

УДК: 616.71-001.5-003.93-053:613.31

МІЦНІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАВМОВАНИХ КІСТОК ЩУРІВ ЗА УМОВ ЗНЕВОДНЕННЯ ОРГАНІЗМУ

А.І. Логоша, О.В. Слісаренко, Г.О. Масленко

Медичний інститут Сумського державного університету

Логоша А.І., Слісаренко О.В., Масленко Г.О. Міцнісні характеристики травмованих кісток щурів за умов зневоднення організму // Український морфологічний альманах. – 2013. – Том 11, № 3. – С. 16-18.

Дослідження проведено на білих лабораторних щурах-самцях молодого, зрілого та старечого віку, яким наносився дірчастий дефект великогомілкової кістки на фоні змодельованого клітинного та позаклітинного зневоднення. Вже з початку експерименту відбувається зниження міцності травмованих кісток, причому зі зростанням ступеня дегідратації та віку зміни набувають більшої вираженості порушень.

Ключові слова: травма, великогомілкова кістка, міцність, клітинна та позаклітинна дегідратація.

Логоша А.И., Слисаренко А.В., Масленко А.А. Прочностные характеристики травмированных костей крыс при обезвоживании организма // Украинский морфологический альманах. – 2013. – Том 11, № 3. – С. 16-18.

Исследование проведено на белых лабораторных крысах-самцах молодого, зрелого и старого возраста, которым наносился дырчатый дефект большеберцовой кости на фоне смоделированного клеточного и внеклеточного обезвоживания. Уже с начала эксперимента происходит снижение прочности травмированных костей, причем с ростом степени дегидратации и возраста изменения приобретают большую выраженности нарушений.

Ключевые слова: травма, большеберцовая кость, прочность, клеточная и внеклеточная дегидратация.

Logosha A., Slisarenko A., Maslenko A. The strength properties of the damaged bones of rats under condition of dehydration // Украинский морфологический альманах. – 2013. – Том 11, № 3. – С. 16-18.

The study was conducted in the laboratory of white male rats of the young, mature and old age, which was applied perforated defect of the tibia on the background of the simulated cellular and extracellular dehydration. Since the beginning of the experiment a reduction in the strength of the bones were, and with the degree of dehydration and age changes acquire greater severity of violations.

Key words: injury, tibia, strength, cellular and extracellular dehydration.

Щорічно, в Україні реєструється близько двох мільйонів травм, особливо опорно-рухової системи, які є однією з трьох основних причин смертності населення разом із серцево-судинними й онкологічними захворюваннями [5,6]. У структурі травм переважають високоенергетичні, зазвичай отримані внаслідок ДТП. Генеральна асамблея ООН розглядала проблему ДТП, характеризуючи її як «глобальну кризу», цьому явищу навіть дали назву «пандемія транспортних катастроф» [1]. Відомо, що смертність унаслідок ДТП зросла на 15 %, а вихід на інвалідність — на 20–25%. Основна частка загиблих — це особи працездатного віку (70%), з них до вікової категорії 15–40 років належать 90% жертв автомобільних аварій. На 20–25% зріс показник виходу на первинну інвалідність [4].

За останні роки частка діафізарних переломів зросла з 13–20% до 48,5%. Пошкодження нижньої кінцівки відбуваються у 2 рази частіше, ніж верхньої, а у 48% випадків мають ще й поєднаний характер [2].

Що ж до лікування, реабілітації травмованих, а також нагляду та соціальної допомоги особам, які отримали травми, то вони лягли важким тягарем на бюджет країни, особливо під час нестабільної економічної ситуації, яка склалась в нашій країні [5].

На швидкість процесу регенерації переломів впливає надзвичайно велика кількість факторів. Основними внутрішніми чинниками є вік, соматичні хвороби, стан імунної системи та інше. До зовнішніх чинників можна віднести дію солей важких металів, алкоголю та дегідратацію організму.

У медичній практиці порушення водно-електролітного балансу відбуваються при інфекційних захворюваннях, які супроводжуються зневодненням, після значної крововтрати, хірур-

гічних втручань, а також як наслідок захворювань шлунково-кишкового тракту, нирок і серця, при пухлинах головного мозку, а особливо задньої долі гіпофізу. У звичайному житті дегідратацію також викликають посилені тривалі фізичні навантаження, важка трудова діяльність у гарячих цехах. Яскраво виражений ексикоз трапляється в регіонах зі спекотливим кліматом, де зазвичай спостерігається недостатність води [3].

