

О.С.Погорєлова

Медичний інститут
Сумського державного
університету

Ключові слова: серце щу-
рів, важкі метали.

Надійшла: 12.07.2007

Прийнята: 24.08.2007

УДК 611.127:576.31].013

ВПЛИВ НА СТРУКТУРНУ ПЕРЕБУДОВУ МІОКАРДА ЩУРІВ ЗРІЛОГО ВІКУ РІЗНОЇ КОМБІНАЦІЇ СОЛЕЙ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

Резюме. Мета роботи – вивчення морфологічних особливостей міокарду зрілих щурів в умовах екології північних регіонів України. В експерименті було задіяно 72 щура-самців 6-місячного віку, які були поділені на чотири серії по 18 тварин в кожній. Першу серію склали інтактні щурі. Тваринам другої - четвертої серії моделювались умови екології північних регіонів України. Концентрації металів, які вводили у водний раціон була наступна: цинку (ZnSO) - 50 мг/л, міді – 5,0 мг/л (CuSO) та заліза – 20 мг/л; цинку - 50 мг/л, хрому – 10,0 мг/л і свинцю - 3мг/л; марганцю- 5,0 мг/л, свинцю - 3,0 мг/л та міді – 5,0 мг/л. У щурів, що отримували солі міді, цинку та заліза протягом 1 місяця, відмічалось нерівномірне збільшення розмірів КМЦ: в одному і тому ж полі зору виявлялись вказані клітини різних розмірів (гіпертрофовані та нормальних розмірів). У щурів, що отримували солі цинку, хрому та свинцю протягом 3 місяців, характеризуються порушенням орієнтації м'язових волокон, ділянками їхньої фрагментації. КМЦ в полі зору переважно дистрофічно змінені: контури клітин нечіткі, цитоплазма нерівномірно забарвлена, зерниста, поперечна пошмугованість місцями не візуалізується.

Pogorelova O. S. Influence various combinations of salts of heavy metals on structural rearrangement of a myocardium of rats of mature age.

Summary. The work purpose is studying of morphological features of a myocardium of mature rats in the conditions of ecology of northern regions Ukraine. In experiment 72 rats of monthly age who have been divided into four series on 18 animals in everyone have been used. The first series have compounded control rats. An animal of the second - the fourth series modelled conditions of ecology of northern regions Ukraine. Concentration of metals which introduced into a water ration was following: zinc (ZnSO) - 50 mg/l, copper - 5,0 mg/l (CuSo) and Ferri lactas - 20 mg/l; zinc - 50 mg/l, chrome - 10,0 mg/l and lead - 3mg/l; manganese - of 5,0 mg/l, lead - 3,0 mg/l and copper - 5,0 mg/l. At rats who received salts of copper, zinc and iron throughout 1 month, the non-uniform augmentation of dimensions CM was marked: in the same field of vision there were specified cages of the different dimensions (hypertrophied and the normal dimensions). At rats who received salts of zinc, chrome and lead throughout 3 months, marked infringement of orientation of muscular fibres, fields of their fragmentation. In the studied fields of vision there was dystrophia CM: contours of cages indistinct, cytoplasm is non-uniformly imbed, acinose, cross-section striation was not visualised by fields.

Key words: rat heart, heavy metals.

Вступ

В теперішній час захворювання серцево-судинної системи є найрозповсюдженішими, що найчастіше призводять до інвалідності та смертності людей у молодому та працездатному віці (Медведик Л.О та ін., 2005). Зростання техногенного навантаження на довкілля в останні десятиліття сприяє збільшенню кількості токсичних факторів та їхніх метаболітів, які негативно впливають на судини і серце, провідне місце серед них займають важкі метали (Зербіно Д.Д. та співавт., 2002; Гудзовский Г. и соавт., 2004; Головка Л.Л. и соавт., 2004).

Так в водоймах та ґрунтах північних районів Сумської області спостерігається підвищена кількість солей міді, цинку, заліза, марганця, хрому та свинцю (Трахтенберг И.М. и соавт., 1998). Дослідження, щодо впливу комбінації солей важких металів в літературі відсутні (Fuji-

wara Y. et al., 1995; Трахтенберг И.М. и соавт., 2003). Тому метою нашої роботи стало вивчення морфологічних особливостей міокарду зрілих щурів в умовах екології північних регіонів Сумської області.

