

ОСНОВНІ МОРФОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ СТІНКИ ТОНКОЇ КИШКИ В УМОВАХ ДІЇ РІЗНИХ КОМБІНАЦІЙ СОЛЕЙ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

В.В. Кравець, аспірант

Медичний інститут Сумського державного університету, м. Суми

На експериментальній моделі трьох різних мікроелементозів изучены основные морфометрические показатели стенки тонкой кишки, а также содержание в ее ткани некоторых тяжелых металлов и их зависимость от срока действия патологического фактора внешней среды. Установлены значительные структурные изменения в морфологии подопытных животных, интенсивность которых нарастала с увеличением времени проведения опыта. Химический анализ доказал накопление в ткани тонкой кишки микроэлементов, которые в излишке поступали в организм извне. Среди исследованных комбинаций металлов наиболее выраженные изменения вызывает комбинация солей свинца, хрома и цинка, наименьшие – цинка, меди и железа.

Ключевые слова: тонкая кишка, тяжёлые металлы, морфометрия, спектрофотометрия.

На експериментальній моделі трьох різних мікроелементозів вивчені основні морфометричні показники стінки тонкої кишки, а також вміст в її тканині деяких важких металів та їх залежність від терміну дії патологічного чинника зовнішнього середовища. Встановлено значні структурні зміни у морфології піддослідних тварин, інтенсивність яких наростала зі збільшенням терміну досліджу. Хімічний аналіз довів накопичення у тканині тонкої кишки мікроелементів, що у надлишку надходили до організму ззовні. Серед досліджених комбінацій металів найбільш виразні зміни викликає комбінація солей свинцю, хрому та цинку, найменші – цинку, міді та заліза.

Ключові слова: тонка кишка, важкі метали, морфометрія, спектрофотометрія.

ВСТУП

На сьогоднішній день можна стверджувати, що забруднення навколишнього середовища важкими металами набуло глобального характеру. Одними з головних джерел потрапляння металів у довкілля є антропогенні джерела. Сучасні виробничі процеси добування та використання важких металів призводять до їх підвищеного викиду та накопичення у ґрунті, воді, атмосфері [1,4].

Дослідження ролі металів у збільшенні рівня захворюваності на гострі та хронічні хвороби серед населення, що мешкає на промислово забруднених територіях, а також вивчення патологічних змін в органах та системах, спричинених металами, що надходять у надлишковій кількості до організму, є достатньо актуальним та важливим завданням клінічної та експериментальної медицини. У працях багатьох дослідників наводяться дані, що підтверджують здатність важких металів уражати серцево-судинну, травну, ендокринну, сечовидільну, нервову, кровотворну системи, викликаючи зростання кількості різних патологічних станів як серед дорослого населення, так і серед дітей [3-5].

Результати досліджень, виявлені при ознайомленні з літературними джерелами, свідчать про загальнотоксичну дію сполук важких металів на різні органи у концентраціях, які перевищують санітарно-гігієнічні норми. Доведені суттєві різноспрямовані морфологічні перебудови у структурі тканин та клітин багатьох органів [6,7]. Тонка кишка чутлива до дії багатьох шкідливих чинників зовнішнього середовища, у тому числі важких металів. Причому тонка кишка є одним з небагатьох органів, на

яку метали здійснюють свій вплив як екзогенним, так і ендогенним шляхом, спричиняючи ряд патологічних структурних змін [3,8].

Метали здатні накопичуватись у внутрішніх органах, а їх токсичність корелює із вмістом металів у внутрішніх органах та проявляється як з боку органів-накопичувачів чи виділювачів, так і опосередковано, через порушення регуляторних систем. Такий корелятивний зв'язок відбувається при комбінованій дії металів на організм. Ступінь пошкодження клітини, а як наслідок тканин та органів, залежить від того, в якій кількості та яким чином накопичується метал в ультраструктурах клітини [4,8,9].

На жаль, дуже мало праць присвячених дослідженню особливостей будови тонкої кишки в умовах впливу різних комбінацій важких металів та накопичення металів у тканині кишки. Останнім часом розширення методичних можливостей та впровадження нових морфологічних методів дослідження дозволяють поглибити знання про структурні зміни у тонкій кишці за умов дії на організм різних патогенних чинників зовнішнього середовища, а також краще зрозуміти деякі ланки етіопатогенезу захворювань органів травного тракту. Морфометрія займає одне з перших місць серед сучасних морфологічних методів дослідження та дозволяє вирішувати найскладніші наукові завдання.

МЕТА РОБОТИ

Дослідити основні морфометричні показники стінки тонкої кишки, а також вміст в її тканині деяких мікроелементів за умов впливу на організм різних комбінацій солей важких металів та дати їм порівняльну характеристику.

МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ

Дослідження проведено на 90 статевозрілих білих щурах-самцях. Усі тварини були розбиті на чотири серії: серія С0 – інтактні тварини, отримували звичайну питну воду; серія С1 – тварини отримували з питною водою солі цинку ($ZnSO_4$) – 50 мг/л, міді ($CuSO_4$) – 20 мг/л, заліза ($FeSO_4$) – 20 мг/л; серія С2 – тварини отримували з питною водою солі міді ($CuSO_4$) – 20 мг/л, свинцю ($Pb(NO_3)_2$) – 3 мг/л, марганцю ($MnSO_4 \cdot 5H_2O$) – 5 мг/л; серія С3 – тварини отримували з питною водою солі цинку ($ZnSO_4$) – 50 мг/л, хрому ($K_2Cr_2O_7$) – 10 мг/л і свинцю ($Pb(NO_3)_2$) – 3 мг/л. Кожна серія була поділена на три групи, виходячи з термінів виведення тварин з експерименту: I група – 1 місяць; II група – 2 місяці; III група – 3 місяці.

Усі дослідження на тваринах виконувалися з дотриманням „Загальних етичних принципів експериментів на тваринах”, ухвалених Першим національним конгресом з біоетики 20 вересня 2001 р.

Тварин виводили з експерименту шляхом декапітації під ефірним наркозом та забирали досліджуваний матеріал із середнього відділу тонкої кишки. Забраний матеріал обробляли за стандартними методиками для світлооптичних досліджень. Гістологічні зрізи товщиною 4-5 мкм фарбували гематоксиліном та еозином за методом Ван-Гізона, фіксували на цифрові носії та проводили морфометрію мікроструктур тонкої кишки за допомогою програми «Відео-размер».

Визначення хімічного складу тканини тонкої кишки проводили на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115М1 за загальноприйнятою методикою. Визначали вміст: хрому (довжина хвилі – 357,9 нм); міді (довжина хвилі – 324,7 нм); марганцю (довжина хвилі – 279,5 нм); цинку (довжина хвилі – 213,9 нм); свинцю (довжина хвилі – 285,3 нм); заліза (довжина хвилі – 248,3 нм).

Отримані дані піддавалися статистичній обробці з використанням програм прикладного статистичного аналізу. Різницю оцінювали за критерієм Стьюдента та вважали достовірною при $P < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Характеризуючи морфологію тонкої кишки щурів у серіях С1, С2, С3, необхідно зазначити, що структурні перебудови в органі мали односпрямований характер та наростали зі збільшенням строку експерименту.

Гістологічна будова через один місяць (група І) після початку експерименту зазнавала певних відхилень від нормальної будови у всіх серіях піддослідних тварин. Найвиразніші зміни відмічено у найбільш функціонально активному шарі стінки тонкої кишки – слизовій оболонці. У слизовій оболонці абсолютно переважають ворсинки пальцеподібної форми, хоча при цьому з'являються конусоподібні, листоподібні чи деформовані ворсини. Окремі кишкові ворсинки зазнають повної деструкції. Їх висота нижче норми у серії С1 на 8,09% ($p \leq 0,05$), серії С2 – на 8,86% ($p \leq 0,05$), С3 – на 10,95% ($p \leq 0,05$). Деяко збільшується відстань між ними, у середньому на 12,32% ($p \leq 0,05$) у серії С1; 13,44% ($p \leq 0,05$) - у серії С2; 15,34% ($p \leq 0,05$) - у серії С3. Строма ворсинок набрякла, дифузно інфільтрована клітинними елементами, серед яких більшість складають лейкоцити та плазмоцити. Діаметр основи ворсинок розширюється на 14,33% ($p \geq 0,05$), 15,59% ($p \leq 0,05$), 17,7% ($p \leq 0,05$) відповідно у серіях С1, С2, С3.

Звертають на себе увагу перетворення в епітеліальній вистілці ворсинок І групи тварин у вигляді зниження висоти облямованих ентероцитів та зменшення популяції келихоподібних клітин. Висота епітеліоцитів на 4,0 % ($p \geq 0,05$) (серія С1), 5,24% ($p \leq 0,05$) (серія С2), 6,36% ($p \leq 0,05$) (серія С3) менше, ніж у контролі. Цитоплазма набрякла, подекуди містить дрібнозернисті гранули. Ядра стовпчастих епітеліоцитів зберігають характерну їм полярність та локалізовані поблизу основи клітини. В епітелії часто спостерігаються міжепітеліальні лімфоцити. Кількість келихоподібних клітин на сто епітеліоцитів ворсинок зменшується у серіях С1, С2, С3 на 8,48 % ($p \geq 0,05$), 9,19% ($p \leq 0,05$), 10,8% ($p \leq 0,05$) відповідно. Нестача екзокриноцитів проявляється їх компенсаторною гіпертрофією. З'являються вогнища з руйнацією клітин та посиленою десквамацією у просвіт кишки епітелію верхівок ворсинок (рис. 1).

