

А.Д.Волкогон

Сумський державний університет

Ключові слова: легенева тканина, солі важких металів, мікроелементоз, пневмосклероз, емфізема.

Надійшла: 24.01.2009

Прийнята: 28.02.2009

УДК 616.24-004-007.63-018-06-092.9-053:577.118:613.32

МОРФОЛОГІЧНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЛЕГЕНЕВОЇ ТКАНИНИ В УМОВАХ ВЖИВАННЯ СОЛЕЙ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

Робота є складовою частиною науково-дослідної теми "Морфофункціональні особливості перебудови скелета та внутрішніх органів в умовах порушеного гомеостазу" (номер державної реєстрації 0107U001287).

Резюме. В роботі представлені результати дослідження легеневої тканини 72 лабораторних щурів різних вікових груп, які впродовж трьох місяців отримували з питною водою солі свинцю, хрому та цинку. За допомогою анатомічних, гістологічних, ультрамікроскопічних та спектрохімічних методів дослідження встановлено: найбільше зростає концентрація вищевказаних іонів у кінці експерименту в легенях щурів молодого віку – на 126,85%, 104,28% та 34,44% відповідно; найбільші морфологічні зміни відбуваються в легенях піддослідних щурів старшого віку – спостерігаються ознаки емфізематозної трансформації (що проявляється збільшенням ширини альвеоли на 8,44%, ширини входу в альвеолу на 96,0%, ширини провідного відділу на 7,6%, та зменшенням глибини альвеоли на 16,93%) та пневмосклерозу (накопичення сполучної тканини в легенях та збільшення інтерстиційного простору аерогематичного бар'єру на 11,34%). Зазначені зміни є наслідком токсичної дії комбінації солей важких металів на альвеолярну структуру легень, що негативно впливає на функцію газообміну.

Морфологія. – 2009. – Т. III, № 2. – С. 17-23.

© А.Д.Волкогон, 2009

Volkohon A.D. Morphologic changes of lung tissue in condition of consuming salts of heavy metals.

Summary. The work presents the results of research of a pulmonary tissue of 72 laboratory rats of different ages which within three months have been drinking water with salts of lead, chrome and zinc. By means of anatomical, histological, ultramicroscopic and spectrochemical methods it was established: a concentration of said before ions at the end of experiment was the most increased in lungs of young aged rats – on 126,85%, 104,28% and 34,44% respectively; the most significant morphological changes was noted in lungs of aged experimental rats: it was observed a signs of emphysema transformation (increasing of width of alveolus on 96,0%, width of entrance to alveolus - on 96,0%, width of conducting department - on 7,6%, decreasing of alveolar depth on 16,93%) and the signs of pneumosclerosis (accumulation of connective tissue in lungs and increasing of interstitial space on 11,34%). Noted changes were the result of toxic influence of combination of heavy metal salts on alveolar structures of lungs. This fact affects badly on respiratory function.

Key words: lung tissue, salts of heavy metal, microelementosis, pneumosclerosis, emphysema.

Вступ

На тлі глобальної індустріалізації та зростання різноманітності поллютантів все більше значення набуває проблема забруднення навколишнього середовища шкідливими речовинами та їх впливу на живі істоти (Горбань Т.В., Гапон В.А., 2002; Гатицкая Н.Т., 2003; Гущук І.В., 2003). Особливу увагу науковців привертає проблема впливу токсинів на легені. Чисельні роботи присвячені аерогенним поллютантам, що впливають на легеневу тканину, потрапляючи через дихальні шляхи (Топурия З.М. 1990; Ерохин В.В., Романовой Л.К., 2000; Загорулько А.К., Аскари Т.А., 2002; Кереева І.С. та співавт., 2003). Але майже зовсім відсутні відомості про токсич-

ний вплив речовин (зокрема солей важких металів різних комбінацій), що надходять через кровеносне русло та чинять токсичну дію на легеневу тканину. Саме вивченню цієї проблеми присвячена наша робота.

Мета

Дослідити інтенсивність накопичення свинцю, хрому та цинку в легеневій тканині піддослідних тварин при їх аліментарному надходженні та виявити закономірності та особливості формування морфологічних перетворень в респіраторному відділі легень залежно від віку щурів.

