

17. Hodgson, C. S. (2007). To FAST or Not to FAST? Stroke, 38 (10), 2631–2632. doi: 10.1161/strokeaha.107.488809  
18. Ozdemir, O., Giray, S., Arlier, Z., Baş, D. F., Inanc, Y., Colak, E. (2015). Predictors of a Good Outcome after Endovascular Stroke Treatment with Stent Retrievers. The Scientific World Journal, 2015, 1–9. doi: 10.1155/2015/403726

19. Šaňák, D., Herzig, R., Zapletalová, J., Horák, D., Král, M., Školoudík, D. et. al (2011). Predictors of good clinical outcome in acute stroke patients treated with intravenous thrombolysis. Acta Neurologica Scandinavica, 123 (5), 339–344. doi: 10.1111/j.1600-0404.2010.01401.x

Дата надходження рукопису 12.11.2015

**Паснок Анжеліка Володимирівна**, доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри невропатології та нейрохірургії, Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, вул. Пекарська, 69, м. Львів, Україна, 79010  
E-mail: a.payenok@gmail.com

**Пришляк Галина Михайлівна**, завідувач, II неврологічне відділення, Комунальна міська клінічна лікарня швидкої медичної допомоги, вул. І. Миколайчука, 9, м. Львів, Україна, 79059  
E-mail: galynapr@ukr.net

**Мельнічек Іванна Михайлівна**, кафедра невропатології та нейрохірургії, Львівський національний медичний університет ім. Данила Галицького, вул. Пекарська, 69, м. Львів, Україна, 79010  
E-mail: melnichek25@meta.ua

УДК 616.717.4/.6:616.718.5/.6-001.514]-07-089-037-036.8

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.56681

## ЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОДИАГНОСТИКИ КОСТНОЙ ТКАНИ ПРИ ВЫБОРЕ ТАКТИКИ ЛЕЧЕНИЯ ОТКРЫТЫХ ПЕРЕЛОМОВ КОСТЕЙ КОНЕЧНОСТЕЙ

© Т. М. Павлова, Н. И. Березка, Е. Е. Перепелица

*Применение устройства мультиметр цифровой UT70B и методики определения электрического сопротивления костной ткани для определения нарушений ее структурно-функционального состояния при открытых диафизарных переломах костей конечностей на ранних этапах госпитализации. Проведена клиническая апробация у 73 больных при травмах разной степени тяжести. Определена степень жизнеспособности костных фрагментов. Доказана целесообразность применения данной методики и выбора лечебной тактики по разработанной шкале*

**Ключевые слова:** *электродиагностика кости, метод металлоостеосинтеза, результаты лечения открытых переломов костей конечностей*

*The use of UT70B digital multimeter instrument and methods of determination of the bone tissue electric resistance for detection of disorders of its structural and functional state at the open diaphyseal fractures of extremity bones at early stages of hospitalization. There was carried out the clinical approbation in 73 patients with injuries of the different severity. There was determined the degree of bone fragments vital capacity. There was proved the reasonability of the use of this method and the choice of treating tactics on elaborated scale.*

**Methods.** *Within the research there were examined 73 patients with open diaphyseal fractures of extremity bones who underwent electrodiagnosis of structural and functional state of the bone tissue by previously elaborated method, at hospitalization, in the first hours after injury. 59 patients with open diaphyseal fractures of extremity bones did not undergo electrodiagnosis. At diagnosis there were used AO/ASIF and Gustilo – Anderson classifications for all patients.*

**Results.** *The results of examination of 73 patients with open diaphyseal fractures of extremity bones of the different severity testify that the use of early diagnostics of disorders of structural and functional state of the bone tissue give a possibility to choose the type of osteosynthesis that allow to improve the anatomic and functional results of treatment by 38,8 %, to diminish the duration of stay in hospital, to improve the indices of life quality and to prognosticate the processes of reparative regeneration of fracture.*