Крипти через 1 місяць вживання металів витягнутої форми з розширенням просвіту біля дна, проте їх глибина менша, ніж у контролі (серія С1 на 24,68% ($p \leq 0,05$), С2 – на 25,31% ($p \leq 0,05$), С3 – на 26,94% ($p \leq 0,05$)), відповідно на 23,19% ($p \leq 0,05$) у серіях С1 і С2 та на 23,57% ($p \leq 0,05$) у серії С3 збільшується індекс крипта/ворсинка. Внаслідок укорочення крипт та ворсинок шар слизової оболонки стоншується на 11,94% ($p \leq 0,05$) в серії С1, на 12,49% ($p \leq 0,05$) – в серії С2, на 14,25% ($p \leq 0,05$) – в серії С3. Епітеліоцити крипт сплюснені, їх висота нижча порівняно з інтактними щурами на 1,46 % ($p \geq 0,05$) (серія С1), на 1,88% ($p \geq 0,05$) (серія С2), на 3,91% ($p \geq 0,05$) (серія С3), цитоплазма містить дрібну базofilьну зернистість. Відношення стовпчастого ентероцита ворсинки до епітеліоцита крипти відповідно менше норми на 2,42% ($p \geq 0,05$), 3,23% ($p \geq 0,05$) та 2,4% ($p \geq 0,05$).

Для екзокринних клітин крипт характерні гіпертрофія, нерівномірність розподілу із зонами значного скупчення та зниженого вмісту, вони активно продукують слиз. Накопичення келихоподібних клітин у криптах корелює зі ступенем пошкодження епітеліальної вистілки ворсинок. Простежується тенденція до зростання кількості екзокриноцитів у криптах, що знаходяться в місцях скупчення морфологічно змінених ворсинок. Також у криптах помічена гіпертрофія клітин Панета, що скупчені біля дна крипт, їх цитоплазма заповнена ацидофільними гранулами.



*Рисунок 1 - Ділянка тонкої кишки щура групи I (серія С1).
Посилена десквамація епітелію з верхівок ворсинок, гіпертрофія келихоподібних
екзокриноцитів. Забарвлення гематоксилін-еозином (×100)*

У підслизовій основі та м'язовій оболонці помірний набряк, посилена мезенхімальна реакція. Судини мікроциркуляторного русла в цих шарах стінки тонкої кишки повнокровні, з периваскулярним набряком та вогнищами діapedезних геморагій. Підслизовий шар інфільтрований лімфоцитами та плазматичними клітинами, його товщина збільшена на 6,69% ($p \geq 0,05$) у серії С1; на 7,66% ($p \geq 0,05$) - у серії С2; на 7,97% ($p \leq 0,05$) - у серії С3 %; слизово-підслизовий індекс знижується на 17,28% ($p \leq 0,05$), 18,61% ($p \leq 0,05$), 20,8% ($p \leq 0,05$) відповідно. Товщина м'язової оболонки перевищує норму на 6,37% ($p \leq 0,05$) - С1, на 7,27% ($p \leq 0,05$) - С2 та 9,67% ($p \leq 0,05$) - С3.



*Рисунок 2 - Ділянка тонкої кишки щура групи II (серія С2).
Укорочені ворсинки з деформованими та зруйнованими верхівками. Забарвлення
гематоксилін-еозином (× 80)*

Із продовженням терміну досліджу було встановлено прогресування морфологічних перебудов у структурах стінки тонкої кишки, що мали запально-деструктивний та дистрофічний характер.

Рельєф слизової оболонки тварин II групи неоднорідний за рахунок поліморфізму ворсинок, який полягає у зміні їх висоти та форми. Досить часто спостерігаються зони деформованих ворсинок із зруйнованими верхівками, серед яких присутні одиничні розгалужені ворсинки, наявність яких є компенсаторно-приспосувальною реакцією. Порівняно з контрольними тваринами ворсинки у серії С1 укорочені на 18,84% ($p \leq 0,05$), у серії С2 – на 19,77%, ($p \leq 0,05$), у серії С3 – на 10,95% ($p \leq 0,05$), а глибина крипт зменшена на 37,20% ($p \leq 0,05$), 37,81% ($p \leq 0,05$) та 41,85% ($p \leq 0,05$) відповідно. Як наслідок, відбувалося стоншення слизової оболонки на 22,79% ($p \leq 0,05$) - серія С1; на 23,51% ($p \leq 0,05$) - серія С2; на 26,02% ($p \leq 0,05$) - серія С3. Індекс крипта/ворсинка вище норми на 30,94% ($p \leq 0,05$) у серіях С1, С2 та на 32,08% ($p \leq 0,05$) - у серії С3 (рис. 2).