Незважаючи на те, що багато робіт присвячено темі остеорепарації, залишається достатньо питань стосовно впливу порушень водно-сольового обміну на процес загоєння переломів кісток, чому і присвячене наше дослідження.

Матеріали і методи. З метою вивчення впливу дегідратаційних порушень водно-сольового обміну на показники міцності травмованої великогомілкової кістки було поставлено експеримент на 180 білих нелінійних щурах-самцях трьох вікових груп: молоді тварини (3 місяці), зрілі (9 місяців) та старечого віку (22 місяці). Тварини були поділені на дві серії: першу - контрольну і другу - експериментальну.

Перша серія (К) — тварини трьох вікових груп, які перебували на звичайному харчовому раціоні та мали вільний доступ до питної води, яка відповідала ДСТУ 2874-82 "Вода питна. Гігієнічні вимоги і контроль за якістю".

Експериментальні тварини поділені на дві групи в залежності від змодельованого їм зневоднення організму (клітинне та позаклітинне), а кожна група складалася із трьох підгруп: з легким, середнім та важким ступенем дегідратації.

Щурі, яким моделювалося клітинне зневоднення отримували як пиття 1,2% гіпертонічний розчин кухонної солі, а як їжу — гранульований комбікорм. Легкий ступінь зневоднення досягався через 7-10 діб, середній - через 16-20 діб та

важкий - через 28-30 доби спостереження.

Для відтворення позаклітинного зневоднення тварини вживали знесолену їжу (виварені продукти), а їх питний раціон складала бідистильована вода з додаванням діуретика (Лазикс). При цьому легкий ступінь дегідратації досягався через місяць від початку експерименту, середній ступінь – через два місяці, і через три місяці відповідного харчового та питного раціонів тварини мали важкий ступінь зневоднення.

По досягненню відповідного ступеня зневоднення тваринам під кетаміновим наркозом наносився дірчастий перелом передньої поверхні великогомілкової кістки на межі верхньої та середньої третини за допомогою стоматологічного бору діаметром 1,5 мм. Після цього тварини переводились на звичайний харчовий та питний раціон.

Щурів виводили з експерименту шляхом декапітації під кетаміновим наркозом в терміни 3, 15 та 24 доби, відповідно ключовим стадіям регенерації за Корж Н.А. та Делух Н.В. [6].

Дослідження проводили на 24 добу після нанесення перелому. Для вивчення міцнісних властивостей брали великогомілкову кістку з дефектом та проводили визначення її міцності на розрив і стискання. Для цього використовували спеціальний пристрій, за допомогою якого вимірювали силу, яка необхідна для руйнування кісток (Р, кгс).

Надалі вимірювалась напрута кожного зразка, яка визначалась як відношення найбільшого розтягуючого зусилля до початкової площі поперечного перетину зразка і називалась межею міцності. При дослідженні зразків кісток ми визначали, як змінюється сила, що призводить до руйнування кісток, в залежності від площі їх поперечного перетину. Далі за допомогою векторної комп'ютерної графіки вимірювалося положення центру мас у перетині та площі перетину. Це відбувалось наступним чином: штатгенціркулем в перетині руйнування зразка проводили вимірювання в двох взаємно перпендикулярних площинах кістки з обов'язково найбільшим одним розміром у даному перетині. Надалі проводили фотографування перетину зразка, розташовуючи об'єктив фотоапарату перпендикулярно до вісі кістки і отримували зображення. Надалі отримували зображення препарату в програмному забезпеченні компанії Аськон - Компас 3D і після виміру отриманого контуру в даній програмі отримували цифрові значення розмірів.

Потім, після комплексу розрахунків за допомогою вищевказаної програми отримували необхідні показники: площа поперечного перетину та момент інерції. Після чого вираховувались результуючі показники, такі як повздожня руйнівна сила зразка (кгс), межа міцності (кгс/мм²), модуль Юнга (Па) та жорсткість поперечного перетину (Н).

Результати власних досліджень. Результуючою ознакою завершеності репаративних процесів є її тривкість, яка забезпечує цілісність кісток при різних видах фізичних навантажень, а отже виконання кісткою її функцій, як органа. З точки зору біомеханіки кістка – це матеріал, що працює в основному на стискання, розтягнення та згин. При цьому даний матеріал має бути максимально лег-

ким та компактним. Висока тривкість кісток пояснюється їх композиційною будовою, поєднанням в їх структурі еластичного колагену та міцного апатиту кальцію, що забезпечує одночасно високу тривкість та еластичність.

