

4. Oganov. V. S. Kostnaja sistema, nevesomost' i osteoporoz. Izd. 2-e, pererab. i dop. / V.S. Oganov // – V.: Nauchnaja kniga, - 2014. - 291 s.
5. Rodionova N.V. Funkcional'naja morfologija kletok v osteogneze / N.V. Rodionova.-Kiev: Nauk.dumka,-1989,186 s.
6. Rodionova N. V. Citologichni mehanizmi perebudov u kistkah pri gipokinezii ta mikrogravitacii / N.V. Rodionova // – Kiiv, Naukova dumka, - 2006. – 238 s.
7. Da Silva Meirelles L. Mesenchymal stem cells reside in virtually all post-natal organs and tissues / L. Da Silva Meirelles, P.C. Chagastelles, N. B. Nardi // Journal of Cell Science. – 2006. – Vol. 119 (11). - P. 2204-2213.
8. Crisan M. A perivascular origin for mesenchymal stem cells in multiple human organs / M. Crisan, S. Yap, L. Casteilla [et all.] // Cell stem cell. – 2008. – Vol.3. – P. 301-313
9. Rodionova N. V. Differentiation potentials of perivascular cells in the bone tissue remodeling zones under microgravity (40th COSPAR Scientific Assembly, 2014) / N.V. Rodionova, O.V. Katkova // Moscow. – 2014. – F 5.2-2014-14 c.
10. Rodionova N.V. Ultrastructure and differentiation of perivascular cells in the bone tissue remodeling zones under microgravity / N.V. Rodionova, O.V. Katkova // 14-а Українська конференція з космічних досліджень, 8-12 вер. 2014. – Ужгород, - 2014. – 40 с.

Реферати

ПРОЛІФЕРАЦІЯ І УЛЬТРАСТРУКТУРА ПЕРИВАСКУЛЯРНИХ КЛІТИН В ЗОНАХ РЕМОДЕЛЮВАННЯ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ ПРИ ЗНЯТТІ ОПОРНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Родіонько Н. В., Скрипченко О. В., Каткова О. В.

Із застосуванням методів гістології, електронної мікроскопії і гістоавторадіографії з 3H-тимідином встановлено, що при тривалому знятті опорного навантаження з задніх кінцівок в зонах адаптивних перебудов (метафіз, судинні канали кортикальної кістки діафізів) стегнової кістки щурів основну ДНК-синтезуючу фракцію складають малодиференційовані периваскулярні клітини синусоїдних капілярів. Висока проліферативна активність популяції пов'язана не лише з само підтриманням, а і з участю у генезі остеогенних клітин. Встановлено, що в умовах зняття опорного навантаження в зонах деструкції кісткової тканини має місце зниження інтенсивності проліферації периваскулярних клітин, особливо в популяції клітин, що диференціюються, які включають в зонах ремодельовання преостеобласти. Частина клітин диференціюються в фіброblastи, в результаті чого в кісткових структурах з'являються зони фіброзу. Таким чином адекватного відновлення кісткової тканини в локусах деструкції не відбувається. У кістковій тканині формуються остеопоротичні порожнини, знижується механічна щільність кісткових структур.

Ключові слова: периваскулярні клітини, проліферація, ультраструктура.

Стаття надійшла 14.03.2015 р.

PROLIFERATION AND ULTRASTRUCTURE OF PERIVASCULAR CELLS IN BONE TISSUE REMODELING ZONES AT REMOVAL SUPPORT LOADING

Rodionova N. V., Skripchenko O. V., Katkova O. V.

Using histological methods, electron microscopy and histoautography with 3H-thymidine was found that at long term hind limbs unloading the poorly differentiated perivascular cells of sinusoids are the main DNA-synthesizing fraction in the zones of adaptive transformations (metaphysis, cortical bone vascular channels in diaphysis) in rat femur.