Матеріали та методи

Проведення експерименту здійснювалося на 72 білих безпородних статевозрілих щурах-

самцях. Щури були розподілені на чотири підгрупи різних вікових категорій та отримували впродовж 90 днів питну воду з $Pb(NO_3)_2$ (3 мг/л), $K_2Cr_2O_7$ (10 мг/л) та $ZnSO_4$ (50 мг/л), що відповідало їх концентраціям у водоймищах Шосткінського району. В кожній підгрупі частина тварин отримувала звичайну питну воду та використовувалася як контрольна. Через кожні 30 днів проводився забій шести щурів з кожної підгрупи шляхом декапітації з наступним дослідженням їхніх легень методом мікроскопії (світловий мікроскоп Olympus BH-2), морфометрії (з використанням універсальної обчислювальної програми «Видео Размер 5.0» та «Видео Тест 5.0» («Селмі», Суми)), ультрамікроскопії (електронний мікроскоп ПЭМ-100м (Суми, Україна), прискорююча напруга 75-100 кВ) та спектрального аналізу (спектрофотометр С115-М1 (Україна)) для визначення вмісту металів. Гістологічні препарати фарбували гематоксиліном та еозинном, за Ван-Гізона, Малорі, Гейденгайном.

Результати та їх обговорення

При дослідженні легень піддослідних щурів молодого віку, що впродовж місяця отримували солі свинцю, хрому та цинку не було виявлено суттєвих змін. Було виявлено лише достовірне ($p < 0,05$) збільшення середньої товщини міжальвеолярної перетинки на 3,95%, що пов'язано з повнокрів'ям капілярів та незначним набряком відповідних структур судинного русла внаслідок токсичної дії металів. Це також підтверджується при ультрамікрометрії, де виявляється достовірне збільшення товщини без'ядерної частини ендотеліоцитів на 1,98% ($p < 0,05$), хоча загальна товщина аерогематичного бар'єру залишається сталою.

Хімічний аналіз легеневої тканини вже на першому місяці експериментального затравлення виявив збільшення рівня свинцю на 27,6% ($p < 0,001$), хрому – на 18,8% ($p < 0,001$) та цинку – на 12,75% ($p < 0,001$); одночасно спостерігається зменшення вмісту заліза на 2,02% ($p < 0,05$).

При гістологічному вивченні з боку мікроциркуляторного русла відмічається підвищене кровонаповнення капілярів, яке не має системного характеру і зустрічається лише в периферичних відділах легень.

Збільшення терміну дії солей свинцю, хрому та цинку до 2 місяців на легені щурів молодого віку призводить до більш виражених змін. Абсолютний та відносний об'єм легень збільшується на 4,58% ($p < 0,001$) та 3,52% ($p < 0,001$) відповідно. Це стало наслідком зменшення щільності легеневої тканини до $0,271 \text{ г/см}^3$ (на 3,58% ($p < 0,001$)). Такі зміни виникають за рахунок збільшення вмісту повітря в легенях. Але при світлооптичній мікрометрії виявляється зміна пропорційності альвеолярних структур. З достовірністю $p < 0,05$ зростає ширина альвеол до 68,39 мкм (на 2,72%) та зменшується їх глибина до

73,93 мкм (на 2,28% ($p < 0,05$)). Також збільшується на 5,05% ($p < 0,01$) ширина входу альвеоли та ширина провідного відділу респіраторної бронхіоли (на 3,43% ($p < 0,05$)). Ці зміни свідчать про перерозподіл повітря в респіраторній ділянці легень: зменшується об'єм альвеол та збільшується провідний простір, що сприяє зменшенню площі альвеолярної поверхні та ефективності газообміну. Про це також свідчить достовірне збільшення співвідношень А (ширина входу альвеоли/глибина альвеоли) та Б (ширина провідного відділу/глибина альвеоли) на 7,5% ($p < 0,001$) та 5,81% ($p < 0,001$) відповідно. Товщина міжальвеолярної перетинки збільшується з 5,77 мкм до 6,19 мкм (на 7,35% ($p < 0,001$)). Статистично достовірні зміни спостерігаються й в аерогематичному бар'єрі: на 4,2% ($p < 0,001$) зростає товщина інтерстиційного простору, хоча це і не впливає на загальну товщину аерогематичного бар'єру, який в цей термін складає 457,23 нм в порівнянні з 454,44 нм контрольних вимірів.

Вище вказані перетворення відбуваються на фоні збільшення концентрації іонів свинцю (на 65,19% ($p < 0,001$)), хрому (на 41,49% ($p < 0,001$)) та цинку (на 24,07% ($p < 0,001$)) в легеневій тканині. Поряд з цим відмічається зменшення вмісту міді (на 2,25% ($p < 0,05$)) та заліза (на 7,36% ($p < 0,001$)). Світлооптичне дослідження легень тварин двохмісячного терміну експерименту виявляє повнокрів'я капілярів тканини з елементами стазу, що є однією з причин потовщення міжальвеолярної перетинки. Подекуди зустрічаються дрібні бронхіоли, частково заповнені секретом та клітинами.