**Conclusions.** *Our studies demonstrated that the value of electric resistance of the bone tissue at the open diaphyseal fractures of extremity bones give a possibility to prognosticate its vital capacity.*

*The use of the minimally invasive method of detection of structural and functional state of the bone fragments gives a possibility to choose the treating tactics in the first hours after injury.*

*Electrodiagnosis of the bone fragments gives a possibility to prognosticate the results of treatment of patients at the low-energy and high-energy injury*

**Keywords:** *electrodiagnosis of the bone, method of metal osteosynthesis, results of treatment of extremity bones open fractures*

### 1. Введение

В настоящее время проблема лечения открытых диафизарных переломов костей конечностей под воздействием низко- и высокоэнергетической травмы по-прежнему является сложной и актуальной в травматологии и ортопедии. От всех повреждений опорно-двигательного аппарата открытые диафизарные переломы костей конечностей составляют от 10 % до 60 % [1].

После открытых повреждений в 55 % случаев наблюдаются нарушение функции поврежденной конечности, процессов репаративной регенерации, 40–50 % – гнойно-некротические процессы, 15,4 % – хронический остеомиелит, от 3 до 10 % – ампутации травмированных конечностей, что приводит к стойкой инвалидности пострадавших.

При проведении ретроспективного анализа существующих методов диагностики жизнеспособности костной и мягких тканей при открытых переломах таких как рентгенография, СКТ, МРТ, костная денситометрия, остиосцинтиграфия, биоимпедансометрия, мы пришли к выводу, что, безусловно, все методы диагностики хороши, однако базируются на обнаруженные вторично структурных или анатомических изменениях в костной ткани, или в определенной степени являются запоздалыми и не могут дать оценку структурно-функциональному состоянию костной на раннем госпитальном этапе. При оказании медицинской помощи практически не учитывается жизнеспособность костной ткани в зоне перелома [2, 3].

### 2. Обоснование исследования

В настоящее время в Украине общие рекомендации для практического здравоохранения по дифференцированному подходу к выбору метода остеосинтеза при открытых переломах находятся в стадии разработки [4].

Проанализировав отечественные и зарубежные научные публикации, посвященные проблеме лечения пострадавших с открытыми переломами длинных костей конечностей, мы пришли к выводу, что различные авторы отмечают выбор того или иного метода остеосинтеза в зависимости от вида перелома, локализации, характера смещения фрагментов, при этом каждый из этих методов имеют свои преимущества и недостатки, применяют интрамедуллярный, экстрамедуллярный и репозиционный остеосинтез. Для идеального остеосинтеза предъявляется ряд требований: жесткая фиксация отломков, атравматичность, быстрота выполнения методики, отсутствие повторных операций для удаления металла и сращение переломов [5–7].

Рассматривая вопросы выбора оптимальной тактики лечения пострадавших с открытыми переломами, следует отметить, что, по мнению многих исследователей, первоочередным условием успешного лечения таких больных является, не столько способ фиксации отломков, сколько правильное лечение повреждений мягких тканей, а также адекватная

хирургическая обработка раны и профилактика инфекционных осложнений [3]. Большое количество научных трудов посвящено лечению мягких тканей при открытых переломах, однако исследователи не учитывают тот факт, что наряду с нарушением жизнеспособности мягких тканей в зоне перелома также нарушается жизнеспособность костных фрагментов.

### 3. Цель исследования

Определение и значение электродиагностики костной ткани при открытых переломах, выбор метода остеосинтеза при травмах различной интенсивности и результаты процесса репаративной регенерации, в зависимости от применения различных методов металлоостеосинтеза.