High proliferative activity of the population is connected not only to self-maintenance but also takes part in genesis of osteogenic cells. It was found, that under supportive unloading there is reduction of perivascular cells proliferation intensity in destruction zones, particularly in differentiating cells population, which includes preosteoblasts in remodeling zones. Part of the cells differentiates into fibroblasts, resulting in bone fibrosis zones emerge. Thus, there isn't an adequate response of the bone tissues in destruction locus. The osteoporotic cavities are forming in bone tissue; mechanical density of bone structures is reducing.

Key words: perivascular cells, proliferation, ultrastructure.

Рецензент Єрошенко Г.А.

УДК 616.37 – 018:611.716.4

А. М. Романюк, А. Б. Коробчанська, С. В. Сауляк, С. А. Романюк
Сумський державний університет, м. Суми,
Харківський державний медичний університет, м. Харків

МОРФОЛОГІЧНІ ТА МЕТАБОЛІЧНІ ПОРУШЕННЯ У НИЖНІЙ ЩЕЛЕПІ ТА РІЗЦІ ПІД ВПЛИВОМ СОЛЕЙ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ТА ЇХ КОРЕКЦІЯ ОСЕЇН- ГІДРОКСИПАТИТНИМ КОМПЛЕКСОМ

В експерименті на 68 статевозрілих щурах показані особливості порушення морфологічної будови та хімічного складу кісткової тканини та різця нижньої щелепи щурів за умов дії на організм солей хрому, свинцю, цинку, заліза, міді, марганцю, а також досліджена можливість застосування осеїн-гідроксиapatитного комплексу для корекції виявлених змін. Показано, що реадaptaційний період після вживання солей важких металів на фоні корегуючої терапії перебігає більш сприятливо, хоча повної нормалізації досліджуваних параметрів не відбувається навіть через 60 днів.

Ключові слова: морфологія, мінеральний склад, нижня щелепа, різець, кісткова тканина, солі важких металів, осеїн-гідроксиapatитний комплекс.

Робота є фрагментом НДР «Закономірності вікових і конституційних морфологічних перетворень за умов впливу ендо- і екзогенних чинників і шляхи їх корекції», державна реєстрація № 0113U001347.

Забруднення довкілля сполуками важких металів (СВМ) підвищує рівень захворюваності населення [6, 7, 8]. Показано, що під впливом солей важких металів відбувається порушення

амелогенезу, а також зростання захворюваності зубів на карієс у регіонах, де виявлено збільшений вміст цих хімічних поллютантів у навколишньому середовищі [2, 3]. Є окремі роботи, в яких повідомляється про негативні зміни у кістковій тканині щелепи та емалі зубів за умов дії іонів важких металів [4, 5].

У Сумській області в окремих районах знайдено підвищене накопичення в ґрунті та питній воді солей цинку, хрому, свинцю, марганцю, міді та заліза, які можуть бути в різних комбінаціях і концентраціях і зумовлювати несприятливий вплив на здоров'я населення цих регіонів [1]. Проте повідомлень про особливості впливу на тверді тканини зубощелепної системи СВМ, динаміки морфологічних змін, можливості кумуляції твердими тканинами ротової порожнини іонів важких металів та здатності до відновних регенераторних процесів, а також медикаментозної корекції виявлених змін ми не знайшли. Тому, дослідження особливостей морфогенезу нижньої щелепи та різця, а саме, ростових, морфологічних, хімічних порушень та можливостей регенераторних процесів під впливом дії на організм СВМ та за умов корекції є актуальною науковою проблемою, вивчення якої дозволить поглибити знання в морфології твердих тканин зубощелепної системи та розробити заходи щодо їх профілактики та лікування.

Метою роботи було вивчення особливостей морфологічної перебудови та хімічного складу різців та кісткової тканини нижньої щелепи за умов впливу на організм солей важких металів та їх корекції осейн-гідроксиапатитним комплексом.