При електронній мікроскопії на 60-ту добу експериментального мікроелементозу у щурів молодого віку майже в усіх структурах аерогематичного бар'єру виявляються незначні перетворення, які в переважній більшості мають пограничний з нормою характер. Зміни спостерігаються в інтерстиційному просторі. Він збільшується на 4,2% (з 83,06 нм до 86,55 нм ($p < 0,001$)) за рахунок появи підвищеної кількості сполучної тканини у вигляді щільно, але дещо неупорядковано переплетених волокон сполучнотканинного компонента та незначного набряку міжфібрилярної речовини. Також зростає кількість фіброblastів з ознаками підвищеної метаболічної активності.

При аналізі спектрального складу легень щурів молодого віку після трьох місяців вживання солей свинцю, хрому та цинку концентрація цих металів зросла на 126,86% ($p < 0,001$), 104,28% ($p < 0,001$) та 34,44% ($p < 0,001$) відповідно в порівнянні з контролем. Концентрації заліза зменшилася на 12,5% ($p < 0,001$), міді – на 3,41% ($p < 0,05$). Морфометрично: абсолютний об'єм легень збільшується на 6,55% ($p < 0,001$) а відносний – на 6,2% ($p < 0,001$). Цим пояснюється зменшення щільності легеневої тканини до $0,265 \text{ г/см}^3$, що на 5,38% ($p < 0,001$) менше від щільності

легень контрольних тварин.

При гістометрії мікропрепаратів відмічається прогресування загальної тенденції до перерозподілу повітря між альвеолами та провідним відділом респіраторних бронхіол, що проявляється в збільшенні ширини альвеоли на 4,8% ($p < 0,001$), зменшенні глибини альвеоли на 6,35% ($p < 0,001$) та зростанні ширини входу в альвеоли на 3,68% ($p < 0,05$) і ширини провідного відділу респіраторної бронхіоли на 4,12% ($p < 0,01$). Ці зміни не можуть не відзеркалитися на респіраторній функції легень і є морфологічним проявом емфізематозної трансформації легеневої тканини на рівні альвеолярних структур, підтвердженням чого є збільшення співвідношення А з 0,422 до 0,467 (на 10,7% ($p < 0,05$)) та співвідношення Б з 0,792 до 0,88 (на 11,18% ($p < 0,001$)). Загальним проявом таких перетворень є достовірне ($p < 0,05$) зростання відносного об'єму повітря при морфометричних підрахунках на 4,35%. Лише на 3,76% ($p < 0,05$) збільшується товщина міжальвеолярної перетинки в порівнянні з контролем, що на 3,59% менше за аналогічний показник в легеневій тканині щурів 2-х місячного терміну затравки.

Загальна товщина аерогематичного бар'єру (АБ) зросла до 464,27 нм (на 2,17%, ($p < 0,001$)) за рахунок збільшення товщини інтерстиційного простору з 83,2 до 91,9 нм ($p < 0,001$), тобто на 10,45%. Електронна мікроскопія довела, що ці зміни відбуваються за рахунок накопичення сполучнотканинних волокон, місяцями розташованих компактно, місцями – невпорядковано.

Після першого місяця затравки щурів зрілого віку жоден морфометричний показник не має достовірних відхилень від аналогічних у контрольній групі. Спектральний аналіз легень показав підвищення рівня свинцю на 19,33% ($p < 0,001$), хрому на 13,88% ($p < 0,001$) та цинку на 7,67% ($p < 0,01$) в порівнянні з контролем.

Починаючи з 2-го місяця затравки у щурів зрілого віку з'являються морфологічні зміни. Відбувається збільшення абсолютного (на 1,59% ($p < 0,05$)) та відносного (на 1,38% ($p < 0,05$)) об'ємів легень. Хоча ці зміни не впливають на достовірне зменшення щільності легеневої тканини, вони пояснюються перетвореннями в структурах респіраторного відділу. На 3,43% збільшується середня ширина альвеоли ($p < 0,01$), ширина її входу (на 4,14% ($p < 0,05$)) та ширина провідного відділу респіраторної бронхіоли (на 3,21% ($p < 0,05$)), в той час, як глибина альвеоли зменшилася з 80,37 мкм до 78,37 мкм (на 2,49% ($p < 0,01$)). Підтвердженням наростання морфологічних змін в бік емфізематозних перетворень є також збільшення співвідношення А до 0,445 (на 6,8% ($p < 0,01$)) та співвідношення Б до 0,838 (на 5,85% ($p < 0,001$)), а також стоншення міжальвеолярної перетинки з 5,87 до 5,55 ($p < 0,001$) та збільшення відносного об'єму повітря на 4,3%

($p < 0,01$).

