

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

БЕРЕЗКА М.І., ПАВЛОВА Т.М.

Харківський національний медичний університет

КЗОЗ «Обласна клінічна лікарня — Центр екстреної медичної допомоги та медицини катастроф»,

м. Харків

РАННЯ ДІАГНОСТИКА ПОРУШЕННЯ СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ КІСТКОВИХ ФРАГМЕНТІВ ПРИ ВІДКРИТИХ ДІАФІЗАРНИХ ПЕРЕЛОМАХ КІСТОК

Резюме. У статті наведені рання діагностика структурно-функціонального стану кісткових фрагментів, вивчення динаміки електричного опору в кістковій тканині та можливості прогнозування процесів репаративного остеогенезу залежно від механізму пошкодження.

Ключові слова: відкриті переломи кісток, електричний опір в кістковій тканині, вплив високоенергетичної травми на кісткову тканину.

Вступ

Діагностика та лікування постраждалих із відкритими переломами кісток на сьогодні залишаються актуальними проблемами в травматології та ортопедії. Серед усіх переломів довгих трубчастих кісток питома вага відкритих діафізарних переломів становить від 28 до 53 % [2]. Це пов'язано із збільшенням тяжкості самої травми і постійним зростанням дорожньо-транспортного травматизму, а також з існуючими складнощами в наданні адекватної медичної допомоги постражданим на догоспітальному і ранньому госпітальному етапах [1]. Труднощі лікування відкритих переломів зростають також у зв'язку з посттравматичним дефектом м'яких тканин та кістки.

Останнім часом такий вид отримав назву «високоенергетична травма» (high energy trauma). Вона відрізняється від звичайної травми більш тяжкими пошкодженнями — багатофрагментарними діафізарними переломами, пошкодженнями судинно-нервових пучків, значним ураженням м'яких тканин, порушеннями регіонарного кровообігу та остеорепації [3]. Розвитку капілярно-трофічного і набрякового синдромів сприяє первинне масивне пошкодження кістки і пов'язане з цим руйнування її клітинних структур. Уже в перші години після травми в ділянці перелому відбувається порушення васкуляризації окістя — тромбоз судин, венозний стаз, крововилив, спазмування вен різного калібру, яке утримується досить тривалий час [4]. Слід підкреслити, що наявність ушкоджень м'яких тканин при переломах кісток практично у 80 % випадків ускладнює перебіг зрощення цих переломів, що сприяє розвитку різних

ускладнень, особливо у вигляді уповільненої консолидації, незрощення, які досягають 30 % [8].

Існуючі об'єктивні методи оцінки регіонарного кровообігу і тканинного метаболізму, такі як реовазографія, термографія, ультразвукове дослідження та ін., важливі, але при цьому недостатньо вивчають побічні ознаки структурно-функціонального стану кісткових фрагментів, які мають велике значення для подальшого процесу зрощення [5].

В той же час проведені наукові дослідження в роботі В. Томсона, датованій 1880 р., показали електричну провідність біологічних об'єктів. Основні результати в цій галузі були отримані на початку і в середині ХХ ст. Встановили типові значення питомого опору і діелектричної проникності кісткової тканини, також виявлена залежність електричної провідності і діелектричної проникності від частоти зондуючого струму. Доведено, що провідність кісткової тканини має іонний характер, проте істотно більш низьку електропровідність, ніж інші тканини [7].

У багатьох наукових роботах ми не знайшли визначення електропровідності кісткової тканини при відкритих переломах кісток, що є, на нашу думку, актуальним і потребує вивчення даного питання.

Мета дослідження — розробити методику ранньої діагностики структурно-функціонального стану кісткової тканини при відкритих діафізарних переломах

© Березка М.І., Павлова Т.М., 2014

© «Травма», 2014

© Заславський О.Ю., 2014

кісток на основі визначення показників електроопору залежно від характеру травми.