Матеріал та методи дослідження. Дослідження виконане на 68 білих статевозрілих щурах – самцях, які розділені на чотири групи: контрольні та піддослідні. Експериментальні тварини третьої групи протягом 1 місяця вживали воду з надлишком СВМ: цинку – 5 мг/л, міді – 1 мг/л, заліза – 10 мг/л, марганцю – 0,1 мг/л, свинцю – 0,1 мг/л, хрому – 0,1 мг/л. Тварини четвертої групи після вживання СВМ у ре адаптаційному періоді отримували осейн-гідроксиапатитний комплекс. Матеріал досліджували через 1, 15, 30 і 60 діб після припинення вживання СВМ. Зрізи фарбували гематоксилін - еозином і пікрофуксином за Ван Гізон. Цифрові дані обробляли за допомогою комп'ютерної програми AtteStat 12.0.5. Експерименти на лабораторних тваринах виконували відповідно до правил, прийнятих Європейською конвенцією із захисту хребетних тварин, яких використовують для наукових завдань (Страсбург, 1986р), «Загальних етичних правил експериментів над тваринами», затверджених І Національним конгресом з біоетики (Київ, 2001) та закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» № 3477-IV від 21.02.2006 р.

Результати дослідження та їх обговорення. У тварин, які вживали СВМ у надлишковій кількості згідно умов експерименту за допомогою анатомічних остеометричних методів дослідження виявлено гальмування ростових процесів у нижній щелепі та різці на 5,03% - 8,55% ($p < 0,05$). У кістковій тканині нижньої щелепи спостерігалася пригнічення кісткоутворювальних процесів у компактній та губчастій речовині, сповільнення апозиційного росту та порушення осифікації кісткової матриці, поява значних ділянок гіпомінералізації основної речовини. Посилювалися резорбтивні зміни у тканині кістки (рис.1.А.). Компактність кісткової тканини нижньої щелепи значно порушувалася за рахунок глибоких дистрофічних та остеопоротичних змін як у проміжній речовині, так і остеогенетичних клітинах з пікнозом їх ядер, а місцями навіть повною руйнацією. Зазначена морфологічна перебудова кісткової тканини нижньої щелепи не відновлювалася у реадaptaційному періоді упродовж усіх термінів дослідження. Навіть через 60 діб спостереження у кістковій тканині зберігалися гіпомінералізовані ділянки компакти з її набряком (Рис.1.Б.).

Гістологічне та морфометричне дослідження виросткового хряща також показало ознаки пригнічення ростових процесів, посилення резорбції губчастої кісткової тканини, нерівномірність мінералізації основної речовини. Найбільш виразні зміни спостерігалися у зоні субхондрального остеогенезу, яка звужувалася на 9,78% ($p < 0,05$) з одночасним зменшенням кількості клітин та об'єму первинної спонгїози. Після 60 добового реадaptaційного періоду у хрящі зберігалися ознаки резорбтивних та остеопоротичних змін, дистрофія хондроцитів у вигляді вакуолізації цитоплазми та пікнозу ядер.

Ознаки пригнічення ростових процесів виявлені і зі сторони різця нижньої щелепи. Всі досліджувані показники достовірно ($p < 0,05$) відставали від контрольних величин на 10 – 14%. У реадaptaційному періоді ознаки пригнічення дентиногенезу зберігалися з проявами в одонтобластах дистрофічних змін в цитоплазмі та гальмуванням проліферативної активності в ядрах та розвитком у них пікнозу.

Дослідження метаболічних процесів у кістковій тканині та різці нижньої щелепи піддослідних тварин, які вживали СВМ у надлишковій кількості, показало, що спостерігається порушення мінералізації кістки та різця за рахунок зниження вмісту кальцію у кристалічній решітці гідроксиапатиту на 12 -14% та основного остеотропного мікроелементу цинку на 8-9%. Одночасно загальна кількість органічних та неорганічних речовин також знижується, а вміст води зростає на 15 -17%. Результатом дисбалансу мінерального компоненту досліджуваних органів із значним накопиченням іонів важких металів до 14-23% у міжклітинному просторі розвивається розволокнення сполучної речовини та її набряк. Реадапційний період характеризувався незначним зменшенням різниці досліджуваних показників з інтактними тваринами.