Світлооптична мікроскопія дозволяє виявити ділянки легеневої тканини з потоншеними міжальвеолярними перетинками та збільшеними порожнинами альвеол. Місцями зустрічаються ателектатичні ділянки з повнокровними судинами поблизу них. При морфометрії виявляється збільшення товщини інтерстиційного простору з 98,9 нм до 101,0 нм, тобто на 2,13% ($p < 0,05$), за рахунок збільшення сполучної тканини між базальними мембранами.

В порівнянні з легенями щурів контрольної групи спектральний аналіз вмісту іонів важких металів довів, що їх концентрація суттєво зростає: свинцю – на 42,55% ($p < 0,001$), хрому – на 38,03% ($p < 0,001$), цинку – на 22,45% ($p < 0,001$). Рівень заліза та марганцю достовірно не змінюється (хоча мав тенденцію до зниження), а от вміст міді з достовірністю $p < 0,001$ зменшується на 11,92%.

Після 3-х місяців експерименту масометричні показники легень щурів зрілого віку залишаються сталими (як і в попередніх групах), а волюметричні дані змінюються: відносний об'єм легень збільшується на 2,41% ($p < 0,001$), абсолютний – на 2,7% ($p < 0,01$). Ширина альвеоли збільшується з 76,68 мкм до 81,22 мкм – на 5,91% ($p < 0,001$), глибина альвеоли навпаки – зменшується на 4,47% ($p < 0,001$). Також зростає ширина входу в альвеолу на 11,31% ($p < 0,001$) та ширина провідного відділу респіраторної альвеоли до 67,2 мкм ($p < 0,05$). Достовірно зменшується середня товщина міжальвеолярної перетинки на 5,36% ($p < 0,001$). Емфізематозний характер перетворень також підтверджує достовірне ($p < 0,001$) зростання співвідношень А та Б до 0,486 та 0,866 відповідно, а також збільшення відносного об'єму повітря з 0,415 до 0,436 ($p < 0,01$), тобто на 5,23%. Вищевказані зміни виникають компенсаторно внаслідок структурних перебудов в аерогематичному бар'єрі, що виявляється ультрамікроскопічно. На 2,15% ($p < 0,001$) збільшується товщина АБ, в основному за рахунок потовщення інтерстиційного простору до 105,98 нм ($p < 0,001$), а також, що менш суттєво, в наслідок збільшення товщини відростка ендотеліоцита на 1,29% ($p < 0,05$). Останні зміни скоріше за все мають набряковий генез. Спостерігаються ознаки накопичення сполучної тканини в стінці судин.

Свого піку досягають концентрації іонів свинцю – 0,0339 мкг/г ($p < 0,001$), хрому – 0,1478 мкг/г ($p < 0,001$) та цинку – 40,44 мкг/г ($p < 0,001$), що відповідає збільшенню вмісту на 107,68%, 81,12% та 42,67% відповідно в порівнянні з контролем.

В кінці першого місяця експерименту у щурів старечого віку з'являються ознаки негативного впливу солей важких металів. Абсолютний об'єм легень зростає з 8,72 см³ до 8,93 см³ (на 2,44% ($p < 0,05$)), а відносний – на 2,31% ($p < 0,05$).

Але щільність легеневої тканини при цьому достовірно не змінюється, як і відносний об'єм пові-

тря при мікроморфометрії.