Матеріали і методи

Обстежено 56 хворих із діафізарними переломами кінцівок. Пацієнти були госпіталізовані та прооперовані на базі КЗОЗ «Обласна клінічна лікарня — Центр екстреної медичної допомоги та медицини катастроф» у травматологічному відділенні та відділенні політравми. Відповідно до етіопатогенезу ушкоджень пацієнти були розподілені на три клінічні групи. До першої групи увійшли 16 (28,6 %) пацієнтів із відкритими переломами внаслідок високоенергетичної травми. Другу групу становили 12 (21,4 %) пацієнтів із відкритими переломами, але без впливу високоенергетичних факторів. Третю групу становили 28 (50 %) пацієнтів із закритими переломами кісток кінцівок. Термін від часу травми до надходження пацієнтів у стаціонар коливався від 1 до 3 годин. При аналізі клінічного матеріалу застосовували класифікацію (АО/ASIF) [5].

Для оцінки структурно-функціонального стану кісткової тканини в зоні перелому використовували запропонований нами метод визначення електричного опору за допомогою мультиметра цифрового UT70B, який пройшов державну сертифікацію (свідоцтво про реєстрацію № 06/0714 про перевірку робочого засобу вимірювальної техніки) та визнаний придатним до застосування при оперативному втручанні на сегменті пошкодженої кінцівки для визначення меж ураженої кісткової тканини при високоенергетичній травмі та без її впливу. Діапазон вимірюваного електричного опору становив від 800 до 4000 МОм. Запис отриманих даних проводили за допомогою пристрою, який був з'єднаний з ноутбуком USB-портом. Меню та режими приладу дозволили виводити інформацію у вигляді гістограм. Електроди приладу встановлювали безпосередньо в зоні перелому в кортикальний шар кістки та на різні відстані в дистальному та проксимальному фрагментах залежно від типу перелому відповідно класифікації (АО/ASIF). При цьому реєстрували електричний опір в дослідженій ділянці кісткової тканини. Міжелектродну відстань вимірювали в міліметрах.

Було визначено електричний опір в кістковій тканині у 28 хворих із відкритими діафізарними переломами. Із них 16 постраждалих з відкритими переломами внаслідок високоенергетичної травми, 12 постраждалих з відкритими переломами внаслідок травми без

впливу високоенергетичних факторів. Остеосинтез переломів виконували всім 28 пацієнтам з огляду на ступінь тяжкості ураженої кісткової тканини та здійснювали в середньому через 3–6 годин після травми.

Як видно з табл. 1, першу клінічну групу становили пацієнти з низькоенергетичною травмою легкого ступеня тяжкості (показники електричного опору знаходилися в діапазоні 800–1500 МОм). Таким хворим виконували накістковий та заглибний остеосинтез.

Друга клінічна група — пацієнти із високоенергетичною травмою середнього та важкого ступеня тяжкості (показники електричного опору знаходилися в діапазоні 1500–4000 МОм). Таким хворим виконували накістковий остеосинтез та зовнішній метод фіксації, 3 хворим була виконана ампутація пошкодженої кінцівки.

Розподіл хворих за тяжкістю травми з відкритими переломами кісток кінцівок за класифікацією АО/ASIF та визначення меж електричного опору в ушкодженій кістковій тканині наведені в табл. 1.

Клінічний приклад 1. Хворий К., 39 років, госпіталізований до травматологічного відділення, травма внаслідок ДТП (рис. 1). Пацієнту в умовах операційної ми проводили вимір електричного опору за допомогою мультиметра цифрового UT70B в пошкодженій ділянці кісткової тканини та, керуючись показниками, приймали рішення про вибір методу остеосинтезу (рис. 2).

Клінічний приклад 2. Хворий Б., 29 років, госпіталізований до травматологічного відділення, травма внаслідок падіння бетонної плити на кінцівку (рис. 3). Пацієнту в умовах операційної ми проводили вимірювання електричного опору за допомогою мультиметра цифрового UT70B в пошкодженій ділянці кісткової тканини та, керуючись показниками, приймали рішення про видалення нежиттєздатних кісткових фрагментів та вибір методу остеосинтезу (рис. 4).

