоль/л) після травми периферійного нерва

Типи жирних кислот		Контроль	Дистальна травма кінцівки		Проксимальна травма кінцівки	
			задня	передня	задня	передня
Проміжні фрагменти синтезу ЖК	C 4	0,107±0,01	0,090±0,006	0,073±0,004*	0,054±0,003**	0,112±0,006**
	C 6	0,025±0,001	0,026±0,001	0,027±0,001	0,017±0,002**	0,054±0,005**
	C 8	0,022±0,001	0,023±0,0009	0,024±0,001	0,027±0,001	0,038±0,004**
	C 10:0	0,124±0,05	0,071±0,01*	0,063±0,01*	0,053±0,003**	0,082±0,009*
	C 11:0	0,035±0,02	0,016±0,006*	0,007±0,001*	0,014±0,001*	0,014±0,001**
	C 12:0	0,145±0,08	0,172±0,01	0,136±0,01	0,180±0,005	0,168±0,01
	C 13:0	0,010±0,0008	0,016±0,001	0,017±0,001	0,024±0,002**	0,054±0,002**
Міристинова	C 14:0	1,351±0,05	1,540±0,03*	1,446±0,03*	1,452±0,02*	2,103±0,05**
Міристоолеїнова	C 14:1	0,070±0,04	0,049±0,007*	0,024±0,003*	0,119±0,04**	0,139±0,07**
Пентадеканова	C 15:0	0,208±0,006	0,319±0,02*	0,299±0,007	0,252±0,01**	0,192±0,002**
Пальмітинова	isoC 16:0	0,048±0,01	0,092±0,005*	0,091±0,002*	0,055±0,01**	0,032±0,01**
	C 16:0	22,778±1,58	23,447±0,59	23,989±0,89	22,779±0,72	25,812±1,36
Пальмітоолеїнова	C 16:1 т	0,257±0,02	0,523±0,02*	0,533±0,02*	0,429±0,01*	0,476±0,04*
	C 16:1с	3,775±0,904	8,061±0,07*	8,539±0,278*	3,643±0,13**	7,508±0,27*
Гептадеканова	C 17:0	0,005±0,0005	0,064±0,02*	0,006±0,0005	0,011±0,001**	0,011±0,001**
Гептадеценева	C 17:1	0,241±0,00	0,294±0,006	0,267±0,013	0,271±0,02	0,198±0,03
Стеаринова	C 18:0	6,081±0,26	3,540±0,27*	3,935±0,097*	5,064±0,06**	4,505±0,27
Олеїнова	C 18:1 н9 т	0,294±0,05	0,232±0,17	0,336±0,019*	0,424±0,01**	0,551±0,03**
	C 18:1 н9с	32,131±1,23	35,458±0,76	34,944±1,04	33,667±0,72	37,155±1,41
Лінолева	C 18:2 н6 т	0,055±0,001	0,104±0,01*	0,113±0,005*	0,06±0,005**	0,114±0,005*
	C 18:2 н6с	29,782±3,41	21,274±0,55	19,835±0,77*	28,368±0,62	18,442±0,29*
Ліноленова	C 18:3 н6	0,405±0,01	0,257±0,01*	0,286±0,007*	0,436±0,02**	0,446±0,02**
	C 18:3 н3	0,443±0,05	0,455±0,02	0,457±0,03	0,398±0,007	0,306±0,03
Арахінова	C 20:0	0,693±0,13	0,550±0,05*	0,545±0,03*	0,627±0,02	0,417±0,04*
Ейкозенова	C 20:1	0,587±0,03	0,720±0,02*	0,756±0,02*	0,629±0,03*	0,437±0,03**
C4–C13		0,47±0,11	0,41±0,04*	0,34±0,03*	0,37±0,02*	0,52±0,01*
Насичені жирні кислоти		31,1±1,24	29,6±0,35	30,3±0,85	30,24±0,72	33,07±1,65
Ненасичені жирні кислоти		68,04±1,45	67,43±0,83	66,09±1,03	68,44±0,75	65,77±1,64
Усього:		99,68±0,32	97,40±1,07	96,75±1,85	99,06±0,25	99,37±3,27

* Достовірно до контролю (p<0,05); **достовірно до групи щурів із дистальною травмою (p<0,05).

мірою в тканинах передньої кінцівки, головним чином за рахунок насичених C6, C8, C13, C17 і ненасичених C14:1 та C18:1 ЖК. Зменшення рівня коротколанцюгових і збільшення довголанцюгових ЖК корелюють у передніх і задніх кінцівках при обох моделях травмування периферійного нерва і можна пояснити активацією синтезу останніх із коротких жирнокислотних фрагментів. В цілому описані зміни жирнокислотного обміну були поліморфними і не вплинули на загальний рівень насичених і ненасичених ЖК і не можуть однозначно свідчити про тенденцію патологічного процесу при травмі периферійного нерва, однак найбільш динамічно вони розвиваються за умов ушкодження нервів передніх кінцівок.

Висновки

1. Метаболічні зміни в скелетних м'язах на тлі травми периферійного нерва супроводжуються не лише

значною інтенсивністю протеолізу, змін ферментативних систем енергетичного обміну, але й обміну жирних кислот. Активація жирнокислотного обміну превалює в тривало денервованих скелетних м'язах передніх кінцівок при проксимальній та дистальній невротомії.

2. Травматичне пошкодження та тривала денервація скелетних м'язів викликає перерозподіл насичених і ненасичених жирних кислот на рівні утворення довголанцюгових їх форм із C4–C13 проміжних метаболічних фрагментів, найбільші темпи яких відбуваються в передніх кінцівках при проксимальній травмі периферійного нерва.