Застосування корегуючої терапії комплексом осейн-гідроксиапатит призводило до деякої оптимізації морфологічної будови та метаболізму мінеральних речовин у кістковій тканині нижньої щелепи та дентину різця піддослідних тварин. Так, остеометричні показники досліджуваних органів на закінчення реадаптації відставали лише на 2 – 3% ($p \geq 0,05$). Ділянки дистрофічних змін та гіпомінералізації губчастої та компактною речовин зустрічалися рідше. Разом з тим, зберігалися явища нерівномірної кальцифікації грубоволокнистої кісткової тканини, у міжклітинній речовині виявлявся набряк основної речовини з пікнотичними змінами в окремих ядрах остеоцитів. Зустрічалися поля молоді остеїдної тканини з порушеною мінералізацією та набряком проміжної речовини.

Зі сторони наросткового хряща також виявлені певні позитивні динамічні перетворення, хоча ширина зони проліферації залишається зменшеною після місячного експерименту на 5,83%. Зона гіпертрофічних клітин та ерозивна зона розширені відповідно на 3,09% та 2,50%. Ширина зони спокою відрізняється від показників у контрольних тварин незначно і різниця складає лише 2,03% – 1,32% ($p \geq 0,05$), відповідно на початку та на закінчення досліджень. Зберігаються порожнини резорбції, набряклі хондроцити (рис.1.В).

На фоні корегуючої терапії процеси дентиногенезу також дещо покращуються (рис.1.Г.). При цьому після місячного, а ще більше двохмісячного спостереження виявляється подальше поступове нівелювання різниці з контролем. Проте, ширина шару одонтобластів залишається зменшеною відповідно на 6,99% та 5,48%; ширина предентину – на 8,81% та 6,33%; ширина дентину - на 3,99% та 2,98%; загальна ширина різця – на 4,37% та 3,22%; мезіо-дистальна ширина зуба – на 4,80% та 3,29% ($p \geq 0,05$).