Поряд з цим проводилася оцінка структурно-функціонального стану кісткової тканини у 28 хворих із закритими переломами кісток кінцівок. Всім пацієнтам під час оперативного втручання за вищезазначеною методикою ми проводили вимір електричного опору (рис. 5–8).

Як видно з табл. 2, у першу клінічну групу увійшли пацієнти з низькоенергетичною травмою легкого ступеня тяжкості, показники електричного опору знаходилися в діапазоні 650–830 МОм, їм виконували накістковий остеосинтез. У другій клінічній групі —

Таблиця 1. Розподіл хворих із відкритими переломами кісток кінцівок за класифікацією АО/ASIF та Gustilo — Anderson

Ступінь тяжкості пошкоджень	Кількість хворих		Діапазон електричного опору, МОм ($1 \cdot 10^6$ Ом)
	Абс.	%	
Легкий ступінь (IO1, MT1, NV1)	12	42,8	800–1500
Середній ступінь (IO2, IO3, MT2, MT3, NV2, NV3)	8	28,6	1500–2500
Тяжкий ступінь (IO4, MT4, MT5, NV4, NV5)	8	28,6	2500–4000

пацієнти з високоенергетичною травмою середнього та важкого ступеня тяжкості, показники електричного опору знаходилися в діапазоні 900–3000 МОм, таким хворим виконували накістковий остеосинтез, але з видаленням кісткових фрагментів з ураженням некрозом.

Розподіл хворих за тяжкістю травми із закритими переломами кісток кінцівок та визначення меж електричного опору в ушкодженій кістковій тканині наведені в табл. 2.

Клінічний приклад 3. Хвора О., 64 роки, госпіталізована до травматологічного відділення, травма внаслідок падіння з висоти росту (рис. 5). Пацієнтці в умовах операційної ми проводили вимір електричного опору за допомогою мультиметра цифрового UT70В в пошкодженій ділянці кісткової тканини (рис. 6).

Клінічний приклад 4. Пацієнтка Б., 43 роки, госпіталізована до травматологічного відділення, травма внаслідок падіння з висоти росту (рис. 7). В умовах