3. Результати досліджень змін вільних жирних кислот можуть бути використані для досліджень динаміки дистрофічних змін і відновлення скелетних м'язів, а також можуть знайти застосування в медицині при розробці фармакологічних препаратів, оскільки показано, що вільні жирні кислоти залучені в розвиток різних патологічних явищ при тривалій денервації м'язів.

Література

1. Сидорович Р.Р. Восстановление активного сгибания предплечья при травматическом повреждении плечевого сплетения путем транспозиции широчайшей мышцы спины / Р.Р. Сидорович // Здоровоохранение. — 2004. — № 8. — С. 42–45.
2. Ходулев В.И. Вклад передней группы мышц предплечья в формирование М-ответа с разгибателя пальцев при стимуляции точки Ерба / В.И. Ходулев, В.В. Пономарев // Достижения медицинской науки Белоруссии. — 2004. — № 9. — С. 29–30.
3. Шенжман Б.С. Структурно-метаболическая пластичность скелетных мышц млекопитающих в условиях гипокинезии и невесомости // Авиакосмич. и экологич. медицина. — 2002. — № 3. — С. 3–13.
4. Эделева Н.К. Реакция скелетных мышц и эндокринных органов на ограничение двигательной активности / Эделева Н.К., Петрова Н.И., Стельникова И.Г. // Морфология. — 1998. — № 3. — С. 136.
5. Boabene K.D. Principles and biomechanics of muscle tendon unit transfer : application in temporalis muscle tendon transposition for smile improvement in facial paralysis / K.D. Boabene // Laryngoscope. — 2013. — Vol. 123, № 2. — P. 350–355.
6. Effect of conjugated linoleic acid and omega-3 fatty acid supplementation on inflammatory and oxidative stress markers in atherosclerotic patients / Hassan Eftekhari M., Aliasghari F., Babaei-Beigi M. A., Hanzadeh J. // ARYA Atheroscler. — 2013. — Vol. 9, № 6. — P. 311–318.
7. Flachs P. The effect of n-3 fatty acids on glucose homeostasis and insulin sensitivity / Flachs P., Rossmeisl M., Kopecky J. // Physiol. Res. — 2014. — Vol. 63 (Suppl. 1). — P. S93–S118.
8. Frayn K.N. Fatty acid metabolism in adipose tissue, muscle and liver in health and disease / Frayn K.N., Arner P., Yki-Järvinen H. // Essays Biochem. — 2006. — Vol. 42. — P. 89–103.
9. Guide for the Care and Use of Laboratory Animals. — National Academy Press : Washington, D. C., 1996. — 136 p.
10. Muscle reinnervation in one or two stages? : experimental study in rats with end-to-side nerve graft / Bersaneti J. A., Viterbo F., Jorge J., Denadai R. // Acta Cir. Bras. — 2012. — Vol. 27, № 12. — P. 841–847.
11. Role of wrist arthrodesis in patients receiving double free muscle transfers for reconstruction following complete brachial plexus paralysis / Addosooki A., Doi K., Hattori Y., Wabegaonkar A. // J. Hand Surg. — 2012. — Vol. 37-A, № 2. — P. 277–281.
12. Ting J.Y. Acute severe non-traumatic muscle injury following reperfusion surgery for acute aortic occlusion : case report / Ting J.Y., Debdary A. // Int. J. Emerg. Med. — 2011. — Vol. 4, № 1. — P. 20.

УДК 616.718-001.5:612.015.3

МЕТАБОЛИЗМ ОСТРОФАЗНЫХ БЕЛКОВ У БОЛЬНЫХ С ТРАВМОЙ ДЛИННЫХ КОСТЕЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

С. Магомедов, С.И. Герасименко, Б.П. Бойчук,
О.Ф. Криницькая, Е.Н. Кравченко, М.А. Аршулик
ГУ «Институт травматологии и ортопедии НАМН Украины», г. Киев

METABOLISM OF ACUTE-PHASE PROTEINS IN PATIENTS WITH TRAUMA OF THE LOWER EXTREMITIES LONG BONES

S. Magomedov, S.I. Gerasimenko, B.P. Boychuk, O.F. Krinitskaya, E.N. Kravchenko, M.A. Arshulik

The biochemical parameters of blood serum in patients with fractures of the lower extremities were investigated in the dynamics.

On the basis of received data about changes in indicators of acute-phase proteins fractions concentrations before and after surgery the possibility of their use for the diagnosis and monitoring the degree of destructive changes in the lesion was determined.

Key words: C-reactive protein, haptoglobin, ceruloplasmin, injuries of lower limb bones.

МЕТАБОЛІЗМ ГОСТРОФАЗНИХ БІЛКІВ У ХВОРИХ З ТРАВМОЮ ДОВГИХ КІСТОК НИЖНІХ КІНЦІВОК

С. Магомедов, С.І. Герасименко, Б.П. Бойчук, О.Ф. Криницька, О.М. Кравченко, М.А. Аршулік

Представлено результати дослідження біохімічних показників сироватки крові у хворих з переломами кісток нижніх кінцівок у динаміці.

На підставі отриманих даних про зміну показників концентрацій фракцій гострофазних білків до і після оперативного лікування визначали можливість використання їх для діагностики та контролю ступеня деструктивних змін в осередку ураження.

Ключові слова: С-реактивний білок, гаптоглобін, церулоплазмін, травми кісток нижніх кінцівок.