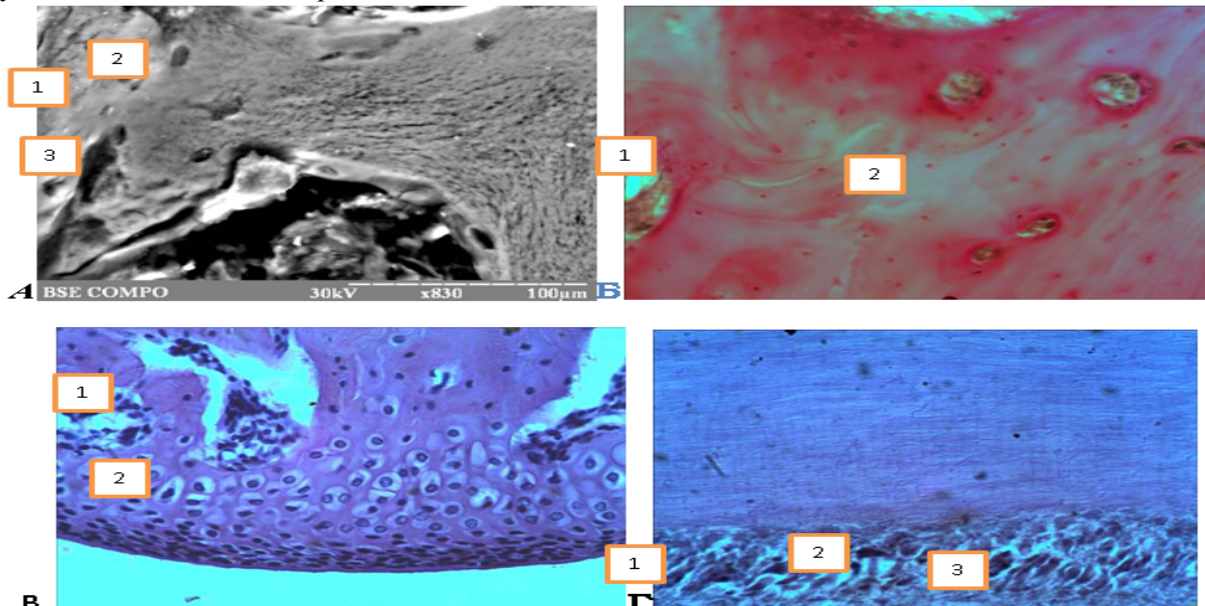


Рис.1. А. Електронна сканограма шліфа нижньої щелепи піддослідного щура після місячного впливу впливу солей важких металів, 60 доба реадаптації. 1- компактна речовина, 2 - канал остеома, 3 – остеопоротичні зміни компакти з формуванням резорбтивних порожнин. Зб.×830. Б. Кісткова тканина нижньої щелепи піддослідного щура після місячного впливу солей важких металів, 60 доба реадаптації: 1-нерівномірність ліній склеювання, 2 – гіпомінералізована ділянка компакти, 3 – набряклі остеоцити. Забарвлення за Ван Гізон. Цифрове фото. Zoom x 320. В. Виростковий хрящ нижньої щелепи піддослідного щура після місячного впливу солей важких металів та вживання коректора: 1- порожнини резорбції у зоні субхондрального остеогенезу, 2 – вакуолізація цитоплазми хондроцитів порожнини резорбції. Забарвлення гематоксилін-еозином. Цифрове фото. Zoom x 320. Г. Поперечний зріз різця нижньої щелепи піддослідного щура після місячного впливу солей важких металів та вживання коректора: 1 - шар одонтобластів, 2 - набряк міжклітинного простору, 3 – пікноз ядер одонтобластів. Забарвлення гематоксилін-еозином. Цифрове фото. Zoom x 360.

Метаболічні процеси у мінеральному компоненті кісткової тканини та дентині різця також дещо покращуються, що підтверджується кількісним аналізом хімічного складу досліджуваних органів, хоча повної нормалізації структури гідроксиапатиту не відбувається.

Таким чином, застосування комплексу осейн-гідроксиапатит тваринам, які вживали солі важких металів у надлишковій кількості сприяє деякій оптимізації морфогенезу нижньої щелепи та різця. Пригнічення ростових процесів у нижній щелепі та гальмування дентиногенезу у різці виражені в меншій мірі, ніж у тварин без корекції. Разом з тим, навіть тривалий відновний реадaptaційний період упродовж двох місяців не призводить до повної нормалізації морфогенетичних процесів у досліджуваних органах зубощелепної системи. На нашу думку, це пояснюється тим, що мікроелементи, які надходили в організм у надлишковій кількості мають виражену остеотропну дію. Іони важких металів проникають у кристалічну решітку гідроксиапатиту і вступають там у тісні зв'язки з основними компонентами кристалів, витісняючи їх основний макроелемент - кальцій, що підтверджується результатами хімічного аналізу. Проведені дослідження показали, що застосування корегуючої терапії запропонованим комплексом у незначній мірі сприяє оптимізації та покращенню процесів дентиногенезу, певній нормалізації хімічного складу та частковому відновленню ростових процесів у нижній щелепі та різці, що підтверджується результатами макроскопічного, гістологічного, морфометричного та хімічного аналізів.

Висновки

1. Солі важких металів викликають морфологічні та метаболічні порушення у кістковій тканині нижньої щелепи та дентині різця, що проявляється гальмуванням ростових процесів, дистрофічними та остеопоротичними змінами у компактній та губчастій речовині кістки, зменшенням вмісту білків, неорганічних речовин, зменшенням вмісту кальцію та цинку, накопиченням іонів важких металів у кристалічній решітці гідроксиапатиту.
2. Застосування осейн-гідроксиапатиту у якості корегуючої терапії призводить до незначного нівелювання морфологічних та метаболічних порушень у кістковій тканині нижньої щелепи та дентині різця.

Перспективи подальших досліджень у даному напрямку – вивчити можливі механізми порушення кісткоутворення під впливом солей важких металів.