Двомісячний вплив металів також позначається на морфології епітеліальної вистелки ворсинок та крипт. Облямовані ентероцити бічної поверхні ворсинок та стовпчасті епітеліоцити крипт сплюснені, їх висота зменшується на 9,51% ($p \leq 0,05$) - серія С1; 10,18% ($p \leq 0,05$) - серія С2; 11,80% ($p \leq 0,05$) - серія С3 та на 4,71% ($p \geq 0,05$) - серія С1; на 5,68% ($p \geq 0,05$) - серія С2; на 6,51% ($p \geq 0,05$) - серія С3 відповідно. На 4,8% ($p \geq 0,05$) та 5,6% ($p \geq 0,05$) знизилася співвідношення висоти епітеліоцита ворсинки та крипти у серіях С1 і С2 та С3 відповідно. Цитоплазма ентероцитів ворсинок набрякла, мутна з дрібнозернистими включеннями та порушеною базальною полярністю ядер. У другій групі тварин відмічається загибель як окремих клітинних елементів ворсинок, так і цілих клітинних комплексів в окремих ділянках слизової оболонки. Цей процес, що більше виражений у ділянці верхівок, призводить до оголення ворсинок та є причиною утворення ерозій на слизовій оболонці кишки. За рахунок зростання кількості зруйнованих ворсинок ширина міжворсинчастого простору зростає у всіх серіях II групи: серія С1 - на 20,41% ($p \leq 0,05$), серія С2 – на 21,77% ($p \leq 0,05$), серія С3 – на 26,68% ($p \leq 0,05$).

Кількість келихоподібних клітин на ворсинках тварин II групи продовжує знижуватися. Даний показник на сто облямованих епітеліоцитів у всіх трьох серіях (С1, С2, С3) нижче, ніж у інтактних щурів (на 32,28% ($p \leq 0,05$), 33,29% ($p \leq 0,05$), 34,20% ($p \leq 0,05$) відповідно). Яскравим проявом компенсаторно-приспосувальних перебудов є збільшення кількості келихоподібних екзокриноцитів у криптах, хоча їх розподіл у різних ділянках слизової залишається нерівномірним. Вони гіпертрофовані, секретують слиз, хоча вміст у них секреторних гранул зменшується порівняно з тваринами попередньої групи. Можна припустити, що зміни у кількості та якості секреторних клітин крипт мають захисний характер та спрямовані на збереження бар'єрної функції слизової оболонки кишки (рис. 3).

Характерні зміни відзначено в неепітеліальних пластах. У всіх парах слизової оболонки кишки виражений набряк, характерним проявом якого є потовщення основи ворсинок на 24,8% ($p \leq 0,05$) у серії С1; на 26,43% ($p \leq 0,05$) - у серії С2; на 30,39% ($p \leq 0,05$) - у серії С3. Строма ворсинок щільно інфільтрована неепітеліальними клітинними елементами, серед яких переважали лімфоцити та плазмоцити, але також були наявні макрофаги, еозинофіли, еритроцити. Пухка сполучна тканина підслизової основи набрякла, дифузно інфільтрована лейкоцитами та плазмоцитами. Підслизовий шар потовщав на 17,26% ($p \leq 0,05$), 17,56% ($p \leq 0,05$), 17,87% ($p \leq 0,05$) відповідно у серіях С1, С2, С3 другої групи експериментальних щурів. Слизово-підслизовий індекс зменшився (С1) на 33,87% ($p \leq 0,05$), (С2) – на 34,73% ($p \leq 0,05$), (С3) – на 37,12% ($p \leq 0,05$).

Судини мікроциркуляторного русла переповнені кров'ю, наявні вогнищеві крововиливи. М'язова та серозна оболонки набряклі. Товщина м'язового шару

перевищує норму в серії С1 на 13,13% ($p \leq 0,05$); у серії С2 – на 14,26% ($p \leq 0,05$); у серії С3 – на 17,58% ($p \leq 0,05$). Подекуди відбувається злуцнення мезотелію серозної оболонки.

Через три місяці (група ІІІ) від початку експерименту спостерігається посилення деструктивних та дегенеративних процесів. Слизова оболонка стоншується на 35,39% ($p \leq 0,05$) у серії С1; на 36,30% ($p \leq 0,05$) - у серії С2; на 38,7% ($p \leq 0,05$) - у серії С3. Кишкові ворсинки деформовані, значно укорочені та потовщені. Їх висота на 30,37% ($p \leq 0,05$), 31,47% ($p \leq 0,05$), 34,37% ($p \leq 0,05$) нижча, а діаметр основи на 30,48% ($p \leq 0,05$), 32,31% ($p \leq 0,05$), 38,20% ($p \leq 0,05$) вищий від контрольних величин відповідно у серіях С1, С2, С3. Атипові форми ворсинок переважають над пальцеподібними. Завдяки повній руйнації декількох ворсинок підряд, слизова місцями має вигляд безворсинчастої поверхні. Як наслідок, відстань між сусідніми ворсинками коливається у досить широких межах, у середньому перевищує норму на 39,02% ($p \leq 0,05$) - серія С1; на 40,77% ($p \leq 0,05$) - серія С2; на 46,80% ($p \leq 0,05$) - серія С3.

