

© Макар Б.Г., Банул Б.Ю.

УДК 616.71-06: 542.936+546.4/5

ЗМІНИ КІСТКОВОЇ СИСТЕМИ ЗА УМОВ ДЕГІДРАТАЦІЇ ТА ВПЛИВУ СОЛЕЙ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

Б.Г.Макар, Б.Ю.Банул

Кафедра анатомії людини (зав. – проф. Б.Г.Макар) Буковинського державного медичного університету, м. Чернівці

Резюме. Кісткова система організму за умов дегідратації та підвищеного вмісту солей важких металів зазнає істотних змін, зокрема порушуються процеси остеогенезу, розвивається остеопороз.

Ключові слова: кісткова система, дегідратація, солі важких металів, остеогенез, остеопороз.

У підтриманні гомеостазу внутрішнього середовища організму беруть участь всі системи. Відхилення від норми хоча б однієї із них супроводжується порушенням водно-електролітно-

го балансу. До різноманітних змін кісткової системи призводить дегідратація, зокрема позаклітинна дегідратація та загальне зневоднення. В експерименті на білих щурах В.Д.Воло-

шин, Н.Х.Микула [1], В.Д.Волошин [2] при тяжкому загальному зневодненні спостерігали зменшення гідратації трубчастих кісток на 9,7-10,0 %. Вміст фосфору знижується на 4,1 %, магнію – на 3,1 %, величина дефіциту гідрофільних елементів калію та натрію сягнула 10,9 % та 15,2 % відповідно. Спостерігається зниження накопичення мікроелементів у кістковій тканині: міді – на 1,4 %, марганцю – на 2,1 %, цинку – на 1,6 %, заліза – на 0,8 %. Кількість свинцю зменшується на 1,5 %. За тиждень після переведення щурів на звичайний раціон хімічний аналіз вказує на порушення мінерального метаболізму. Дефіцит неорганічних елементів і сполук становив 5,1 %. Рівень кальцію і магнію знизився на 5,4 % та 4,1 % відповідно, фосфору – на 5,6 %. Баланс мікроелементів змістився в негативний бік: кількість міді, марганцю, цинку, заліза і свинцю знизилася до 3,2 %, 2,6 %, 1,4 %, 2,2 %, 1,2 % відповідно. Отже, тяжкий гіпертонічний ексікоз призводить до активного вимивання з кісткової тканини макро- і мікроелементів.

При тяжкому зневодненні [3, 4] спостерігаються зміни проксимальних епіфізарних хрящів та губчастої тканини метафізів довгих трубчастих кісток. Метафізарна пластинка звужується на 3,6 %, зона проліферації – на 4,4 %, ширина зони дефінітивного хряща зменшується на 1,3-1,5 %. Ширшає шар деструктивних клітин. Він містить ділянки і тяжі кальцинації неправильної форми, які оточені вузькою зоною енхондральної кістки. Шар остеоїду відмежовується від міжбалкових просторів 1-2 рядами остеобластів, кількість яких знижується до 1,1 %. Об'єм спонгіози знижується до 4,5 %, кісткові балки тоншають, довжина їх зменшується на 5,0 %. Відзначається порушення синтетичних процесів, зокрема посилюється резорбція в ділянці дефінітивного хряща. Глибина проникнення хрящових трабекул у кістково-мозкову порожнину знижується на 10,2 %, зона деструкції розширюється у типових кісткових балках. Отже, тяжке загальне зневоднення викликає порушення структури епіфізарного хряща та метафіза довгих трубчастих кісток.

При позаклітинному зневодненні знижується вміст мікроелементів у плечовій кістці: у тварин молодого віку – на 6,3 %, зрілого – на 3,9 %, старечого – на 1,3 %. Отже, позаклітинна дегідратація викликає стійкі порушення росту та процесів формоутворення трубчастих кісток моло-

дих тварин і помірні зміни у тварин старечого віку [5].