Матеріали та методи

В експерименті було задіяно 72 щура-самців 6-місячного віку, які були поділені на чотири серії по 18 тварин в кожній. Першу серію склали інтактні щурі. Тваринам другої - четвертої серії моделювались умови екології Ямпільського, Шосткинського та Середино-Будського районів Сумської області. В кожній експериментальній серії виділили 3 групи, відповідно до термінів затравки важкими металами.

Концентрації металів, які вводили у водний раціон була наступна: цинку (ZnSO) - 50 мг/л, міді – 5,0 мг/л (CuSO) та заліза – 20 мг/л (Ямпільський р-н); цинку - 50 мг/л, хрому – 10,0 мг/л і

свинцю - 3мг/л (Шосткинський район); марганцю- 5,0 мг/л, свинцю - 3,0 мг/л та міді – 5,0 мг/л (Середино-Будський район).

Тварин виводили з експерименту через 1, 2 та 3 місяця затравки солями шляхом декапітації під ефірним наркозом, вилучали серця та проводили їх масометричні та планіметричні вимірювання. Шматочки міокарду з лівого та правого шлуночків фіксували у 10% нейтральному формаліні та виготовляли гістологічні зрізи, які забарвлювали гематоксилін-еозином, за ван Гізонам та залізним гематоксиліном Гейденгайна. Зображення фотографували цифровою відеокамерою, зберігали на жорсткому диску та проводили їх морфометрію за допомогою програми "Відео Розмер 5,0". Всі цифрові значення обробляли статистично за допомогою пакету прикладних програм.

Результати та їх обговорення

При споживанні протягом 1 місяця солей важких металів Ямпільського району тваринами зрілого віку спостерігаються гіпертрофічні процеси в міокарді. Так ЧМС зросла з $1,048 \pm 0,11$ г до $1,131 \pm 0,09$ г ($p \leq 0,05$), що складає 7,93%, МЛШ збільшилась на 8,17% - з $0,643 \pm 0,07$ г до $0,695 \pm 0,04$ г ($p \leq 0,05$). Маса правого шлуночка та передсердь в даний термін недостовірно відрізняються від контролю. Переважна гіпертрофія лівих відділів серця підтверджується збільшенням ІФ на 4,72% та зниженням ШІ на 4,51%. СІ в даній групі зріс на 8,31% - до 0,0043. ПСЛШ та ПСПШ не відрізняються від контрольних показників, що свідчить про гіпертрофію без дилатативних змін (рис. 1).

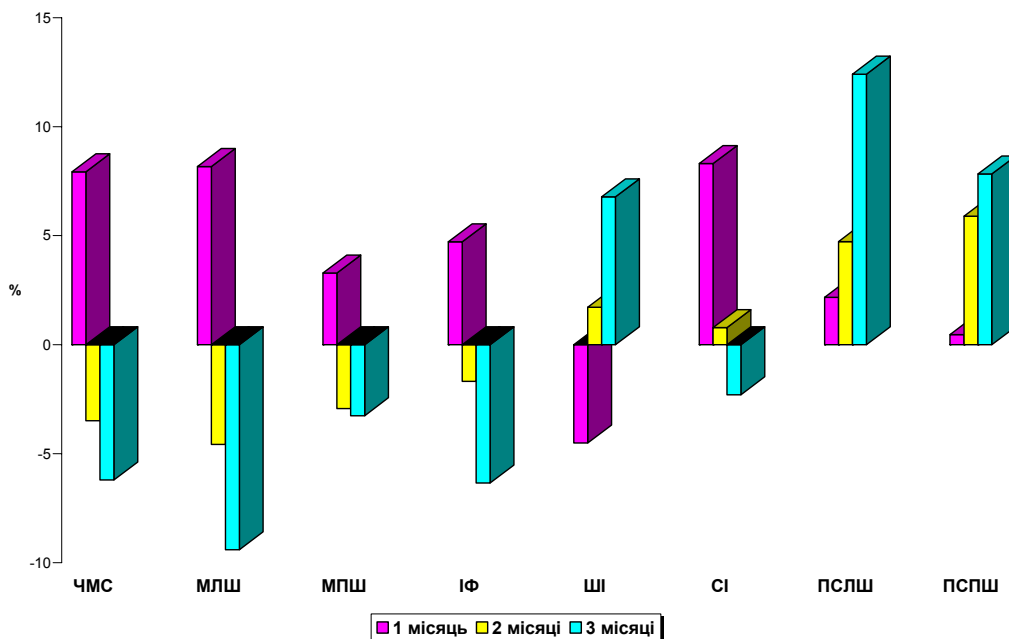


Рис. 1. Відсоткове співвідношення масометричних показників серця щурів, що вживали солі міді, цинку та заліза.