Тривкісні властивості вже у молодих щурів при легкому ступені позаклітинного зневоднення знижуються у порівнянні з контролем. Так, зменшується межа тривкості на розтягнення на 7,61% ($p \leq 0,05$), та на стискання - на 5,21% ($p \leq 0,05$). Модуль Юнга при цьому менший за контрольні показники на 11,35% ($p \leq 0,05$). При клітинному зневодненні також виявлені погіршення показників. Зменшується межа міцності при розтягуванні на 8,17% та 2,05% - при стисканні. Модуль Юнга також знижений на 9,01% ($p \leq 0,05$).

Середній ступінь позаклітинного зневоднення у щурів даної вікової групи призводить до подальшого зниження тривкісних характеристик травмованої кістки. Знижується межа тривкості на розтягнення на 15,76% ($p \leq 0,05$) та на стискання - на 9,26% ($p \leq 0,05$). При цьому модуль Юнга зменшується на 22,12% ($p \leq 0,05$). При клітинному зневодненні показники міцності кісток з кожним наступним ступенем також погіршуються. Межа руйнівної сили зменшена при розтягуванні на 15,50% ($p \leq 0,05$), а при стисканні – на 3,58% ($p \leq 0,05$). Модуль Юнга нижчий за контрольні показники на 24,76% ($p \leq 0,05$).

Важкий ступінь позаклітинного зневоднення викликає більш суттєві зміни в показниках тривкості травмованих кісток. Межа тривкості на розтягнення знижується на 21,01% ($p \leq 0,05$), а на стискання - на 8,99% ($p \leq 0,05$), що свідчить про сповільнення процесів відновлення функції кістки. Як наслідок порушення остеогенезу, відбувається зниження міцності кістки і при клітинному зневодненні, яке характеризується зменшенням межі тривкості при розтягненні і стисканні на 30,38% ($p \leq 0,05$) і 12,96% ($p \leq 0,05$).

У тварин зрілого віку при позаклітинному зневодненні легкого ступеня спостерігаємо зниження міцності ушкодженої кістки, більш вираженого характеру, ніж у тварин молодого віку, як при позаклітинному, так і при клітинному зневодненні організму.

Більш значні зміни спостерігаємо у тварин з середнім ступенем позаклітинного зневоднення. Межа тривкості на розтягнення нижча за контрольні показники на 13,67% ($p \leq 0,05$), на стискання – на 10,08% ($p \leq 0,05$) при позаклітинному зневодненні та на 10,69% ($p < 0,05$) та 8,48% ($p < 0,05$) при клітинному (рис.1). При всіх видах зневоднення виявлено, що з кожним наступним ступенем погіршуються показники досліджуваних параметрів, а отже у тварин старечого віку показники тривкості зазнають подальшого зменшення.

Слід зауважити, що міцність на розтягнення залежить від еластичності кісткової тканини і обумовлена її органічною складовою, тобто особливостями будови та архітекtonіки колагенових волокон, в той час як міцність на стискання має залежність від мінеральної щільності кісткової тканини. Тобто зменшення тривкості на стискання

свідчить про недостатню мінералізацію новоутвореного матриксу та зменшення мінеральної щільності материнської кістки. Еластична складова кістки також піддається змінам, про що свідчить значне зниження тривкості на розтягнення.

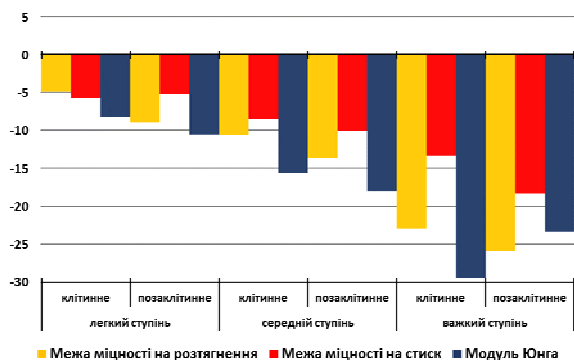


Рис. 1. Зміни тривісних характеристик кісток щурів зрілого віку в умовах клітинного та позаклітинного зневоднення.

В експерименті ми спостерігаємо вікові особливості тривісних характеристик кісток, що проявляються у значному зменшенні всіх досліджуваних показників у щурів старечого віку. Це пояснюється зменшенням вмісту апатиту в матриксі, а отже незавершеним утворенням колагенових волокон, що відіграють значну роль у формуванні міцності кісткової тканини після травматичного її ушкодження.