З'ясовано, що дегідратація призводить до деструкції зон росту кісток, знижує проліферативну активність хондроцитів, спричиняє утворення конгломератів хрящових клітин. Епіфізарний хрящ тоншає на 20-25 %. Густина первинної спонгіози знижується на 16 %. У компактній речовині діафізів спостерігаються лінії склеювання, мозаїчні смуги і порожнини резорбції. Сповільнюється перебудова первинних генерацій остеонів у вторинні. Розширюються зони зовнішньої і внутрішньої пластинок. Відбувається спонгізація компактної речовини, редукція ендоплазматичного ретикулума, з'являються вогнища гомогенізації цитоплазми, спостерігається ліпідна інфільтрація протоплазми, знижується мінеральний обмін внаслідок евакуації з кісткової тканини кальцію та фосфору. Мікроелементи, що каталізують ферментативні системи, переходять із кісткової системи в кров, що призводить до зниження міцності довгих трубчастих кісток [4-6].

Підсумовуючи дані літератури щодо впливу дегідратації на організм в експерименті, можна дійти таких висновків: 1. Зміни кісткової системи організму при дегідратаційних розладах мають неспецифічний характер, що виражається сповільненням епіфізарного росту кісток, підсиленням резорбції кісткових структур, розвитком остеопорозу, несприятливим перетворенням органічного матриксу, втратою міцності. 2. Характер і ступінь морфофункціональних перетворень кісток залежить від тривалості дії дегідратаційного чинника і менше від ступеня та виду зневоднення. 3. Істотні зміни остеогенезу спостерігаються при позаклітинній дегідратації, найменші – за умов загального зневоднення. 4. Губчасті кістки реагують на дегідратацію сильніше, ніж трубчасті і плоскі.

Кісткова система депонує мінеральні речовини, регулює обмін іонів, розчинених у воді. Мікроелементи, як складова частина ферментативних систем організму, беруть активну участь у процесах росту та формоутворенні скелета. Тому надлишок в організмі солей тяжких металів призводить до змін кісткової системи, що врешті-решт впливає на її механічні властивості [7-9].

Впливові солей важких металів на кісткову систему присвячено чимало досліджень [10-14]. Простежені зміни у плечовій, стегновій та вели-

когомілкової кістках. Упродовж 3 місяців з питною водою тваринам давали солі цинку, хрому, міді, нікелю, кобальту і заліза. При застосуванні суміші цих солей у діафізі кісток спостерігалися поодинокі лінії склеювання, сповільнювалася перебудова первинних генерацій остеонів у вторинні, розширювалися зони періосту та ендосту. Знижується на 33,8 % вміст кальцію, на 45 % – фосфору, на 17,8 % – магнію. Проте зростає кількість міді, цинку, калію і натрію, що призводить до сповільнення осифікації органічного матриксу. Спостерігаються різноманітні зміни в епіфізарному хрящі: відсутні стовпи, зони без чітких меж, трабекули розташовані хаотично, утворюються поодинокі конгломерати хондроцитів. Все це свідчить про глибокі структурні порушення росту кісток у довжину. У компактній речовині діафізів переважають розширені первинні остеони зі світлими зруйнованими пластинками. Відбувається деструкція остеонного шару, з'являються мозаїчні ділянки. У губчастій речовині спостерігається сповільнення перебудови грубоволокнистої тканини у пластинчасту, розширюються зони зовнішніх пластинок. Зменшуються довжина трубчастих кісток, ширина епіфізів та діафіза. Отже, підвищення у питній воді вмісту солей міді, цинку, кобальту, нікелю, заліза, хрому призводить до сповільнення росту кісток, змін у їхній будові, гальмування формоутворення, пригнічення мінерального обміну, зниження їх міцності та розвитку остеопорозу.