Список літератури

1. Doprvid' pro stan navkolishn'ogo prirodnoho seredovishha v Sums'kij oblasti u 2000 roci. – Sumi: Vidavnicтво «Dzherelo», - 2001. – 178 s.
2. Kuzenko E. V. Morfologichni zmini anameloblastiv pri kombinovanomu vplivi solej vazhkih metaliv / E. V. Kuzenko // Ditjachij stomatologii suchasni naukovі doslidzhennja: materialі regional'noї naukovo – praktichnoї konferencії, prisvjachenoї 15 – richchju Sums'koї filії kafedri stomatologii, terapevtichnoї ta ditjachoї stomatologii HMAPO 20 05 2010r. – Sumi, - 2010. – S.29-30.
3. Lahtin Ju. V. Ocinka stupenja vplivu nadlishku solej vazhkih metaliv dovkillja na viniknennja osnovnih stomatologichnih zahvorjuvan' / Ju. V. Lahtin // Visnik Sums'kogo derzhavnogo universitetu. Serija Medicina. - 2012. - № 1. - S.150-154.
4. Lahtin Ju. V. Gistomorfometricheskie izmenenija v al'veoljarnom otrostke cheljustej kryс pod dejstviem solej tjazhelyh metallov i protekcij al'fa-lipoevoj kisloty / Ju.V.Lahtin // Visnik problem biologii i medicini. - 2012. - Vip.4-T.2(97). – S.243-247.
5. Romanjuk A. M. Morfologichni zmini emali zubiv shhuriv v movah nadlishkovogo spozhivannja solej cinku, hromu ta svincju / A.M. Romanjuk, Ju.V. Lahtin, E.V. Kuzenko // Ukraїns'kij morfologichnij al'manah-2009. -T.7,№2.-S92-94.
6. Stepanova M.G. Gigienichna ocinka zabrudnennja otchuhujuchoho seredovishha vazhkimi metalami ta jogo vplivu na zdorov'ja naseleennja Donec'koї oblasti // avtoref. dis. na zdobuttja nauk. stupenja kand. biolog. nauk: spec. 14.02.01 „Gigiena” / M.G. Stepanova – Kiїv, - 2004. – 19 s.
7. Nikolas C. Lead toxicity update. A brief review / Nikolas C. Papanikolaou, Eleftheria G. Hatzidaki, Stamatis Belivanis [et al.] // Med. Sci. Monit. – 2005. – Vol.11(10). – P. 329 – 336.
8. Radike M. Distribution and accumulation of a mixture of arsenic, cadmium, chromicum, nicel, and vanadium in mouse small intestine, kidneys, pancreas, and, femur following oral administration in water or feed / M. Radike, D. Warshawsky, J. Caruso // Journal of Toxicology and Environmental Health. – 2002. – № 65, Part A. – P. 2029 – 2052.

Реферати

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ В НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ И РЕЗЦЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ СОЛЕЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И ИХ КОРРЕКЦИЯ ОСЕЙН-ГИДРОКСИАПАТИТНЫМ КОМПЛЕКСОМ

Романюк А. Н., Коробчанская А. Б., Сауляк С. В., Романюк С. А.

MORPHOLOGICAL AND METABOLIC DISORDERS IN THE MANDIBLE AND INCISOR OF RATS UNDER THE INFLUENCE OF SALTS OF HEAVY METALS AND THEIR CORRECTION OSSEIN-HYDROXYAPATITE COMPLEX

Romaniuk A. M., Korobchanskay A. B., Saulyak S. V., Romaniuk S. A.

В експерименте на 68 половозрелих крысах показаны особенности нарушения морфологического строения и химического состава костной ткани и резца нижней челюсти крыс в условиях действия на организм солей хрома, свинца, цинка, железа, меди, марганца, а также изучена возможность применения оссеин-гидроксиапатитного комплекса для коррекции выявленных изменений. Показано, что реадaptационный период после употребления солей тяжелых металлов на фоне корректирующей терапии протекает более благоприятно, однако полной нормализации исследуемых показателей не происходит даже через 60 суток.

Ключевые слова: морфология, минеральный состав, нижняя челюсть, резец, костная ткань, соли тяжелых металлов, оссеин-гидроксиапатитный комплекс.

Стаття надійшла 16.03.2015 р.