При світлооптичному вивченні гістологічних препаратів шлуночків серця зрілих тварин, що отримували солі міді, цинку та заліза протягом 1 місяця, відмічалось нерівномірне збільшення розмірів КМЦ: в одному і тому ж полі зору виявлялись вказані клітини різних розмірів (гіпертрофовані та нормальних розмірів). Ядра кардіоміоцитів були збільшеними. Поперечна посмугованість добре виражена. У всіх відділах серця спостерігались судинні зміни, які характеризувались стромальним та періваскулярним набряком, повнокров'ям судин. Морфометрично відмічається зростання ДКМЦ ЛШ на 8,06%, що характерне для гіпертрофічних змін. Натомість ДКМЦ ПШ, а також діаметр їхніх ядер залишаються незмінними. Відносний об'єм судин, сполучної тканини та кардіоміоцитів обох шлуночків в даній групі недостовірно відрізняються від кон-

тролю.

Через 2 місяці вживання солей міді, цинку та заліза у тварин зрілого віку всі масометричні показники наближаються до контрольних значень. Але подібна тенденція є негативною, бо разом зі збільшенням ПСЛШ на 4,73% та ПСПШ на 5,89% це свідчить про зрив компенсаторних механізмів та поступовий розвиток дистрофії міокарду (рис. 1). При світлооптичному вивченні гістологічних препаратів в одному і тому ж полі зору виявлялись вказані клітини різних розмірів. Ядра КМЦ теж відрізнялись поліморфізмом та різними розмірами. Поперечна посмугованість місцями нечітко виражена. Більш виражені судинні зміни в порівнянні з серцями тварин, що отримували солі цих металів протягом 1 місяця: стромальний та періваскулярний набряки, повнокров'я судин, місцями відмічались стази в суди-

нах МЦР.

Морфометрично відбувається зменшення діаметру кардіоміоцитів лівого шлуночка в середньому на 7,54% та їхніх ядер на 5,89%. Морфометрія клітин ПШ не виявила різниці з контролем, що свідчить про більші компенсаторні можливості правих відділів серця. Відносні об'єми судин, СТ, КМЦ, а також стромально-кардіоміоцитарне відношення ЛШ та ПШ недостовірно відрізняються від показників контролю.

У тварин зрілого віку при вживанні солей міді, цинку та заліза протягом 3 місяців виникають дистрофічні зміни. Так ЧМС знижується на 6,21% в основному за рахунок МЛШ, що менше за контроль на 9,41%. МПШ та МП достовірно не відрізняються від контролю. Переважна атрофія лівих відділів серця підтверджується зниженням ІФ на 6,35% та зростанням ШШ на 6,78%. Але разом з цим у тварин зрілого віку відбувається незначна дилатація порожнини лівого шлуночка: ПСЛШ перевищує контроль на 8,11%, різниця ПСПШ з контрольною серією не є достовірною – 4,07% (Рис. 1). Гістологічно відмічається розволокнення м'язових волокон, збільшення кількості дистрофічно змінених КМЦ. Ядра КМЦ відрізняються поліморфізмом, зустрічаються пікнотично змінені ядра. Наростають судинні розлади: стромальний та періваскулярний набряк, судини

повнокровні, відмічається потовщення та клітинна інфільтрація їхньої стінки, спостерігається розростання сполучної тканини між м'язовими волокнами та в стінці судин.

Гістоморфометрично відзначаються атрофічні зміни КМЦ разом зі збільшенням об'єму сполучної тканини. Так ДКМЦ лівого шлуночка знижується на 8,25%, правого – відповідно на 5,98%; ДЯКМЦ ЛШ зменшується на 5,89%, зміна подібного показника в ПШ є недостовірною. Достовірно зменшується відносний об'єм судин в лівому шлуночку на 5,73% та зростає об'єм сполучної тканини ЛШ на 6,78%, ПШ – відповідно на 5,98%. Стромально-паренхіматозні відношення обох шлуночків достовірно не змінюються.