### 4. Материалы и методы

В рамках проводимого исследования было обследовано 73 пациента с открытыми диафизарными переломами костей конечностей, находившихся на лечении в отделении политравмы и травматологическом отделении Комунальное учреждение охраны здоровья «Обласная клиническая больница-Центр экстренной медицинской помощи и медицины катастроф» в период с 2013 по 2015 года, которым проводилась электродиагностика структурно-функционального состояния костной ткани, по разработанной ранее методике (Патент Украины на полезную модель № 93071А), при госпитализации, в первые часы с момента травмы, 59 пациентам электродиагностика не проводилась.

При постановке диагноза для всех больных были применены классификации AO/ASIF и Gustilo – Anderson [8–11].

Первую группу составили 21 пациент с открытыми диафизарными переломами костей конечностей ТИП I, легкой степенью тяжести, с учетом показателей омического сопротивления в зоне перелома, был применен одноэтапный метод остеосинтеза.

Средний возраст пациентов составил от 18 до 78 лет; мужчин – 75 %, женщин – 25 %. Распределение больных представлены в табл. 1.

Во вторую группу вошло 31 пациент с повреждениями конечностей средней степени тяжести, ТИП II, с учетом определения показателей омического сопротивления костной ткани определяли метод лечебной тактики – остеосинтез пластинами LC-DCP либо двухэтапный метод остеосинтеза. Средний возраст пациентов составил от 30 до 60 лет; мужчин было 73 %, женщин 27 %. Распределение больных представлены в табл. 2.

Третью группу составляло 21 пациент с тяжелой степенью тяжести, ТИП III, которым осуществлялось измерение электрического сопротивления костных фрагментов и, с учетом сопутствующих повреждений, определялся выбор лечебной тактики, производилась открытая репозиция перелома, санация зоны перелома, фиксация аппаратом внешней фиксации стрессевого типа с первичным закрытием раны. Двум пациентам с краш-синдромом (MT5;

NV5) в отсроченном послеоперационном периоде была выполнена первичная ампутация конечностей. Средний возраст пациентов составил от 20 до 76 лет; мужчин – 90 %, женщин – 10 %. Распределение больных представлены в табл. 3.

Группу сравнения – четвертую группу составили 59 пациентов с открытыми переломами костей конечностей разной степени тяжести, которым электродиагностика костной ткани не проводилась, выбор метода остеосинтеза осуществлялся по объективным показаниям и традиционной системы лечения. Распределение больных представлены в табл. 4.

Оперативные вмешательства проводились по общепринятым стандартным методикам, а именно, применение аппаратов внешней фиксации в большинстве случаев. При применении анестезиологического пособия предпочтение отдавалось регионарным методам анестезии. В частности проводниковой анестезии, как верхних так и нижних конечностей по общепринятым методикам с использованием амидных анестетиков длительного действия. Также применялась нейроаксиальная анестезия в модификациях: пункция и катетеризация перидурального пространства и субарахноидального пространства. Улучшение микроциркуляции костных фрагментов при вышеописанных методах анестезии благотворно влияет на процессы репаративной регенерации.

Оценка результатов лечения проводилась путем анализа инструментальных методов исследования: электродиагностика костных фрагментов в первые часы с момента травмы при поступлении больного в стационар, рентгенография в первичном и отсроченном периодах.

В рамках настоящего исследования представилось возможным с помощью разработанной методики оценить структурно-функциональное состояние костной ткани непосредственно в зоне перелома при помощи мультиметра цифрового UT70B, в соответствии с разработанной шкалой жизнеспособности костных фрагментов применять различный метод остеосинтеза и прогнозировать процессы репаративной регенерации открытых переломов уже на раннем госпитальном этапе, что позволяет оптимизировать процесс лечения пострадавших, а именно: уменьшить срок пребывания в стационаре, затраты на лечение, улучшить качество жизни.

Для оценки нарушения жизнеспособности костных фрагментов нами использована методика исследования омического сопротивления костной ткани при помощи мультиметра цифрового UT70B [10, 11]. Полученные данные обработаны при помощи прикладных программ Microsoft Office 7.0, пакета программ Statistica for Windows.