Забруднення біосфери викидами хімічних підприємств створює серйозну антропогенну та екологічну проблему сучасності. В різних компонентах біосфери відбувається інтенсивне накопичення хімічних речовин у таких кількостях, які значно перевищують її природний вміст, що є реальною загрозою для розвитку живих організмів. Поширеними забруднювачами довкілля є сполуки свинцю. Свинцева інтоксикація призводить до підвищення пренатальної смертності, виникнення різноманітних аномалій скелета. В організмі сполуки свинцю депонуються в кістковій тканині [15, 16]. Під дією ацетату свинцю спостерігається звуження дистального епіфіза стегнової кістки – на 14,3 %, діафіза – на 19,8 %, епіфізарного хряща – на 36,6 %. Виявляється нерівномірність країв епіфізарного

хряща, а також відсутні межі між його зонами. Зона проліферації звужена, кількість проліферуючих клітин знижується. У зоні деструкції епіфізарного хряща відбувається інтенсивне зруйнування хондроцитів. Кісткові балки тонкі, розрізнені, кількість остеобластів зменшується. У діафізі спостерігається заміщення первинної грубоволокнистої тканини компактною пластинчастою. У компактній речовині з'являються ознаки остеопорозу, розсмоктуються кісткові балки, зменшується площа компактної речовини. У ділянці діафіза звужуються шари періосту та остеонів, відбувається демінералізація кісткової тканини. Затримується процес росту та формоутворення кісток, спостерігаються патологічні зміни у довгих кістках. Отже, кістковоруйнівні процеси переважають над кістковоутворювальними.

За деякими даними [10, 12, 14], застосування ацетату свинцю, цинку та хрому впродовж місяця в експерименті призводить до зменшення довжини стегнової кістки, звуження її проксимального та дистального епіфізів. Відбуваються зміни і в тазовій кістці та поперекових хребцях, зокрема: довжина тазової кістки зменшується на 17,5 %, висота поперекових хребців – на 18,6 %. Товщина тазової кістки та поперекових хребців зростає. При дослідженні діафіза стегнової кістки виявлено звуження остеонного шару на 18,6 %. Компактна речовина не чітка, остеони розташовані нерівномірно, біля періосту відсутні остеобласти. Дефінітивний шар звужений на 17,2 %, в ньому присутня велика кількість сполучної тканини. Зона деструкції розширена, гальмується процес утворення кісткового матриксу. Спостерігаються дистрофічні зміни міжклітинної тканини, внаслідок чого вона нерівномірно забарвлена, дистрофічні зміни присутні і в губчастій речовині. На всій поверхні кісток спостерігається резорбція остеобластів, зникають остецити. Отже, цинк, хром і свинець порушують остеогенез, пригнічують ріст кісток і посилюють явища остеопорозу.

Висновок. Зміни кісткової системи за умов дегідратації та впливу солей важких металів мають спільні ознаки і характеризуються сповільненням епіфізарного росту кісток, підсиленням резорбції кісткових структур, пригніченням мінерального обміну, втратою міцності та розвитком остеопорозу.