При вживанні солей цинку, хрому та свинцю протягом 1 місяця у тварин зрілого віку спостерігається виражена гіпертрофія серцевого м'яза. ЧМС тварин даної групи перевищує контроль на 8,8%, МЛШ зростає на 11,24%, МПШ – на 6,24%. Серцевий індекс збільшується в середньому на 10,24%, ІФ та ШШ недостовірно відрізняються від контролю, що вказує на рівномірну гіпертрофію правого та лівого відділів серця (Рис. 2). Незмінними залишаються також площі ендокардіальних поверхонь лівого та правого шлуночків, а також планіметричні індекси, що свідчить про компенсаційну, а не патологічну гіпертрофію міокарду.

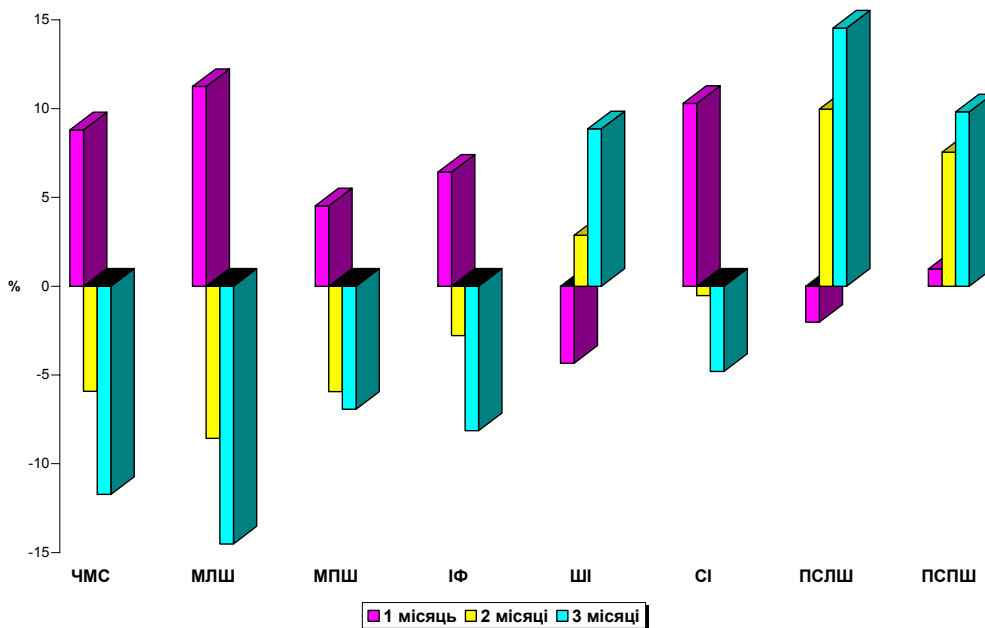


Рис. 2. Відсоткове співвідношення масометричних показників серця щурів, що вживали солі цинку, хрому та свинцю.

При світлооптичному вивченні гістологічних препаратів шлуночків серця тварин цієї групи відмічалось деяке нерівномірне збільшення розмірів цих клітин: в полі зору зустрічаються КМЦ різних розмірів. Ядра вказаних клітин теж різного розміру, зустрічаються гіпертрофовані та ядра звичайних розмірів. Поперечна посмугованість виражена добре. Спостерігаються зміни з

боку судин: стромальний та періваскулярний набряк, розширення судин МЦР, повнокров'я дрібних та судин середнього калібру. Морфометрично відмічається збільшення діаметру КМЦ та їхніх ядер в обох шлуночках: так ДКМЦ ЛШ зростає на 9,21%, ПШ – на 6,79%; ДЯКМЦ зростають відповідно на 6,85% та 5,48%. Разом з тим достовірно зменшується відносний об'єм капіля-

рів та СТ в лівому шлуночку відповідно на 5,93% та 6,98%, що разом зі зниженням стромально-кардіоміоцитарного відношення ЛШ характеризує гіпертрофію м'язових волокон.