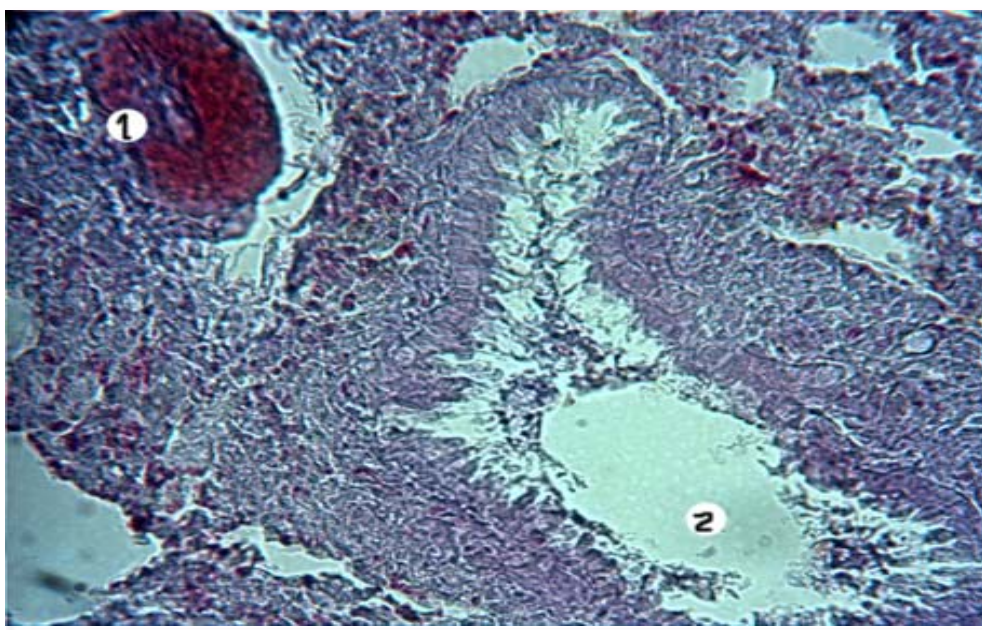


Рис. 1. Зростання кількості сполучної тканини в стінці судини. Забарвлення за Малорі. $\times 400$. 1 – артеріальна судина; 2 – просвіт бронхіоли.

Гістоморфометричні вимірювання довели з вірогідністю ($p < 0,01$) збільшення ширини альвеоли на 2,46%. На 6,71% ($p < 0,001$) зменшується глибина альвеоли, а ширина входу зростає на 17,11% ($p < 0,001$). Ширина провідного відділу респіраторної бронхіоли збільшується з 61,55 мкм до 63,86 мкм – на 3,75% ($p < 0,05$). Тобто прослідковується явна схильність до емфіземато-

зних перетворень легень вже після першого місяця експерименту, що підтверджується зростанням співвідношення А та Б на 25,61% ($p < 0,001$) та на 11,22% ($p < 0,001$) відповідно. Має тенденцію до потовщення міжальвеолярна перетинка – її розміри збільшилися на 5,87% ($p < 0,001$) в порівнянні з інтактними щурами.

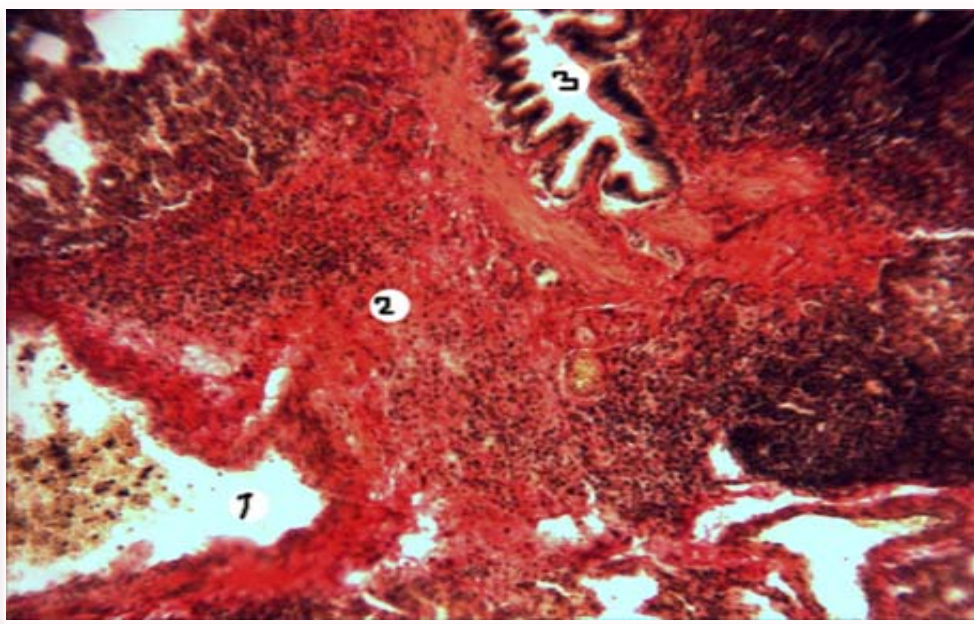


Рис. 2. Підвищення рівня колагенутворення в оточуючих судину тканинах. Забарвлення за Ван-Гізон. $\times 400$. 1 – просвіт судини; 2 – розростання сполучної тканини; 3 – просвіт бронхіоли.

Ультрамiкрометрiя виявила достовiрне ($p < 0,001$) збiльшення товщини аерогематичного бар'єру на 1,55% за рахунок потовщення ендотелiюцита з 189,96 нм до 195,28 нм ($p < 0,01$) та зростання товщини iнтерстицiйного простору на 2,06% ($p < 0,05$). Останнiй збiльшується за рахунок накопичення сполучнотканинних волокон з дещо невпорядкованим розташуванням. Вiйчастi клiтини зустрiчаються дуже рiдко, мають короткi вiйки на апiкальнiй поверхнi. Вмiст металiв, концентрацiя яких в питнiй водi перевищувала допустимi межi, визначається пiдвищенням: рiвень свинцю збiльшився на 26,24% ($p < 0,001$), хрому – на 10,99% ($p < 0,05$). Достовiрного пiдвищення рiвня цинку не відбувається, а концентрацiя мiдi знижується на 1,91% ($p < 0,05$) в порiвняннi з нормою.