**5. Результаты исследования**

Учитывая показатели электрического сопротивления нами были применены различные методы остеосинтеза.

Таблица 1

Распределение пострадавших ТИП I по методам окончательной фиксации с учетом показателей омического сопротивления

Легкая степень ТИП I	Кол-во пациентов	Показатели электрического сопротивления костной ткани в исследуемых фрагментах (А и В) МегаОм (1x10 <sup>6</sup> Ом)		Метод остеосинтеза
Плечо 12 С1; IO1; MT1; NV1	1	867–1043		Погружной интрамедуллярный
Предплечье 21,22 А2, А3 IO1; MT1; NV1	8	924–1120	846–1087	Накостный
		914–1113	985–1139	
		835–1027	857–1058	
		808–927	934–1189	
Бедро 32 А3, В2; IO1; MT1; NV1	6	1134–1346	1289–1487	Погружной интрамедуллярный
		1025–1378	1245–1500	
		925–1082	965–1252	
Голень 42 А1, А3, В1, В2, В3; IO1; MT1; NV1	6	989–1276	1278–1489	Погружной интрамедуллярный
		1321–1500	1291–1489	
		1198–1432	1163–1352	

Таблица 2

Распределение пострадавших ТИП II по методам окончательной фиксации с учетом показателей омического сопротивления

Средняя степень ТИП II	Кол-во пациентов	Показатели электрического сопротивления костной ткани в исследуемых фрагментах (А и В) МегаОм (1x10 <sup>6</sup> Ом)		Метод остеосинтеза
Плечо 12 В2; IO2; IO3; MT2; MT3; NV1; NV2;	1	1269–1483		Погружной интрамедуллярный
	1	1623–1788		Стержневой аппарат внешней фиксации
Предплечье 22,23 А3, С1; IO2; IO3; MT2; MT3; NV1; NV2;	8	1342–1422	1128–1390	Накостный
		1287–1456	1024–1276	
		1129–1321	1182–1309	
		1286–1487	1281–1472	
	1	1589–1631		ЧКДО
Бедро 32 В1, В2, С3; IO2; IO3; MT2; MT3; NV1; NV2;	6	1108–1276	1045–1231	Погружной интрамедуллярный
		1231–1455	1325–1434	
		1067–1290	1256–1421	
	1	1367–1478		Накостный
	2	1590–1782	1635–1890	Стержневой аппарат внешней фиксации
Голень 42 А1, А2, А3, В1, В2, В3, С2, С3; IO2; IO3; MT2; MT3; NV1; NV2;	6	1087–1237	1381–1471	Погружной интрамедуллярный
		1181–1367	1139–1321	
		1103–1329	1399–1489	
	4	1892–2011	2135–2389	ЧКДО
		1942–2147	2381–2489	
1	2398–2500		Стержневой аппарат внешней фиксации	

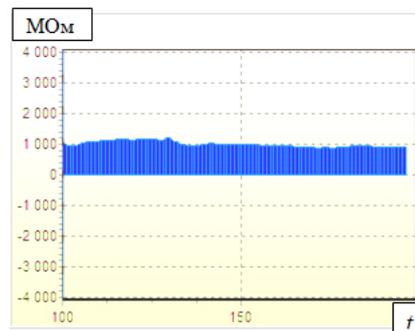
Таблица 3  
Распределение пострадавших ТИП III по методам окончательной фиксации с учетом показателей омического сопротивления