При вживанні солей цинку, хрому та свинцю протягом 2 місяців у тварин спостерігається розвиток початкової атрофії міокарду, про що свідчить зниження основних масометричних показників. Це вказує на більшу токсичність металів даного регіону в порівнянні з Ямпільським районом, де у тварин подібної вікової групи спостерігалась стійка гіпертрофія міокарду. У тварин даної групи відмічається зниження ЧМС на 5,92%, МЛШ – на 8,57% та МПШ – на 5,94%. ІФ, ІШ та СІ залишаються на рівні контрольних показників. У порівнянні з інтактними тваринами, у щурів даної групи зростають площі ендокардіальних поверхонь лівого та правого шлуночків відповідно на 9,97% та 7,54%, вказуючи на дилатацію порожнини серця (Рис. 2).

Гістологічно відмічався мозаїчний характер пошкодження: в одному полі зору поряд гіпертрофованими КМЦ та КМЦ нормальних розмірів зустрічаються дистрофічно змінені клітини. Ядра серцевих міоцитів теж мають різні розміри і форму (округлі, витягнуті, штрихоподібні), зустрічаються пікнотично змінені ядра. Поперечна посмугованість нечітко виражена, місцями зникає. Відмічаються судинні розлади, які характеризуються явищами стромального та періваскулярно набряків, розширенням та повнокров'ям судин різного калібру, капіляростазам та крововиливами. Спостерігається розростання в судинній стінці сполучної тканини.

Гістоморфометрія препаратів міокарду тварин даної групи виявила зміни, які характерні для початкової стадії атрофії. Так ДКМЦ лівого шлуночка зменшується в середньому на 6,04%, діаметр їхніх ядер – на 5,29%, в правому шлуночку достовірно зменшується тільки ДЯКМЦ – на 6,83%, в той час як різниця з контролем діаметру клітин є недостовірною. Для морфометричної картини лівого шлуночку характерним є зменшення об'єму судин на 5,88% та збільшення відносного об'єму сполучної тканини на 6,21%, в правому шлуночку достовірно збільшується тільки об'єм СТ на 7,82%, в той час як об'єм кровеносних судин залишається в межах показників інтактних тварин.

У тварин зрілого віку за умов 3-місячного вживання експолютантів різко прогресує атрофія серцевого м'яза, при чому числові показники знижуються майже в 2 рази у зрівнянні з попереднім терміном спостереження. ЧМС менша за контрольні показники на 11,72%, МЛШ та МПШ – знижуються відповідно на 14,51% та 6,93%. Переважна атрофія лівого шлуночка підтверджується зниженням ІФ на 8,14% та збільшення ІШ на 8,86%, при цьому різниця з контролем для СІ є недостовірною на фоні зменшення маси тіла на 7,26%. Майже у 1,2 рази зростають площі ендокардіальних поверхонь, так ПСЛШ перевищує

контроль на 14,53%, ПСПШ – на 9,81% (рис. 2).

Гістологічна картина міокарду тварин зрілого віку, що отримували солі цинку, хрому та свинцю протягом 3 місяців, виявляється порушенням орієнтації м'язових волокон, ділянками фрагментації. Переважають атрофічно змінені КМЦ: контури клітин нечіткі, цитоплазма нерівномірно забарвлена, зерниста, поперечна посмугованість місцями не візуалізується. Ядра вказаних клітин поліморфні, з розмитими контурами, зустрічаються пікнотично змінені. Ще більш виражені судинні розлади: розширення судин МЦР, повнокров'я та клітинна інфільтрація судин середнього та дрібного калібру, стромальний та періваскулярний набряк розростання сполучної тканини в стінках судин.

Морфометрія гістологічних препаратів тварин даної серії підтверджує виражені дистрофічні зміни в міокарді. Так ДКМЦ ЛШ та ПШ зменшується відповідно на 8,33 та 6,29%, діаметр їхніх ядер – на 6,59% та 5,93%. В обох шлуночках зменшується відносний об'єм судинного русла: відповідно в ЛШ – на 7,92%, в ПШ – на 5,93%. При цьому відмічається значне збільшення об'єму сполучної тканини, відсоток якої зростає в ЛШ на 9,44%, в ПШ – на 8,08.

Зміни масометричних показників серця щурів за умов дії на організм солей важких металів С-Будського району вказують на високотоксичну дію експолютантів даного регіону на серцево-судинну систему. Патологічні зміни характерні для всіх вікових груп та мають більшу вираженість, ніж при дії екологічних факторів інших досліджуваних регіонів.