На 2-му мiсяцi експерименту у щурiв старшого вiку значно зростає концентрацiя iонiв свинцю, хрому та цинку на 63,46% ($p < 0,001$), на 35,71% ($p < 0,001$), на 7,01% ($p < 0,01$) вiдповiдно. Останнi два метали, очевидно, мають конкурентнi взаємовiдносини. Концентрацiя марганцю залишається сталою, а от рiвень залiза збiльшується на 2,95% ($p < 0,001$), що може бути пояснено компенсаторною реакцiєю у вiдповiдь на гiпоксiю iз залучанням еритроцит-утворюючих механiзмiв. Слiд вiдмiтити незначне зменшення вмiсту мiдi – на 1,9% ($p < 0,01$).

iз макроморфометричних показникiв збiльшується абсолютний та вiдносний об'єми легень: на 5,72% ($p < 0,01$) та на 6,04% ($p < 0,01$) вiдповiдно. Достовiрно зменшується щiльнiсть легеневої тканини: з 0,277 г/см³ до 0,272 г/см³ ($p < 0,05$), тобто на 1,81%. Про пiдвищення повiтряностi легень свiдчить показник вiдносного об'єму по-

вiтря, який збiльшився на 2,25% ($p < 0,01$).

Наростає вираженiсть та достовiрнiсть змiн альвеолярної будови. Так, ширина альвеоли та ширина провiдного вiддiлу респираторної бронхiоли збiльшуються на 3,38% ($p < 0,001$) та 6,01% ($p < 0,05$) вiдповiдно. Бiльш суттєво змiнюється показник глибини альвеоли – з 63,9 мкм до 56,9 мкм ($p < 0,001$). Ширина входу в альвеолу зростає бiльш нiж у пiвтора рази в порiвняннi з контролем: з 30,96 мкм до 50,09 мкм ($p < 0,001$), тобто на 61,79%. Значно змiнюється значення спiввiдношення А та Б: 0,88 ($p < 0,001$) та 1,143 ($p < 0,001$) вiдповiдно, що на 81,74% та 19,06% бiльше за контрольнi результати. Слiд вiдмiтити достовiрне збiльшення товщини мiжальвеолярної перетинки з 8,72 мкм до 8,93 мкм ($p < 0,05$), але загальна тенденцiя, в порiвняннi з легеньми тварин мiсячного термiну експерименту, схильна до зменшення: на першому мiсяцi – 9,16 мкм, на другому – 8,93 мкм.

Електронна мiкроскопiя виявила ознаки пiдвищеного утворення сполучної тканини в iнтерстицiйному просторi аерогематичного бар'єру, що проявляється збiльшенням його загальної товщини до 567,86 нм ($p < 0,001$), що на 2,42 % бiльше за контрольнi данi. Потовщення відбувається за рахунок збiльшення iнтерстицiйного простору на 5,09 % ($p < 0,001$) та незначного збiльшення товщини ендотелiюцита (на 1,41% ($p < 0,01$)). Не зважаючи на суттєвi ультрамiкроскопiчнi змiни клiтинних органел, деструктивнi перетворення, що приводили б до порушення цiлiсностi органел та структур, не спостерiгалися. Лише в деяких мiстах можна бачити порушення цiлiсностi сурфактантного шару на невеликому протязi.