Епітеліальна вистілка ворсинок тварин ІІІ групи у стадії деструктивно-дегенеративних змін. Вогнища деструкції та посиленого злуцнення облямованих ентероцитів поширюються із верхівок на бічні поверхні ворсинок, місцями набираючи майже тотального характеру. Клітини покривного епітелію ворсинок за своєю формою набирають схожості з крипталіним епітелієм. Співвідношення висоти епітеліоцита ворсинки до крипти знизилось у серії С1 на 5,65% ($p \geq 0,05$); у серії С2 – на 5,65% ($p \geq 0,05$); у серії С3 – на 6,45% ($p \geq 0,05$). Висота облямованих ентероцитів ворсинок зменшується відповідно на 13,06% ($p \leq 0,05$), 13,89% ($p \leq 0,05$) та 14,50% ($p \leq 0,05$) порівняно з інтактними тваринами. Їх ядра втрачають характерну базальну полярність, займаючи центральне, а подекуди верхівкове положення. Оскільки всмоктування є головною функцією епітеліальної вистілки ворсинок, то виявлені структурні перебудови свідчать про порушення абсорбційної здатності слизової оболонки тонкої кишки.

Триває втрата кишковими ворсинками келихоподібних клітин, їх кількість на сто епітеліоцитів знижується у серіях С1, С2, С3 на 49,40% ($p \leq 0,05$), 50,67% ($p \leq 0,05$), 52,20% ($p \leq 0,05$) відповідно. Дані клітини перебувають у гіпосекреторному стані.

Крипти мають вигляд коротких вузьких заглиблень у слизовій, що рідко розміщені між ворсинками, а подекуди взагалі відсутні. Їх глибина на 54,39% ($p \leq 0,05$) у серії С1; на 54,91% ($p \leq 0,05$) - у серії С2; 58,04% ($p \leq 0,05$) - у серії С3 менше відповідної контрольної цифри, а індекс крипта/ворсинка відповідно на 54,58% ($p \leq 0,05$), 53,82% ($p \leq 0,05$) та 61,10% ($p \leq 0,05$) є вище норми.

Атрофічних змін зазнають всі клітинні елементи крипталіної трубки щурів ІІІ групи. Ентероцити крипт нижче, ніж у інтактних тварин на: 7,95% ($p \leq 0,05$) - серія С1; на 8,49% ($p \leq 0,05$) - серія С2; на 9,0% ($p \leq 0,05$) - серія С3. У цій групі помітно зростає кількість екзокриноцитів та клітин Панета. Кількість келихоподібних клітин вища від контролю у серіях С1, С2, С3 відповідно на 51,19% ($p \leq 0,05$), 53,57% ($p \leq 0,05$), 56,0% ($p \leq 0,05$). Таким чином, проліферативна та секреторна функції крипт порушуються у бік ослаблення їх активності.

Зберігаються явища запального процесу у власній пластинці слизової оболонки та у підслизовій основі, де також відбуваються структурно-функціональні порушення у вигляді склерозу. Слизова оболонка та підслизова основа набряклі, клітинні елементи пухкої сполучної тканини розмежовують пучки колагенових волокон, кількість та товщина яких візуально вище порівняно з попередніми термінами експерименту.

Товщина шару підслизової більше, ніж у контролі на: С1 – 14,0% ($p \leq 0,05$); (С2) – 14,15% ($p \leq 0,05$); (С3) – 14,50% ($p \leq 0,05$), хоча необхідно відмітити помірне зменшення товщини підслизового шару порівняно із ІІ групою тварин. Слизово-підслизовий індекс зменшується відповідно на 43,01% ($p \leq 0,05$), 43,96% ($p \leq 0,05$) та 47,0% ($p \leq 0,05$). М'язова оболонка набрякла, посилена

мезенхімальна реакція. Її товщина зменшилася порівняно із II групою щурів, але залишається вище норми на 8,30 % ($p \leq 0,05$), 9,21% ($p \leq 0,05$) та 10,29% ($p \leq 0,05$) відповідно у серіях С1, С2, С3 (рис. 4).

Після закінчення 3-місячного терміну експерименту в тонкій кишці піддослідних тварин спостерігається дифузна лімфоплазмоцитарна інфільтрація слизової оболонки та підслизової основи, однак необхідно відзначити зростання кількості макрофагів, фібробластів та еритроцитів у клітинному інфільтраті. Відмічаються вогнищеві крововиливи. Судини гемоциркуляторного русла стінки тонкої кишки розширені, з явищами кров'яного стазу. У просвіті судин злуцений ендотелій. Навколо судин - вогнища склерозу (рис. 5).

Дослідження хімічного складу тканини тонкої кишки встановило підвищення вмісту мікроелементів, отриманих у надлишку із питною водою.