У тварин зрілого віку відбувається компенсаторна гіпертрофія міокарду, що вказує на потужність компенсаторних механізмів даної групи щурів (рис. 3). ЧМС складає $1,147 \pm 0,09$ г ($p \leq 0,05$), що на 9,54% більше, ніж аналогічний показник тварин контрольної серії. Гіпертрофія відбувається в основному за рахунок лівого шлуночка та, меншою мірою, правого, різниця з контролем складає відповідно 12,08% та 5,47%. ІФ перевищує контроль на 6,26%, ІШ – на 5,89%. Серцевий індекс зростає на 13,03% разом з незначною втратою загальної маси тіла тварин. Гіпертрофія міокарду не супроводжується дилатацією порожнини серця, планіметричні показники яких недостовірно перевищують контрольні значення.

При світлооптичному вивченні гістологічних препаратів шлуночків серця зрілих тварин, що отримували солі міді, марганцю та свинцю протягом 1 місяця, в одному і тому ж полі зору виявляються КМЦ різних розмірів, ядра КМЦ збільшені. Поперечна посмугованість добре виражена, відмічаються судинні розлади: стромальний та періваскулярний набряк, розширення судин МЦР, повнокров'я дрібних та судин середнього калібру. Данні зміни можна охарактеризувати як напруження компенсаторних механізмів, що знаходяться на межі з патологічними змінами.

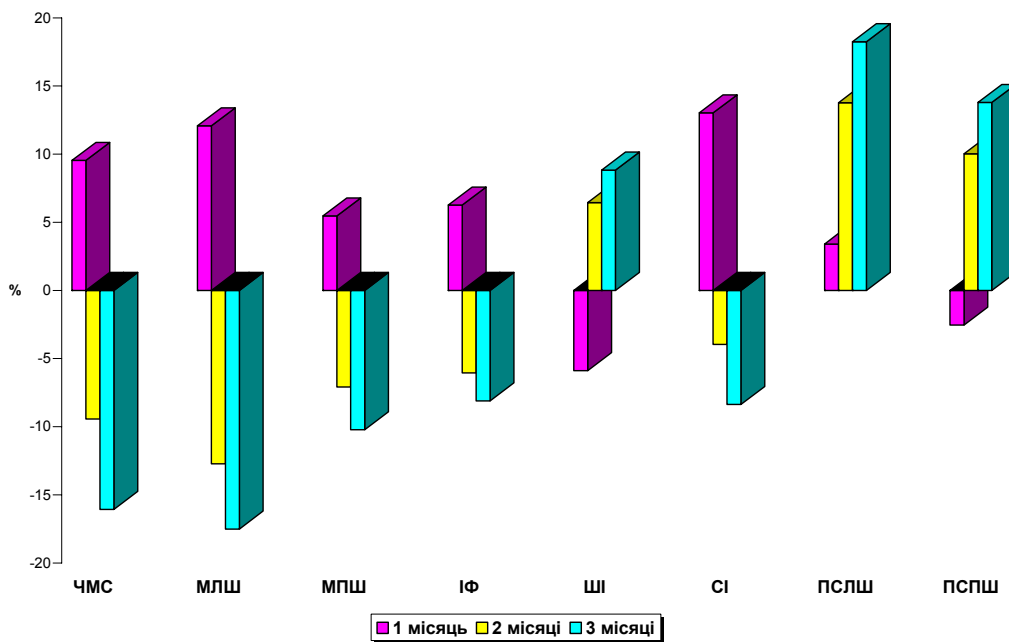


Рис. 3. Відсоткове співвідношення масометричних показників серця щурів, що вживали солі марганцю, міді та свинцю.

Дані гістології підтверджуються змінами морфометричних параметрів міокарду піддослідних тварин. Так ДКМЦ ЛШ збільшується на 12,47%, ДЯКМЦ – відповідно на 9,32%; подібні показники правого шлуночка зростають відповідно на 7,54% та 7,03%. Натомість зменшуються відносні об'єми судин та сполучної тканини в лівому шлуночку на 7,02% та 8,50%, в правому відповідно на 5,38% та 7,11%. За умови гіпертрофії кардіоміоцитів та зменшення вмісту судин та сполучної речовини в обох шлуночках зменшується стромально-кардіоміоцитарне відношення: в ЛШ – на 9,27%, в ПШ – на 7,61%. Данні морфометрії свідчать про переважну реакцію лівих відділів серця та більшу стійкість правого шлуночку до дії екзополутантів.