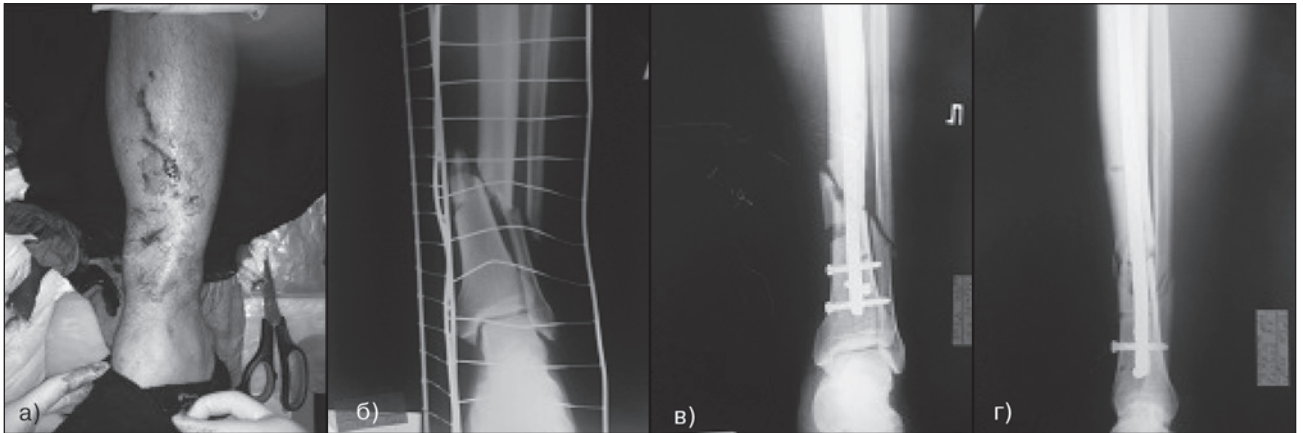


Рисунок 1. Хворий К., 39 років, діагноз: відкритий уламковий перелом середньої третини обох кісток лівої гомілки зі зміщенням фрагментів. IO1 – MT1 – NV1 (AO/ASIF). Зовнішній вигляд лівої гомілки (а), фотовідбитки рентгенограми лівої гомілки при госпіталізації (б, в), після оперативного втручання (г)

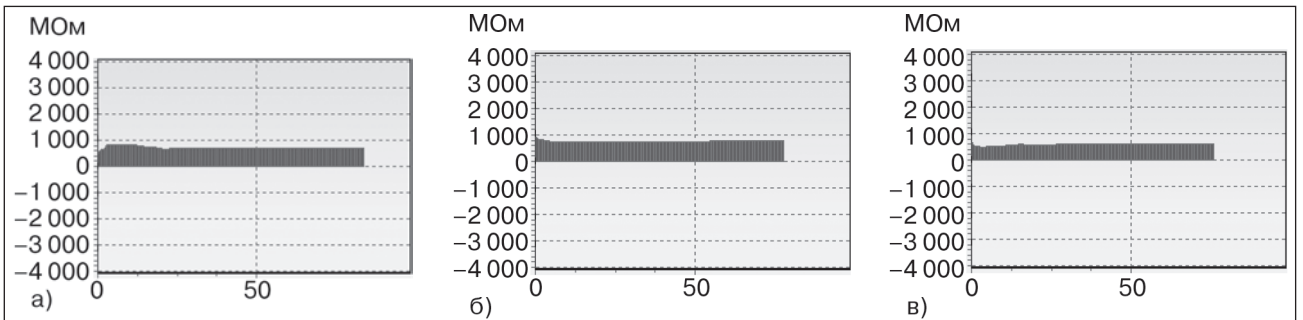


Рисунок 2. Хворий К., 39 років. Дані вимірювання електроопору – гістограми. Електричний опір окістя в зоні перелому на дистальному та проксимальному фрагментах становить 900–950 МОм (а), на відстані 10 мм від зони перелому – 850–900 МОм (б), на відстані 20 мм від зони перелому – 800–850 МОм (в)

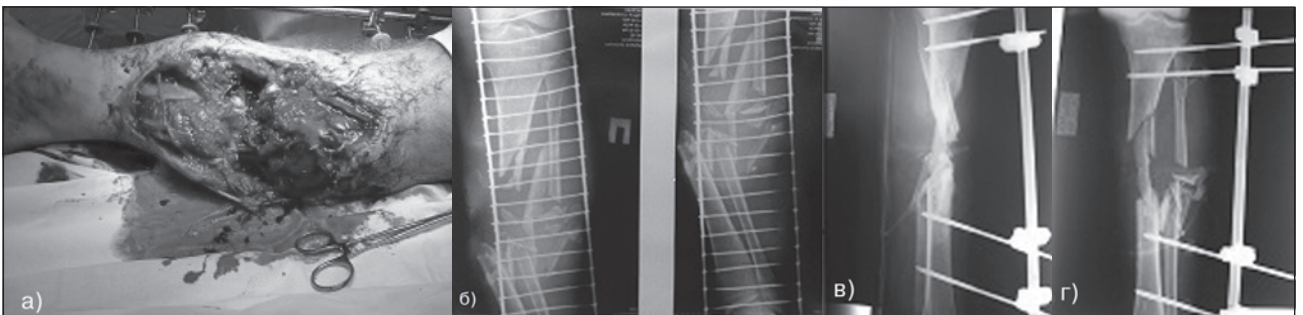


Рисунок 3. Хворий Б., 29 років, діагноз: травматичний шок II ст. IO4 – MT4 – NV2. Відкритий багатоуламковий перелом обох кісток правої гомілки зі зміщенням фрагментів. Зовнішній вигляд правої гомілки (а), фотовідбитки рентгенограми правої гомілки при госпіталізації (б), після оперативного втручання (в, г)