Вміст мікроелементів у тканині тонкої кишки тварин групи I розподіляється наступним чином. В серії С1 збільшується вміст цинку на 16,68% ($p \leq 0,05$), міді - на 5,46% ($p \leq 0,05$), заліза - на 11,01% ($p \leq 0,05$). Натомість кількість хрому, свинцю та марганцю зменшується відповідно на 3,74% ($p \leq 0,05$), 5,04% ($p \geq 0,05$) та 4,01% ($p \geq 0,05$). У хімічному складі тканини тонкої кишки серії С2 відбувається збільшення таких мікроелементів: марганцю - на 18,21% ($p \leq 0,05$), свинцю - на 28,57 ($p \leq 0,05$), міді - на 26,37% ($p \leq 0,05$), заліза - на 2,08% ($p \geq 0,05$). Вміст хрому знизився на 1,35% ($p \geq 0,05$), цинку - на 6,16% ($p \leq 0,05$). Мікроелементозний склад тонкої кишки тварин серії С3 характеризувався збільшенням вмісту цинку на 20,3% ($p < 0,05$), хрому - на 28,69% ($p < 0,05$), свинцю - на 26,05% ($p < 0,05$), тобто металів, що надходили ззовні. Концентрація марганцю знизилася лише на 3,4% ($p > 0,05$), більш суттєво знизився вміст міді на 15,43% ($p < 0,05$) та заліза на 7,22% ($p > 0,05$) (рис. 6).

У тонкій кишці щурів групи II визначається прогресування накопичення мікроелементів, що надходять у надлишку ззовні. Так, у серії С1 вміст цинку збільшений на 24,41% ($p \leq 0,05$), міді - на 6,71% ($p \geq 0,05$), заліза - на 13,51% ($p \leq 0,05$). У той же час зменшувався вміст марганцю на 4,67% ($p \geq 0,05$), свинцю - на 6,14% ($p \geq 0,05$), хрому - на 5,28% ($p \leq 0,05$). Спектрофотометрія кишки в серії С2 доводить достовірне збільшення марганцю на 24,92% ($p \leq 0,05$), свинцю - на 52,63% ($p \leq 0,05$), міді - на 34,5% ($p \leq 0,05$). Кількість таких мікроелементів, як залізо, цинк та хром, зніжується на 2,2% ($p \geq 0,05$), 9,2% ($p \leq 0,05$) та 1,81% ($p \geq 0,05$) відповідно. Концентрація металів у тканині тонкої кишки тварин серії С3 змінюється таким чином: цинку зростає на 34,8% ($p \leq 0,05$), хрому - на 42,08% ($p \leq 0,05$), свинцю - на 42,98% ($p \leq 0,05$). Інші метали навпаки знижувалися: марганець - на 4,05% ($p \geq 0,05$), мідь - на 19,49% ($p \leq 0,05$), залізо - на 11,16% ($p \leq 0,05$) (рис. 7).

Найбільш виражені зміни мікроелементного складу кишки відмічались у III групі всіх серій. Так, у III групі серії С1 вміст цинку збільшився на 42,68% ($p \leq 0,05$), заліза - на 18,95% ($p \leq 0,05$), міді - на 7,44% ($p \leq 0,05$). Зменшення хрому, марганцю та свинцю було незначним: кількість хрому зменшилася на 6,23% ($p \leq 0,05$), марганцю - на 5,45% ($p \geq 0,05$), свинцю - на 7,14% ($p \geq 0,05$).

У серії С2 споживання солей марганцю, свинцю та міді призвело до їх достовірного збільшення. Вміст марганцю збільшений на 40,71% ($p \leq 0,05$), вміст свинцю - на 65,12% ($p \leq 0,05$), міді - на 42,39% ($p \leq 0,05$). Натомість зменшується кількість хрому на 3,19% ($p \leq 0,05$), заліза - на 4,86% ($p \geq 0,05$), цинку - на 9,74% ($p \leq 0,05$). Спектрофотометричний аналіз хімічного складу тонкої кишки серії С3 характеризується накопиченням металів, що надходили у надлишковій кількості в організм тварин (свинець, цинк, хром). Так, кількість хрому збільшена на 48,48% ($p \leq 0,05$), свинцю - на 50,89% ($p \leq 0,05$), цинку - на 48,79% ($p \leq 0,05$). Спостерігалось значне зменшення рівня міді та заліза, концентрація яких менша за контроль відповідно на 24,27% ($p \leq 0,05$) та 14,97% ($p \leq 0,05$), кількість марганцю зменшилася на 5,13% ($p \geq 0,05$) (рис. 8).

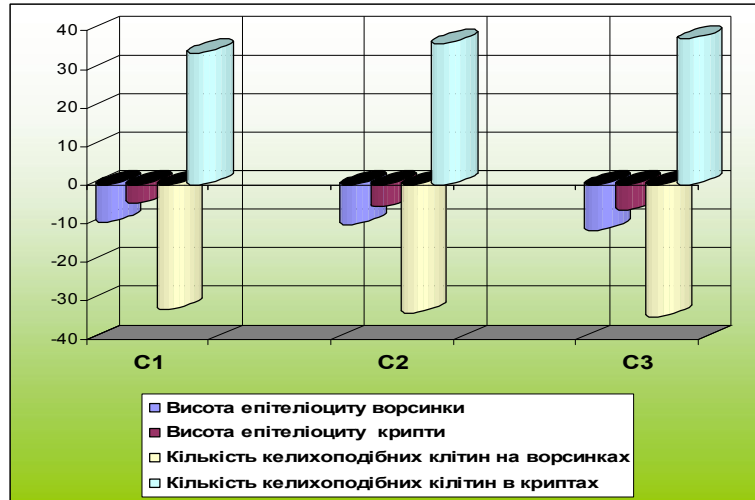


Рисунок 3 - Відсоткове співвідношення показників клітинних структур стінки тонкої кишки тварин II групи