Література

1. Волошин В.Д., Микула Н.Х. Структура епіфізарного хряща та метафізу довгих трубчастих кісток у щурів репродуктивного віку при тяжкому загальному зневодненні // Матер. І міжнар. конгр. з інтегр. антропології. – Тернопіль, 1995. – С. 100-101.
2. Волошин В.Д. Мінеральний баланс довгих трубчастих кісток у щурів репродуктивного періоду при сублетальному загальному зневодненні та через тиждень реадaptaційного періоду // Матер. І міжнар. конгр. з інтегр. антропології. – Тернопіль, 1995. – С. 98-99.
3. Кравців С.І. Насиченість мікроелементів у плечовій кістці при позаклітинному зневодненні у тварин різного віку // Матер. І міжнар. конгр. з інтегр. антропології. – Тернопіль, 1995. – С. 200-201.
4. Ковешников В.Г. Зональное строение епифизарного хряща // Антропoгенетика, антропoлогия и спорт. – Винница, 1980. – С. 251-252.
5. Сикора В.З., Ильин В.Ф. Некоторые итоги изучения влияния обезвоживания на костную систему // Матер. І міжнар. конгр. з інтегр. антропології. – Тернопіль, 1995. – С. 297-298.
6. Сикора В.З., Ильин В.Ф. Структурные преобразования костной системы в условиях обезвоживания организма // Матер. І міжнар. конгр. з інтегр. антропології. – Тернопіль, 1995. – С. 298-299.
7. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия. – М.: Медицина, 1990. – 383 с.
8. Сикора В.З., Кононенко О.С., Погорелов М.В. Изменение остеогенеза при избыточном поступлении в организм солей тяжелых металлов // Укр. мед. альманах. – 2000. – № 3. – С. 99-101.
9. Белоцерковский В.П., Пикалюк В.С., Шумский А.С. К вопросу о минеральной насыщенности длинных губчатых костей при интоксикации организма солями тяжелых металлов // Акт. пит. морфології: III Нац. конгр. АГЕТ України. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2002. – С. 22-23.
10. Мойсєєнко О.С. Особливості реакції кісткової та хрящової тканин на термічне ураження та вживання солей важких металів у старечому віці // Вісн. морфол. – 2006. – Т. 12, № 2. – С. 229-231.
11. Романюк А.М., Гортинська О.М., Романюк К.А. Гістоморфометричні особливості реакції довгих трубчастих кісток скелета в умовах мікроелементів // Впровадження досягнень морфол. науки в навч. процес та його знач. для європ. інтеграції мед. освіти: Матер. наук.-практ. конф. – Тернопіль, 2006. – С. 135-136.
12. Гортинська О.М. Ріст, будова та формоутворення кісток в умовах впливу на організм загальної гіпоксії та несприятливих факторів зовнішнього середовища // Матер. VII міжнар. мед. конгр. студентів та мол. вчених. – Тернопіль, 2004. – С. 162.
13. Довганюк Т.Я., Пикалюк В.С., Родіонова Н.В. Структурні та функціональні зміни в кістках скелета при дії на організм свинцевої інтоксикації // Укр. мед. альманах. – 2000. – № 3. – С. 61-64.
14. Мажуга П.М., Житников А.Я., Ницевич Т.П. Реактивность клеток в органах и тканях при фенольных и свинцовых воздействиях // Цитология. – 1991. – № 5. – С. 113-114.
15. Житников А.Я. Распределение свинца в скелете при хронической интоксикации // Вісн. Білоцерк. аграр. ун-ту. – 1998. – Ч. 2, в. 6. – С. 142-145.
16. Родіонова Н.В., Довганюк Т.Я. Проліферація: диференціювання остеогенних клітин при тривалому поступленні свинцю в організм // Наук. вісн. Вінниц. держ. ун-ту. – 1998. – № 4. – С. 16-22.

ИЗМЕНЕНИЯ КОСТНОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ ДЕГИДРАТАЦИИ И ВЛИЯНИИ СОЛЕЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Резюме. Костная система организма в условиях дегидратации и повышенного содержания солей тяжелых металлов подвергается существенным изменениями – нарушаются процессы остеогенеза, развивается остеопороз.

Ключевые слова: костная система, дегидратация, соли тяжелых металлов, остеогенез, остеопороз.

CHANGES OF SKELETAL SYSTEM UNDER CONDITIONS AND INFLUENCE OF SALTS HEAVY METALS

Abstract. Skeletal system of body under conditions dehydration and higher contents of salts heavy metals undegone similar changes disturbances of osteogenesis and appearances of osteoporosis.

Key words: skeletal system, dehydration, salts heavy metals, osteogenesis, osteoporosis.

Bukovinian State Medical Universiti (Chernivtsi)

Надійшла 15.10.2007 р.
Рецензент – проф. І.Є.Герасимюк (Тернопіль)