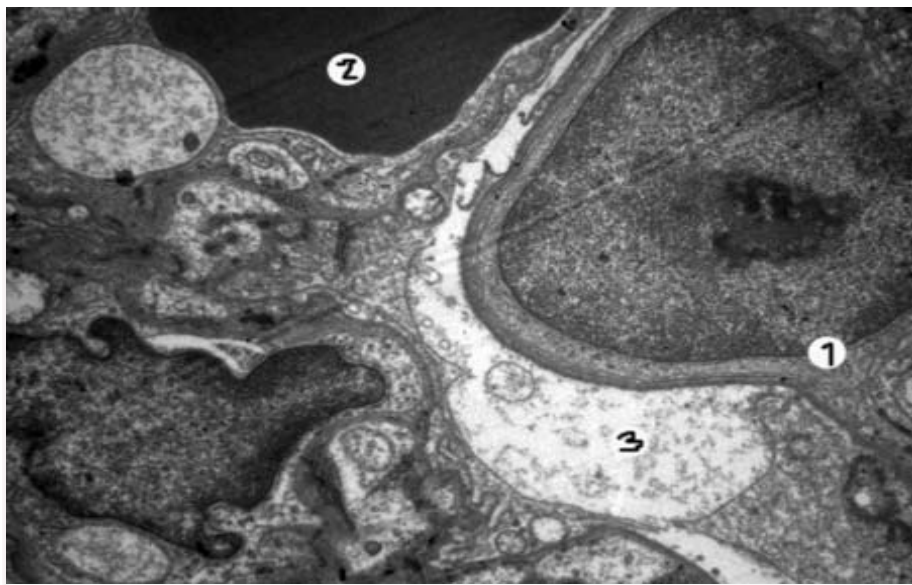


Рис. 3. Сегментарне пошкодження сурфактантного шару, що вкриває альвеолоцит I-го типу. $\times 6000$. 1 – альвеолоцит I-го типу; 2 – еритроцит; 3 – просвiт альвеоли.

Загальною ж тенденцією є розростання в легенях сполучної тканини, особливо знаковим є її розростання в інтерстиційному просторі аерогематичного бар'єру, що, безумовно, призводить до порушення його функції.

Через 3 місяці ширина альвеоли зростає на 8,44% ($p < 0,001$), а глибина зменшується з 63,16 мкм до 52,47 мкм ($p < 0,001$) – на 16,9%. Майже вдвічі (на 96,0% ($p < 0,001$)) збільшується ширина входу альвеоли – до 58,72 мкм. На 7,6% ($p < 0,001$) зростає ширина провідного відділу респіраторної бронхіоли. Перелічені зміни віддзеркалюються в збільшенні співвідношень А та Б до 1,119 ($p < 0,001$) та до 1,268 ($p < 0,001$) відповідно. Спостерігається стоншення міжальвеолярної перетинки на 9,12% ($p < 0,001$) в порівнянні з контролем та запусівання капілярів в цих ділянках, звуження їх просвіту, що, ясна річ, впливає на газообмін. Щільність легеневої тканини зменшується з 0,281 г/см³ до 0,267 г/см³ ($p < 0,001$),

що також підтверджується достовірним зростанням відносного об'єму повітря – на 13,14% ($p < 0,001$).

Електронна мікроскопія виявила ультрамікрометричні зміни в усіх компонентах аерогематичного бар'єру. Останній збільшується на 4,4% – з 551,46 нм до 575,74 нм ($p < 0,001$). Всі складові бар'єру збільшують свою товщину: альвеолоцит – на 1,55% ($p < 0,05$), ендотеліоцит – на 0,93% ($p < 0,01$), інтерстиційний простір – на 11,34% ($p < 0,001$).

Характерним є поява значної кількості «щиткових» клітин, що можна пов'язати з компенсаторною перебудовою легень за умови несприятливих чинників, зокрема у відповідь на токсичну дію солей важких металів. Досить часто зустрічаються альвеолоцити II-го типу з ознаками атипичного накопичення осміофільного пластинчастого матеріалу.

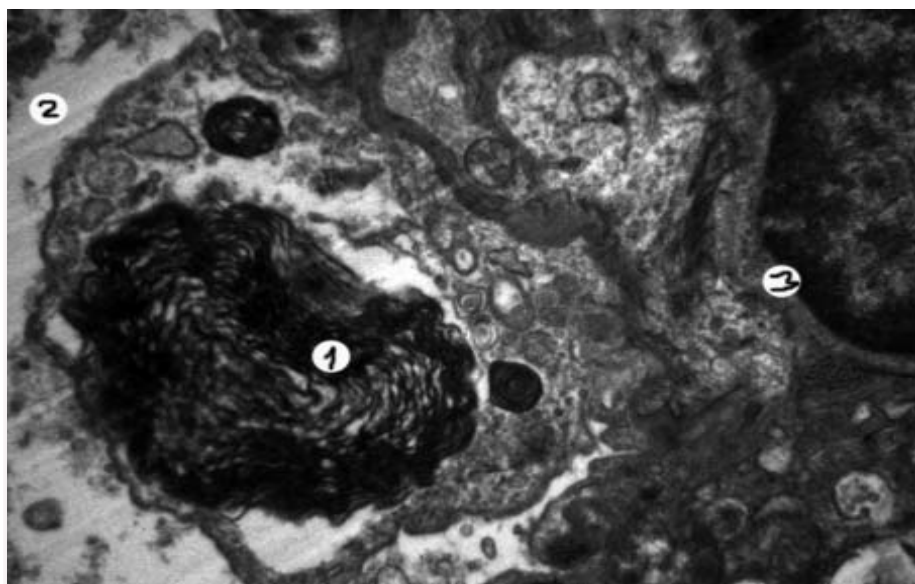


Рис. 4. Атипична конденсація осміофільного пластинчастого матеріалу в альвеолоциті II-го типу. $\times 6000$. 1 – осміофільне пластинчасте тільце; 2 – просвіт альвеоли; 3 – альвеолоцит II-го типу.