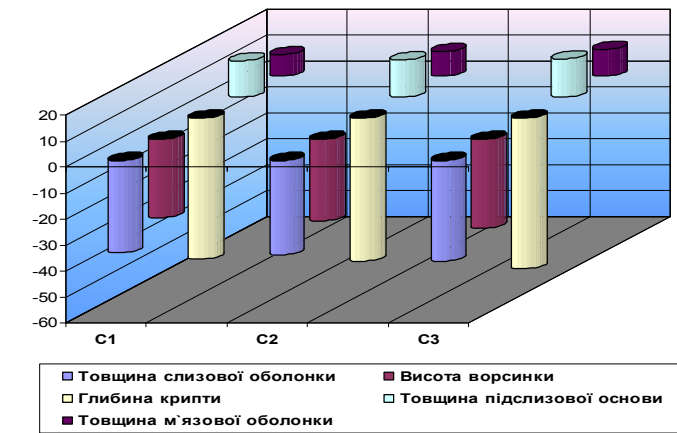


Рисунок 4 - Відсоткове співвідношення морфометричних показників основних структур стінки тонкої кишки тварин III групи

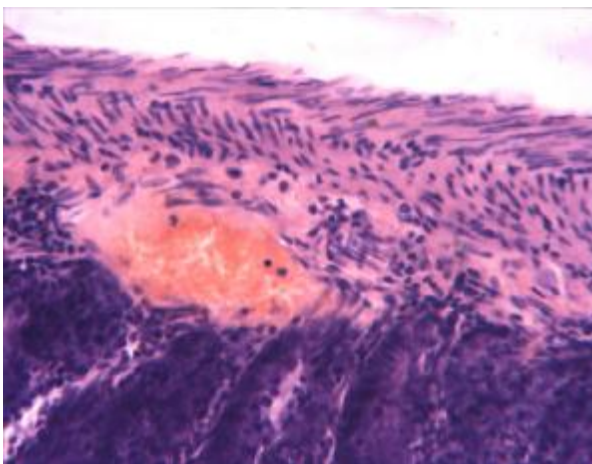


Рисунок 5 - Тонка кишка щура групи III (серія С3). Повнокров'я та стаз в судині підслизової основи. набряк підслизової основи та м'язової оболонки. Забарвлення гематоксилін-еозином (x200)

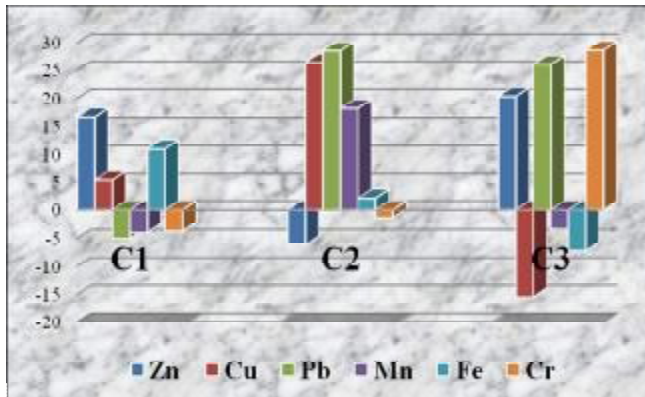


Рисунок 6 - Відсоткове співвідношення хімічних елементів у тонкій кишці щурів групи I

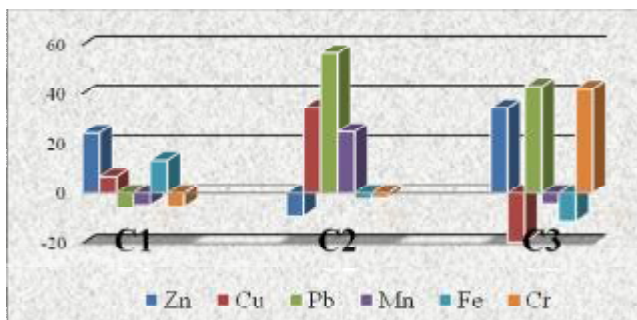


Рисунок 7 - Відсоткове співвідношення хімічних елементів у тонкій кишці щурів групи II