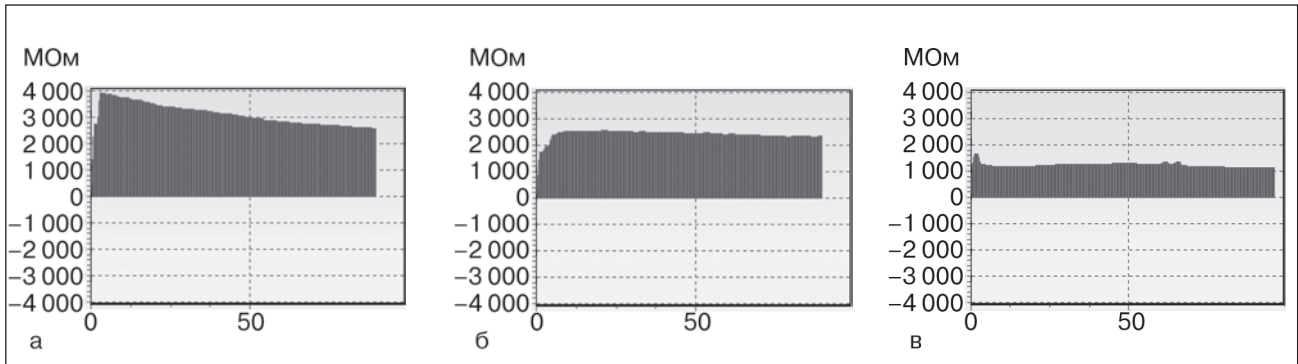


Рисунок 4. Хворий Б., 29 років. Дані вимірювання електроопору – гістограми. Електричний опір окістя в зоні перелому на дистальному та проксимальному фрагментах становить 2500–4000 МОм (а), на відстані 50 мм від зони перелому – 2350–2580 МОм (б), на відстані 100 мм від зони перелому – 1100–1800 МОм (в)

Таблиця 2. Розподіл хворих із закритими переломами кісток кінцівок за класифікацією AO/ASIF та Tscherne – Gotzen

Ступінь тяжкості пошкоджень	Кількість хворих		Діапазон електричного опору, МОм ($1 \cdot 10^6$ Ом)
	Абс.	%	
Легкий ступінь (IC1, тип 0)	12	42,8	650–830
Середній ступінь (IC2, IC3, тип I)	8	28,6	900–1400
Тяжкий ступінь (IC4, IC5, тип II та III)	8	28,6	1450–3000