Так, при легкому ступені позаклітинного зневоднення у тварин старечого віку межа тривкості на розтягнення та на стискання значно нижча за контрольні показники - на 12,51% ($p \leq 0,05$) та 15,33% ($p \leq 0,05$) відповідно. При клітинному зневодненні рівень падіння показників міцності дещо менший і складає 6,63% ($p \leq 0,05$) на розтягнення та 9,67% ($p \leq 0,05$) на стискання, модуль Юнга нижчий за контрольні показники на 11,24% ($p \leq 0,05$).

Сповільнення відновлення кістки після нанесення дефекту, виявлене при гістологічному дослідженні, при середньому ступені зневоднення відображається в подальшому погіршенні її тривісних характеристик. При позаклітинному зневодненні спостерігається зниження межі тривкості на розтягнення на 22,67% ($p \leq 0,05$), на стискання - на 23,96% ($p \leq 0,05$), модуль Юнга нижчий на 27,59% ($p \leq 0,05$). Для руйнації кісток при клітинному зневодненні також потрібна менша сила, про що свідчить зменшення межі міцності на розтягнення на 18,11% ($p \leq 0,05$), на стискання - на 17,07% ($p \leq 0,05$).

Позаклітинна дегідратація важкого ступеня у тварин старечого віку має значний негативний вплив на загосненя перелому, а також на реакцію неушкодженої кістки на перелом. Про це говорять показники тривкості травмованої кістки, як ознаки відновлення її функції. А саме, відбувається зниження межі тривкості на розтягнення - на 33,35% ($p \leq 0,05$), на стискання - на 32,96% ($p \leq 0,05$), при погіршенні модуля Юнга на 31,54% ($p \leq 0,05$).

При клітинному зневодненні межа міцності на розтягнення менша за контрольні показники на

31,08% ($p \leq 0,05$), на стискання - на 25,37% ($p \leq 0,05$). Про зменшення міцності також говорить зміна у бік погіршення показника модуля Юнга на 38,93% ($p \leq 0,05$). Зміни, виявлені в тривісних властивостях кісткової тканини у тварин старечого віку, можуть пояснюватись стрімким зменшення числа твердості як новоутвореної, так і "материнської" кістки травмованого органа в даний віковий період.

Висновки:

1. В експерименті було виявлено зниження тривкості кісткової тканини під впливом дегідратації.

2. При обох видах дегідратації спостерігасмо зривання показників міцності травмованого органу зі збільшенням ступеню зневоднення.

3. При клітинній та при позаклітинній дегідратаціях найбільші зміни спостерігасмо у тварин старечого віку, при цьому найбільш адаптованими до зневоднення, а отже з найменшими змінами є тварини зрілого віку при клітинному зневодненні та молоді щурі при позаклітинному зневодненні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Всемирный доклад по предупреждению дорожно-транспортного травматизма: резюме / редакция Margie Pend et al. / Всемирная организация здравоохранения. Женева. 2004 (<http://www.who.int>).
2. Гайко Г.В. Діафізарні переломи в структурі травм опорно-рухової системи у населення України / А.В. Калашніков, В.А. Бюер, П.В. Нікітін, А.М. Чичирко, Т.П. Чалайдюк // Вісник ортопедії, травматології та протезування. — 2006. — № 1. — С. 84-87.
3. Клігуненко Е.Н. Методические рекомендации. Коррекция воды и электролитов и профилактика синдрома "капиллярной утечки" у больных в критических состояниях. / Клігуненко Е.Н. Доценко В.В. Ехалов В.В.- Днепропетровская государственная медицинская академия, ФПО, 2006. - 20 с.
4. Корж М.О. Актуальні медико-соціальні питання в проблемі дорожньо-транспортного травматизму / М.О. Корж, В.О. Танькут // Ортопедія, травматологія і протезування. — 2002. — № 3. — С. 6-10.
5. Корж М.О. Стан ортопедо-травматологічної служби України та заходи з покращання її діяльності / М.О. Корж, Д.О. Яременко, О.Г. Шевченко // Ортопедія і травматологія: проблеми якості: Зб. наук. праць за матеріалами наук.-практ. конф., присвяченої 75-річчю від дня народження заслуженого діяча науки і техніки України, проф. М.І. Хвусюка. — Х.: ХМАПО, 2009. — С. 5-9.
6. Корж Н.А. Репаративная регенерация кости: современный взгляд на проблему. Стадии регенерации / Н.А. Корж, Н.В. Дедух // Ортопедія, травматологія і протезування. -2006. - № 1. — С. 76-84.

Надійшла 28.05.2013 р.
Рецензент: доц. В.М.Волошин