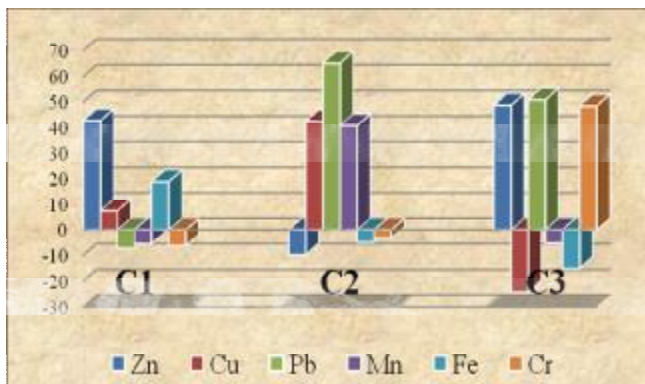


Рисунок 8 – Відсоткове співвідношення хімічних елементів у тонкій кишці щурів групи III

ВИСНОВКИ

Таким чином, морфологічні перебудови у стінці тонкої кишки мали характер запально-деструктивних та атрофічних процесів, інтенсивність яких наростала зі збільшенням терміну дослідження. Перетворення виявлені у всіх шарах кишкової стінки, але найсуттєвіших змін зазнала слизова оболонка. Деструкція та посилена екструзія облямованого епітелію ворсинок, атрофія крипт та ворсинок, кількісні та якісні зміни келихоподібних екзокриноцитів і клітин Панета свідчать про порушення ряду основних функцій слизової оболонки тонкої кишки, а саме: абсорбційної, секреторної, захисної. Також характерними є прогресуюче порушення мікроциркуляції та розвиток вогнищового склерозу в пізні терміни експерименту. При цьому відмічається уповільнення процесів фізіологічної та репаративної регенерації, які б могли забезпечити відновлення структури тонкої кишки. Хімічний аналіз довів зростання вмісту мікроелементів, що у надлишку надходили до організму ззовні. Серед досліджених комбінацій металів найбільш виражені зміни

спричиняє комбінація солей свинцю, хрому та цинку (серія С3), найменші – цинку, міді та заліза (серія С1).

SUMMARY

BASIC MORPHOMETRIC INDEXES OF WALL OF THIN BOWEL ARE IN THE CONDITIONS OF ACTION OF DIFFERENT COMBINATIONS OF SALTS OF HEAVY METALS

V.V. Kravets

Sumy State University, Medical Institute

On an experimental model three different mikroelementosis is studied basic morphometric indexes of wall of thin bowel, and also maintenance in its tissues of some heavy metals, and their dependence on the term of action of external environment. Considerable structural changes are set in morphology of experimental animals intensity of which grew with the increase of term of experience. A chemical analysis led to an accumulation in fabric of thin bowel of mikroelementss, that in surplus acted to the organism from outside. Among investigational combinations of metals the most expressed changes are caused by combination of salts of lead, chrome and zinc, the least - zinc, copper and iron.

Keywords: small intestine, heavy metals, morfometriya, spectrophotometry.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Добровольский Л.А. Влияние тяжелых металлов в окружающей среде на плод и развитие детей / Л.А. Добровольский, И.Г. Белашова, Е.Л. Радванская // Довкілля та здоров'я. - 2006. - № 2. - С. 70-74.
2. Зербіно Д.Д. Свинець: ураження судинної системи / Д.Д. Зербіно, Т.М. Соломенчук // Український медичний часопис. - 2002. - №2 (28). – Вип. III/IV. – С. 79-83.
3. Куценко Г.И. Заболеваемость рабочих болезнями органов пищеварения в условиях воздействия свинца / Г.И. Куценко, Т.Д. Здольник // Гигиена и санитария. - 2003. - №2. – С.31-34.
4. Луковникова Л.В. Металлы в окружающей среде, проблемы мониторинга / Л.В. Луковникова, А.Д. Фролова, М.П. Чекунова // Эфферентная терапия. – 2004. – Том 10 (1). – С. 74-79.
5. Штабський Б.Н. Обмін свинцю і завдання профілактичної та клінічної медицини / Б.Н. Штабський, В.І. Федоренко// Експериментальна та клінічна фізіологія і біохімія. – 2000. - №2. – С. 109-111.
6. Сікора В.З. Вплив солей важких металів на морфологію печінки / В.З. Сікора, В.В. Захлабаєва // Вісник СумДУ. – 2005. - №3. – С. 5-9.
7. Експериментальне вивчення механізмів комбінованої дії малих доз пестицидів, нітратів, солей свинцю та кадмію / М.М. Коршун, Н.А. Колесова, М.І. Веремій та ін. // Современные проблемы токсикологии. – 2001. - №3. – С. 46-50.
8. Луговской С. П. Механизмы биологического действия свинца на пищеварительную систему / С.П. Луговской, Л.А. Легкоступ // Сучасні проблеми токсикології. - 2002. - №2. – С. 45-50.
9. Луговской С. П. Накопление и распределение свинца в ультраструктурах гепатоцитов крыс / С.П. Луговской // Сучасні проблеми токсикології. - 2004. - № 1. – С. 42-47.

Надійшла до редакції 4 червня 2009 р.