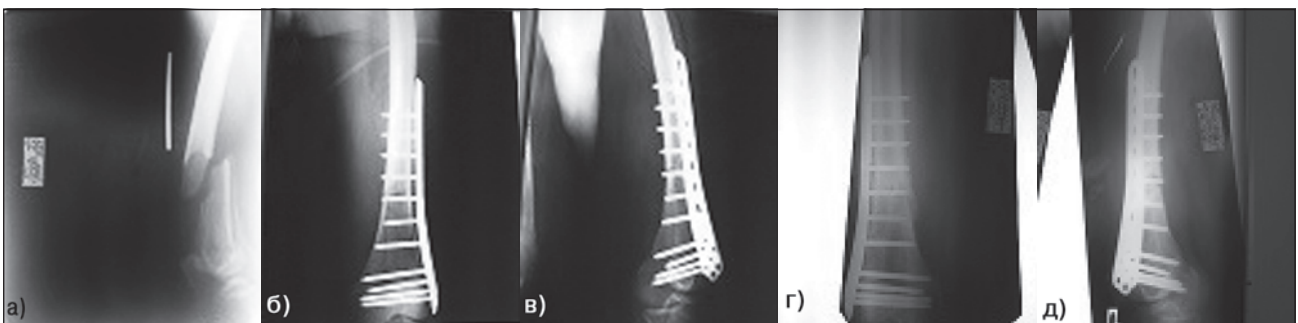


Рисунок 5. Хвора О., 64 роки. Діагноз: IC1, тип 0. Закритий уламковий перелом правої стегнової кістки зі зміщенням фрагментів. Фотовідбитки рентгенограми правого стегна при госпіталізації (а), після оперативного втручання (б, в), через 8 місяців з моменту травми (г, д)

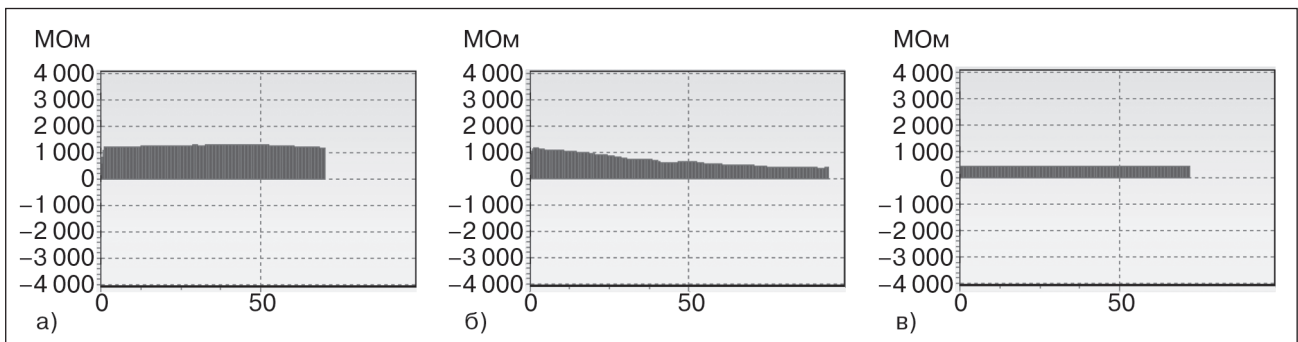


Рисунок 6. Хвора О., 64 роки. Дані вимірювання електроопору – гістограми. Електричний опір окістя в зоні перелому на дистальному та проксимальному фрагментах становить 1120–1200 МОм (а), на відстані 10 мм від зони перелому – 850–1100 МОм (б), на відстані 20 мм від зони перелому – 830–850 МОм (в)

операційної ми проводили вимірювання електричного опору кісткової тканини головки променевої кістки за допомогою мультиметра цифрового UT70B (рис. 8)

Результати та їх обговорення

Наші дослідження показали, що під впливом дії на кістковий сегмент травмуючої сили різної інтенсивності відбувається руйнування структурно-функціонального стану кісткової тканини на певній відстані від зони прикладання сили. Кісткові клітини, а саме остеоцити, зазнають морфологічних змін, що призводить до порушення їх функціонального стану.

Проведений порівняльний аналіз змін електричного опору в кістковій тканині у хворих першої клінічної групи з відкритими та закритими переломами кісток кінцівок під впливом низькоенергетичної травми показав, що клітинні структури кісткової тканини, джерела репарації в пошкодженій ділянці не зазнають значних змін, показники електричного опору знаходяться в діапазоні від 800 до 1500 МОм, що свідчить про достатню життєздатність кісткових фрагментів в зоні перелому і створює сприятливі умови для утворення кісткового регенерату на всьому протязі кісткового дефекту.