Рівень свинцю в цей термін зростає до 0,0539 мкг/г ($p < 0,001$), хрому – до 0,1736 мкг/г ($p < 0,001$), цинку – до 27,03 мкг/г ($p < 0,01$), що відповідало збільшенню їх концентрацій на 114,5%, 77,54% та 11,54% відповідно. Також підвищився вміст заліза на 3,31% ($p < 0,001$), та знизився вміст міді на 2,35% ($p < 0,001$).

Підсумок

В результаті токсичної дії солей важких металів на легеневу тканину щурів відбуваються структурні перетворення в усіх вікових групах, ступінь вираженості яких залежить від терміну дії поллютантів та віку тварини. Найбільші зміни розвиваються на тлі вікових змін у щурів старе-

чого віку, що проявляється прискореним розвитком емфізематозних процесів в легеневій тканині на фоні пневмосклеротичної трансформації. Найбільше структурно-функціональне значення має потовщення інтерстиційного простору аерогематичного бар'єру. Відмічається значне збільшення концентрації іонів свинцю, хрому, цинку та заліза в легенях при одночасному зменшенні вмісту міді.

Перспективи подальших розробок

В подальшому планується вивчити можливість корекції виявлених змін морфометричних параметрів легень препаратом Емоксипін®.

Літературні джерела

Гатицкая Н. Т. Гиганты химической промышленности, как источники загрязнения атмосферного воздуха / Н. Т. Гатицкая // Гігієна населених місць. – 2003. – Вип. 41. – С. 37–45.

Горбань Т. В. Загрязнение атмосферного воздуха селитебной территории г. Кривого Рога / Т.В. Горбань, В.А. Гапон // Environment & Health. – 2002. – № 1. – С. 22–24.

Гуцук І. В. Гігієнічна оцінка якості атмосферного повітря в сільських та міських поселеннях Рівненської області / І. В. Гуцук // Гігієна населених місць. – 2003. – Вип. 41. – С. 30–37.

Забруднення атмосферного повітря в зоні впливу міських вулиць різних категорій м. Києва / І. С. Кереева, Н. Б. Булига, Є. В. Качаровська

[та ін.] // Гігієна населених місць. – 2003. – Вип. 41. – С. 26–30.

Загорулько А. К. Атлас ультраструктурной морфологии респираторного отдела легких / А.К. Загорулько, Т.А. Аскари – Симферополь : «СО-НАТ», «AZ-PRESS» ЧА «АЗ», 2002. – 144 с.

Клеточная биология легких в норме и при патологии: [Руководство для врачей] / Под ред. В.В.Ерохина, Л.К.Романовой. - М. : Медицина, 2000. - 496 с.

Топурия З. М. Респираторный тракт, аэрогематический барьер в онтогенезе и при патологии / З.М. Топурия. – Тбилиси : Мецниереба, 1990. – 122 с.

Волкогон А.Д. Морфологические изменения легочной ткани в условиях употребления солей тяжелых металлов.

Резюме. В работе представлены результаты исследования легочной ткани 72 лабораторных крыс разных возрастных групп, которые в течение трех месяцев получали с питьевой водой соли свинца, хрома и цинка. С помощью анатомических, гистологических, ультрамикроскопических и спектрохимических методов исследования установлено: в наибольшей мере увеличивается концентрация выше указанных ионов в конце эксперимента в легких крыс молодого возраста – на 126,85%, 104,28% и 34,44% соответственно; наибольшие морфологические изменения происходят в легких подопытных крыс старческого возраста – наблюдаются признаки эмфизематозной трансформации (что проявляется увеличением ширины альвеолы на 8,44%, ширины входа в альвеолу на 96,0%, ширины проводящего отдела на 7,6% и уменьшением глубины альвеолы на 16,93%) и пневмосклероза (накопление соединительной ткани в легких и увеличение интерстициального пространства аэрогематического барьера на 11,34%). Данные изменения являются результатом токсического действия комбинации солей тяжелых металлов на альвеолярные структуры легких, что негативно влияет на функцию газообмена.

Ключевые слова: легочная ткань, соли тяжелых металлов, микроэлементоз, пневмосклероз, эмфизема.