Тяжелая степень ТИП III	Кол-во пациентов	Показатели электрического сопротивления костной ткани в исследуемых фрагментах (А и В) верхней конечности МегаОм (1x10 <sup>6</sup> Ом)		Метод остеосинтеза
Плечо 12 В1, С3; Ю4; MT4; MT5; NV4; NV5;	3	2581–2721		Стержневой аппарат внешней фиксации
		2671–2831		
		2524–2783		
MT4; MT5; NV4; NV5;	1	3827–4000		Первичная ампутация
Предплечье 21,22 С3; Ю4; MT4; MT5; NV4; NV5;	1	3578–3781		ЧКДО
Бедро 32 В1, С3; Ю4; MT4; MT5; NV4; NV5;	3	2531–2467		Двухэтапный: (АВФ, погружной интрамедуллярный)
		2892–3123		
		3214–3490		
Голень 42 В1, В3, С3; Ю4; MT4; MT5; NV4; NV5;	4	3293–3678	2871–3013	Двухэтапный: (АВФ, погружной интрамедуллярный)
		3253–3781	3461–3683	
	8	2971–3112	3486–3615	Стержневой аппарат внешней фиксации
		3289–3461	3781–3902	
		3371–3563	3156–3378	
1	2983–3198 2671–2895		Первичная ампутация	
	1	3753–4000		Первичная ампутация

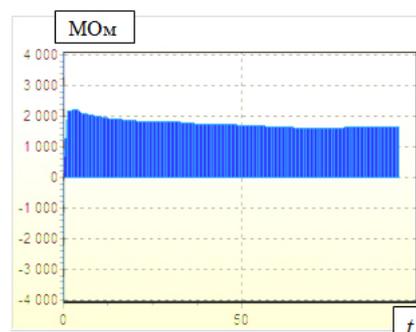
Таблица 4  
Распределение больных группы сравнения по методам окончательной фиксации

Вид фиксации	Группы по тяжести			Всего
	Тип I	Тип II	Тип III	
Погружной интрамедуллярный остеосинтез блокированным стержнем	7 (11,9%)	9 (15,3%)	–	16 (27,1)
Накостный остеосинтез пластинами LC-DCP	1 (1,7%)	1 (1,7%)	–	2 (3,4%)
Стержневой аппарат внешней фиксации	2 (3,4%)	12 (20,3%)	4 (6,8%)	18 (30,5%)
Двухэтапный метод	–	7 (11,9%)	1 (1,7%)	8 (13,6%)
Метод скелетного вытяжения	1 (1,7%)	8 (13,6%)	–	9 (15,3%)
Гипсовая повязка	1 (1,7%)	–	–	1 (1,7%)
Стержневой аппарат внешней фиксации – первичная ампутация	–	–	5 (8,5%)	5 (8,5%)
Всего	12 (20,3%)	37 (62,7%)	10 (16,9%)	59 (100%)

Инцизура среднего значения омического сопротивления при низкоэнергетической травме у пациентов с переломами ТИП I и ТИП II, общий вид гистограммы на персональном компьютере представлены на рис. 1.



a



b

Рис. 1. Гистограммы при низкоэнергетической травме у пациентов с открытыми переломами костей конечностей: a – ТИП I; б – ТИП II

Волна электросопротивления при высокоэнергетической травме у пациентов с переломами ТИП III, общий вид гистограммы на персональном компьютере представлены на рис. 2.

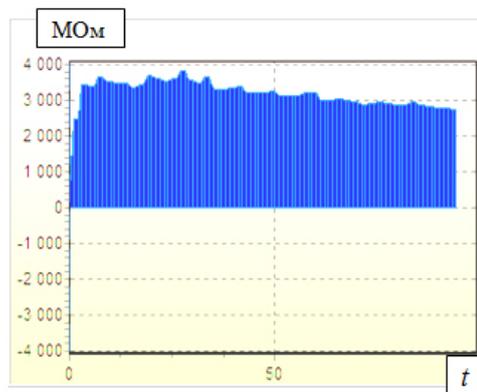


Рис. 2. Гистограмма при высокоэнергетической травме у пациентов с открытыми переломами костей конечностей ТИП III

В зависимости от цифровых показателей жизнеспособности костных фрагментов в зоне перелома, мы применяли различные методы металлоостеосин-

теза, которые представлены в табл. 1–3 и провели анализ отдаленных результатов лечения пациентов, которые представлены в табл. 5.