У другій клінічній групі хворих з відкритими та закритими переломами при впливі на кісткову тканину травми високої інтенсивності в кісткових фрагментах відбуваються деструктивні процеси, а саме загибель частини кісткових клітин на значно віддаленій ділянці

від зони перелому, показники електричного опору коливаються від 1500 до 4000 МОм, що свідчить про ішемічний некроз кісткової тканини, загибель її клітинних елементів, яка призводить до порушень процесів репаративного остеогенезу, лізису некротизованої ділянки кісткової тканини, а збережені клітини зазнають значних морфологічних та структурно-функціональних змін, що, у свою чергу, призводить до порушення їх нормального функціонування.

На підставі отриманих результатів вивчення електричного опору кортикального шару кісткової тканини при впливі травмуючої сили різної інтенсивності на травмуючий сегмент ми виділили зони ультраструктурних змін кісткової тканини, а саме: при показниках електричного опору від 2500 до 4000 МОм — зона некрозу, при показниках електричного опору від 1500 до 2500 МОм — зона некробіозу, а при показниках від 800 до 1500 МОм — достатньо життєздатна кісткова тканина. Тому ми вважаємо, що вимірювання електричного опору кісткової тканини відображає її електропровідність, що також має важливе значення для подальшого прогнозування процесу консолідації переломів.

Висновки

Проведені дослідження показали можливість оцінки структурно-функціонального стану кісткової тканини при діафізарних переломах кісток за допомогою визначення їх електричного опору в зоні перелому.



Рисунок 7. Хвора Б., 43 роки. Діагноз: ІС4, тип ІІ. Закритий уламковий перелом головки правої променевої кістки зі зміщенням фрагментів. Зовнішній вигляд головки променевої кістки при оперативному втручанні (а), фотовідбитки рентгенограми правого ліктьового суглоба при госпіталізації (б), після оперативного втручання (в)

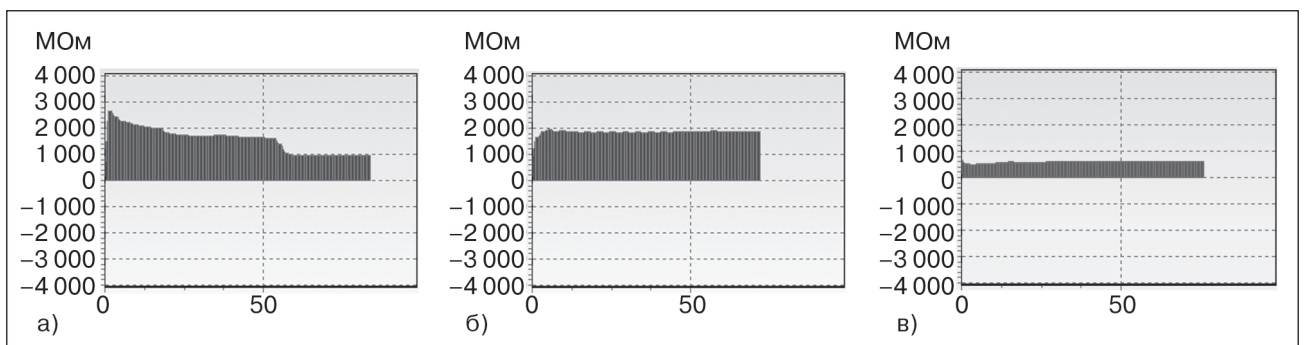


Рисунок 8. Хвора Б., 43 роки. Дані вимірювання електроопору — гістограми. Електричний опір окістя головки променевої кістки становить 2800–1200 МОм (а, б), після видалення головки — 855–860 МОм (в)

Запропонований нами пристрій — високоомний цифровий мультиметр UT70B, який пройшов державну реєстрацію. Методика його використання дозволяє об'єктивно оцінювати електроопір в кістковій тканині в зонах її пошкодження, що, у свою чергу, дає можливість побічно характеризувати її життєздатність та прогнозувати процеси зрощення кісток.

Клінічні спостереження за 56 хворими з різними типами переломів показали доцільність використання даної методики вимірювання електричного опору кісток в зоні їх пошкодження. Все це мало важливе значення для вибору методу лікування та прогнозування процесу репаративної регенерації та реабілітації хворих.