In the experiment on 68 adult rats was to show the features of violation of the morphological structure and chemical composition of mandibular's bone and incisors of rats under the action on the body salts of chromium, lead, zinc, iron, copper, manganese, and explore the possibility of using ossein-hydroxyapatite complex for correction of changes. It has been shown that readaptation period after the use of heavy metals on the background of correcting therapy the features more favorable, but the full normalization of the studied parameters does not occur even after 60 days.

Key words: morphology, mineral composition, the mandible, incisor, bone, heavy metal salts, ossein-hydroxyapatite complex.

Рецензент Єрошенко Г.А.

УДК 616. – 053 + 612.335 + 615.91] – 092.4

О.Ю. Ружницька

Тернопільський державний медичний університет ім. І. Я. Горбачевського, м. Тернопіль

ВІКОВІ МОРФОЛОГІЧНІ ЗМІНИ ПОРОЖНЬОЇ КИШКИ ПРИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМУ УРАЖЕННІ КАДМІЙ ХЛОРИДОМ

В експерименті на білих щурах різного віку проведені дослідження морфологічного стану та зроблений морфометричний аналіз стінки порожньої кишки за умов дії кадмій хлориду. Встановлено, що внаслідок токсичної дії препарату відбуваються суттєві мікроскопічні, електронномікроскопічні та морфометричні зміни всіх структурних компонентів оболонок порожньої кишки, які найбільш виражені у статевонезрілих тварин.

Ключові слова: морфологічні вікові зміни, порожня кишка, кадмій хлорид.

Робота є фрагментом НДР "Біохімічні механізми токсичності наночастинок різної природи та інших антропогенних і біогенних токсикантів в біологічних системах" (Державний реєстраційний № 0112 У 000 542 2012 р).

В умовах сучасного техногенного забруднення довкілля одним із пріоритетних завдань залишається вивчення особливостей дії найбільш поширених і небезпечних полютантів, до яких належить кадмій, сполуки якого посідають одне з перших місць за своєю токсичністю. При встановленні токсичної дії хімічних речовин важливо виявити як специфічну реакцію всього організму, так і зміни в окремих органах [1, 2, 6].

При дії хімічних сполук на організм завжди втягується в патологічний процес шлунково-кишковий тракт, проте вікові особливості його морфологічних змін до кінця не вивчені. Функціонально активним органом шлунково-кишкового тракту є тонка кишка і закономірним є факт, що вона зазнає значного впливу шкідливих екзогенних факторів. Це один з небагатьох органів, на який ксенобіотики здійснюють свій вплив як екзогенним, так і ендогенним шляхом, спричиняючи ряд патологічних структурних змін. Неприятлива дія сполук важких металів, зокрема солей кадмію, на тонку кишку може бути прямою, оскільки шлунково-кишковий тракт є першою ланкою при аліментарному надходженні токсикантів в організм шляхом всмоктування, особливо активного у порожній кишці, та після резорбції їх з травного тракту в кров і розповсюдженням по органах і тканинах [3, 4, 7].

Метою роботи було встановлення морфологічних та морфометричних змін у порожній кишці експериментальних тварин різних за віком за умов дії кадмій хлориду.

Матеріал та методи дослідження. Експериментальні маніпуляції з тваринами проводилися відповідно до положень "Загальних етичних принципів експериментів на тваринах", ухвалених Першим Національним конгресом з біоетики (Київ, 2001 р.) з дотриманням принципів гуманності, викладених у директивах Європейського співтовариства (86/609/ЄЕС) та Хельсинської декларації відповідно до вимог правил проведення робіт з експериментальними тваринами. Для дослідження були використані 34 лабораторні білі щурі-самці, яких поділили на дві групи. Першу групу становили 18 статевонезрілих тварини (віком 1,5 місяці, масою 115-140 г), з них 6 інтактних білих щурів та 12 тварин, отруєних кадмій хлоридом. 2-а група включала 16 статевозрілих щурів (віком 12 місяців, масою 220-290 г), які були розділені на дві підгрупи: 6 інтактних тварин та 10 тварин, уражених кадмій хлоридом. Отруєння дослідних білих щурів розчином хлориду кадмію проводили внутрішньоочередово з розрахунку дози 6 мг/кг маси тіла [5]. Тварин дослідних