Таблица 5

Отдаленные результаты лечения пострадавших с открытыми переломами длинных костей конечностей разной степени тяжести исследуемых групп.

Результаты лечения	Типы открытых переломов			Абсолютное число	Частота в %
	ТИП I	ТИП II	ТИП III		
Хороший	20	21	8	49	67,1
Удовлетворительный	2	9	11	22	30,1
Неудовлетворительный	0	0	2	2	2,8
Всего				73	100

Параллельно с нашими исследованиями мы проанализировали результаты лечения 59 пациентов с открытыми диафизарными переломами всех типов, которым не проводилась электродиагностика костных фрагментов. В категорию хороших отнесены результаты лечения 17 (28,8 %) больных. К удовлетворительным результатам лечения отнесены 31 больной (52,6 %). Неудовлетворительный результат лечения признан у 11 (18,6 %) больных. А именно: к хорошим и удовлетворительным результатам мы отнесли пациентов у которых наблюдалось сращение переломом, восстановление функции поврежденной конечности, к неудовлетворительным отнесены: замедленное сращение, несращение, развитие остеомиелита, первичные ампутации.

### 6. Обсуждение результатов

Результаты исследования пациентов, оперированных по поводу различных типов открытых диафизарных переломов костей конечностей с помощью внутрикостного, на костном остеосинтеза и аппаратами внешней фиксации стрежневого типа, свидетельствуют о том, что тяжесть травмы у больных с открытыми переломами костей конечностей различной степени тяжести сопровождалась различной степенью нарушения структурно-функционального состояния костной ткани в поврежденной конечности, что давало возможность прогнозировать процессы репаративной регенерации перелома.

При измерении электрической проводимости в трех точках каждого костного фрагмента мы наблюдали волновое сопротивление, в зависимости от травмы различной интенсивности. При низкоэнергетической травме, у пациентов с переломами ТИП I и ТИП II, инцизура омического сопротивления выглядела сглаженной, с подъемом, непосредственно в зоне перелома, и спуском, дистальнее от нее, что свидетельствует о достаточно жизнеспособной костной ткани обоих фрагментов в зоне перелома и состоянии некробиоза, которая в среднем составляла 835-1487 МОм и 1535-2158 МОм соответственно, гистограммы представлены на рис. 1.

При высокоэнергетической травме волна электросопротивления имела скачкообразный вид – 3073–4000 МОм, такие показатели наблюдались у пациентов с переломами ТИП III, что означает некроз костной ткани обоих фрагментов в зоне перелома, распространяющийся на всем протяжении, гистограмма представлена на рис. 2.

В категорию хороших отнесены результаты лечения 17 (28,8 %) больных со сросшимися переломами костей конечностей, которым был выполнен одноэтапный метод остеосинтеза. К удовлетворительным результатам лечения отнесены 31 больной (52,6 %), причинами такого исхода послужили двухэтапный метод остеосинтеза, который был выполнен пациентам с переломами ТИП I и частично ТИП II, длительность пребывания пациента в стационаре, укорочение конечности до двух сантиметров, наличие посттравматических контрактур в смежных суставах, поздняя осевая нагрузка на нижние конечности, и соответственно, нарушение процессов консолидации перелома.

Неудовлетворительный результат лечения признан у 11 (18,6 %) больных, развитие остеомиелита у 5 больных и первичная ампутация у 6 больных. Большинство пациентов с неудовлетворительными результатами имели открытые переломы ТИП II и ТИП III, гнойно-воспалительные осложнения наблюдались чаще при применении чрескостного остеосинтеза.

### 7. Выводы

Анализ результатов лечения 132 пациентов с открытыми диафизарными переломами костей конечностей под воздействием травмы различной интенсивности показал, что определение омического сопротивления костной ткани дает возможность применения соответствующего метода остеосинтеза, что свидетельствует о необходимости и целесообразности внедрения предложенной нами методики.