Список літератури

1. Корж Н.А. Дорожно-транспортный травматизм как острая медицинская и социальная проблема / Корж Н.А. Танькут В.А., Донцов В.В. // *Ортопедия, травматология и протезирование*. — 2006. — № 4. — С. 5-8.
2. Бусоедов А.В. Определение жизнеспособности кожного лоскута при открытых переломах костей / Бусоедов А.В., Сизоненко В.А. // *Забайкальский медицинский вестник*. — 2006. — № 4. — С. 9-11.
3. Страфун С.С. Проблемы лікування високоенергетичних ушкоджень, ускладнених посттравматичною

- ішемією кінцівок / Страфун С.С., Долгополов О.В. // Травма*. — 2012. — Т. 13, № 2. — С. 23-27.
4. Климовицкий В.Г. Гемодинамические нарушения при множественной высокоэнергетической травме нижних конечностей и их фармакологическая коррекция / Климовицкий В.Г., Гребенюк А.М., Оксимец В.М., Кривенко С.Н., Евтушенко И.С., Галаева Я.Ю. // *Травма*. — 2013. — Т. 14, № 6. — С. 28-30.
 5. Ринденко В.Г. Загальні принципи лікування відкритих та вогнепальних пошкоджень / Ринденко В.Г., Ринденко С.В., Феськов О.Е. // *Медицина неотложных состояний*. — 2011. — № 6. — С. 148-155.
 6. Попандопуло А.Г. Морфологическое исследование костной ткани при действии травмирующей силы различной интенсивности / Попандопуло А.Г., Буше В.В., Оксимец В.М. // *Таврический медико-биологический вестник*. — 2013. — Т. 16, № 1, ч. 1(61). — С. 194-196.
 7. Мартиросов Э.Г. Технологии и методы определения состава тела человека / Мартиросов Э.Г., Николаев Д.В., Руднев С.Г. — М.: Наука, 2006. — С. 102-105.
 8. Корж Н.А. Обоснование лечебной тактики у больных с травмами конечностей, сопровождающихся ишемией мышц и нарушением регионарного кровообращения / Корж Н.А., Танькут В.А., Донцов В.В. // *Медицина и...* — 2006. — № 3(14). — С. 79-83.

Отримано 20.04.14 ■

Березка Н.И., Павлова Т.М.
Харьковский национальный медицинский университет
КУЗ «Областная клиническая больница — Центр экстренной медицинской помощи и медицины катастроф», г. Харьков

Berezka M.I., Pavlova T.M.
Kharkiv National Medical University
Municipal Healthcare Institution «Regional Clinical Hospital — Center for Emergency Care and Disaster Medicine», Kharkiv, Ukraine

РАННЯЯ ДИАГНОСТИКА НАРУШЕНИЯ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ КОСТНЫХ ФРАГМЕНТОВ ПРИ ОТКРЫТЫХ ДИАФИЗАРНЫХ ПЕРЕЛОМАХ КОСТЕЙ

Резюме. В статье представлены ранняя диагностика структурно-функционального состояния костных фрагментов, изучение динамики электрического сопротивления в костной ткани и возможности прогнозирования процессов репаративного остеогенеза в зависимости от механизма повреждения.

Ключевые слова: открытые переломы костей, электрическое сопротивление в костной ткани, влияние высокоэнергетической травмы на костную ткань.

EARLY DIAGNOSIS OF VIOLATIONS IN STRUCTURAL AND FUNCTIONAL STATE OF BONE FRAGMENTS IN OPEN DIAPHYSEAL FRACTURES

Summary. The article presents the early diagnosis of structural and functional state of bone fragments, the study of dynamics of electrical resistance in the bone tissue and the possibility of predicting the processes of reparative osteogenesis depending on the mechanism of injury.

Key words: open fractures, electrical resistance in the bone tissue, effect of high-energy trauma on bone tissue.