В связи с полученными результатами наши исследования показали, что величина электрического сопротивления костной ткани при открытых диафизарных переломах костей конечностей дает возможность прогнозировать ее жизнеспособность.

Применение малоинвазивной методики определения структурно-функционального состояния костных фрагментов дает возможность выбора лечебной тактики в первые часы после травмы.

Электродиагностика костных фрагментов дает возможность прогнозировать исходы лечения больных при низкоэнергетической и высокоэнергетической травме.

### Литература

1. Диафизарные переломы в структуре травматизма населения Украины [Электронный ресурс]. – On-Line справочник травматолога. – Режим доступа: <http://trauma.com.ua/>
2. Петров, Н. В. Оптимизация лечения открытых переломов голени с тяжелой травмой мягких тканей [Текст] / Н. В. Петров, С. В. Бровкин, А. Д. Калашник, Д. Д. Таджикиев, А. С. Карев, Е. А. Петрова // Хирургия. – 2013. – Т. 1, № 15. – С. 804–807.

3. Хоминец, В. В. Современное состояние проблемы лечения пострадавших с открытыми переломами длинных костей конечностей (Обзор) [Текст] / В. В. Хоминец, И. Г. Бельский, Д. И. Кутянов, С. И. Мальцев // Травматология. – 2011. – Т. 12. – С. 572–587.

4. Климовицкий, В. Г. Анализ критериев выбора способа остеосинтеза внесуставных переломов костей голени (ретроспективное исследование) [Текст] / В. Г. Климовицкий, В. Ю. Черныш, Х. Лафи, В. П. Танцюра // Травма. – 2013. – Т. 14. – С. 124–127.

5. Абдуллаев, А. Д. Лечение переломов длинных трубчатых костей наружным фиксационным аппаратом [Текст] / А. Д. Абдуллаев, Ф. И. Алиев, Э. Г. Ягубов, Р. Г. Чодаров, М. М. Афшари // Украинский Журнал Хирургии. – 2011. – Т. 1. – С. 128–130.

6. Лечение вторично-открытых переломов костей голени интракортикальным остеосинтезом в urgentном порядке [Электронный ресурс]. – Кафедра медицины неотложных состояний и медицины катастроф ХМАПО. – Режим доступа: [http://emergencymed.org.ua/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1161:2009-11-08-08-35-17/](http://emergencymed.org.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=1161:2009-11-08-08-35-17/)

7. Giannoudis, P. V. A review of the management of open fractures of the tibia and femur [Text] / P. V. Giannoudis // Journal of Bone and Joint Surgery – British Volume. – 2006. – Vol. 88-B, Issue 3. – P. 281–289. doi: 10.1302/0301-620x.88b3.16465

8. Калашников, А. В. Лечение больных с диафизарными переломами большеберцовой кости с помощью блокируемого остеосинтеза [Текст] / А. В. Калашников, В. Д. Малик // Остеосинтез. – 2011. – Т. 3. – С. 12–15.

9. Casas, R. Electrical resistivity of cortical bone: Micromechanical modeling and experimental verification [Text] / R. Casas, I. Sevostianov // International Journal of Engineering Science. – 2013. – Vol. 62. – P. 106–112. doi: 10.1016/j.ijengsci.2012.09.001

10. Levashov, M. I. Age-Dependent Differences in Static Bone Electrogenesis [Text] / M. I. Levashov, S. L. Saphonov, E. G. Chaka, R. V. Yanko // Боль. Суставы. Позвоночник. – 2015. – Т. 2. – С. 90.

11. Behari, J. Biophysical bone behavior principles and applications [Text]: monograph / J. Behari. – John Wiley & Sons, 2009. – P. 53–75. doi: 10.1002/9780470824023

## References

1. Diaphyseal fractures in the structure of the population of Ukraine injuries. On-Line spravochnyk travmatologa. Available at: <http://trauma.com.ua/>

2. Petrov, N. V., Brovkin, S. V., Kalashnikov, A. D., Tajiev, D. D., Karev, A. S., Petrova, E. A. (2013). Optimization of the treatment of open tibia fractures with severe soft tissue injury [Optimization of the treatment of open tibia fractures with severe soft tissue injury]. Surgery, 1 (15), 804–807.

3. Hominets, V. V., Belenky, I. G., Kutyanov, D. I., Maltsev, S. I. (2011). Current status of treatment of patients with open fractures of the long bones of the limbs (Review) [Current status of treatment of patients with open fractures of the long bones of the limbs (Review)]. Traumatology, 12, 572–587.

4. Klimovitskiy, V. G., Chernish, V. Y., Lafi, H., Tantsyura, V. P. (2013). Analysis of the criteria for the selection method of osteosynthesis extra-articular tibial fractures (retrospective study) [Analysis of the criteria for the selection method of osteosynthesis extra-articular tibial fractures (retrospective study)]. Trauma, 14, 124–127.

5. Abdullaev, A. D., Aliyev, F. I., Yagubov, E. G., Chodarov, R. G., Afshari, M. M. (2011). The treatment of long bone fractures external fixation device [The treatment of long bone fractures external fixation device]. Ukrainian Journal of Surgery, 1, 128–130.

6. Treatment of secondary open tibial fractures intracortical osteosynthesis in urgent procedure Kharkiv. Department of Urgent States Medicine and Disaster Medicine Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education. Available at: [http://emergencymed.org.ua/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1161:2009-11-08-08-35-17/](http://emergencymed.org.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=1161:2009-11-08-08-35-17/)

7. Giannoudis, P. V. (2006). A review of the management of open fractures of the tibia and femur. Journal of Bone and Joint Surgery – British Volume, 88-B (3), 281–289. doi: 10.1302/0301-620x.88b3.16465

8. Kalashnikov, A. V., Malik, V. D. (2011). Treatment of patients with diaphyseal fractures of the tibia with the lockable fixation [Treatment of patients with diaphyseal fractures of the tibia with the lockable fixation]. Osteosynthesis, 3, 12–15.

9. Casas, R., Sevostianov, I. (2013). Electrical resistivity of cortical bone: Micromechanical modeling and experimental verification. International Journal of Engineering Science, 62, 106–112. doi: 10.1016/j.ijengsci.2012.09.001

10. Levashov, M. I., Saphonov, S. L., Chaka, E. G., Yanko, R. V. (2015). Age-Dependent Differences in Static Bone Electrogenesis [Age-Dependent Differences in Static Bone Electrogenesis]. Pain. Joints. Spine, 2, 90.

11. Behari, J. (2009). Biophysical bone behavior principles and applications. John Wiley & Sons, 53–75. doi: 10.1002/9780470824023

*Дата надходження рукопису 18.11.2015*

**Павлова Татьяна Михайловна**, аспирант, кафедра экстренной и неотложной медицинской помощи, ортопедии и травматологии, Харьковский национальный медицинский университет, пр. Ленина, 4, г. Харьков, Украина, 61022;

врач ортопед-травматолог, травматологическое отделение, Харьковская областная клиническая больница, Центр экстренной медицинской помощи и медицины катастроф, пр. Правды, 13, г. Харьков, Украина, 61022  
E-mail: doctor\_82@bk.ru

**Березка Николай Иванович**, доктор медицинских наук, профессор заведующий кафедры, кафедра экстренной и неотложной медицинской помощи, ортопедии и травматологии, Харьковского национального медицинского университета, пр. Ленина, 4, г. Харьков, Украина, 61022

**Перепелица Евгений Евгеньевич**, врач-анестезиолог, анестезиологическое отделение, Харьковская областная клиническая больница, Центр экстренной медицинской помощи и медицины катастроф, пр. Правды, 13, г. Харьков, Украина, 61022