Масометричні показники сердець тварин зрілого віку через 2 місяці спостереження характеризують зрив компенсації та розвиток дистрофії міокарду з дилатацією. ЧМС зменшується на 9,94%, МЛШ та МПШ – відповідно на 12,72% та 7,09%, при цьому СІ знижується недостовірно. На переважну атрофію лівих відділів вказує зниження ІФ на 6,05% та зростання ШІ на 6,45%. ПСЛШ та ПСПШ у тварин даної вікової групи зростають відповідно на 13,78% та 10,03% (Рис. 3).

При світлооптичному вивченні гістологічних препаратів шлуночків серця зрілих тварин, що отримували солі міді, марганцю та свинцю протягом 2 місяців, відмічалось розволокнення м'язових волокон, ділянки їх фрагментації та мозаїчний характер пошкодження: в одному полі зору поряд гіпертрофованими КМЦ та КМЦ нормальних розмірів зустрічаються дистрофічно змінені клітини. Ядра серцевих міоцитів теж мають різні розміри і форму (округлі, витягнуті,

штрихоподібні), зустрічаються пікнотично змінені ядра. Місцями відмічаються судинні розлади, які характеризуються явищами стромального та періваскулярного набряків, розширенням та повнокров'ям судин різного калібру, капіляростазами та крововиливами.

Гістоморфометрично виявляються атрофічні зміни міокарда в основному лівого шлуночка: так ДКМЦ зменшується на 8,85%, ДЯКМЦ – відповідно на 6,71%. Подібні показники в міокарді правого шлуночка зменшуються недостовірно, характеризуючи його більші компенсаторні можливості. Натомість в стінці обох камер зростає вміст сполучної речовини відповідно на 8,31% в ЛШ та 7,28% в ПШ. На 7,22% зростає стромально-кардіоміоцитарне відношення в міокарді лівого шлуночка, характеризуючи атрофічні явища в кардіоміоцитах та значне зростання стромального компоненту.

У тварин зрілого віку через 3 місяці спостереження ступінь змін масометричних показників вказує на зрив механізмів компенсації та розвиток глибоких атрофічних явищ. ЧМС тварин менша від контролю на 16,07%, МЛШ – на 17,51% та МПШ – відповідно на 10,22%. Майже в 2 рази більша атрофія лівих відділів характеризується зменшенням ІФ на 8,11% та зростанням ШІ на 8,93%. СІ при цьому знижується на 8,37% на фоні зменшення маси тіла на 8,39%. Збільшення порожнин камер серця є рівномірним, так ПСЛШ зростає на 18,25%, ПСПШ – на 13,79%. Планіметричний індекс при цьому достовірно не змінюється (рис. 3.).

Гістологічні зміни міокарду тварин, що отримували солі цинку, хрому та свинцю протягом 3 місяців, характеризуються порушенням орієнтації м'язових волокон, ділянками їхньої

фрагментації. КМЦ в полі зору переважно дистрофічно змінені: контури клітин нечіткі, цитоплазма нерівномірно забарвлена, зерниста, поперечна посмугованість місцями не візуалізується. Ядра вказаних клітин поліморфні, з розмитими контурами, зустрічаються пікнотично змінені ядра. Ще більш виражені судинні розлади: розширення судин МЦР, повнокров'я та клітинна інфільтрація судин середнього та дрібного калібру, розростання сполучної тканини в стінках судин, стромальний та періваскулярний набряки.

Морфометрія міокарду тварин даної групи підтверджує вираженість атрофічних явищ в обох шлуночках. ДКМЦ ЛШ зменшується в середньому на 13,41%, ДКМЦ ПШ – на 8,58%, діаметр ядер м'язових клітин менший за контроль відповідно на 8,73% та 8,02%. В стінках обох камер достовірно зменшується об'єм судин – в ЛШ на 8,22%, в ПШ – відповідно на 6,91%. Характерним є значне зростання об'єму сполучної тканини: він збільшується в стінці лівого шлуно-

чка на 11,39%, правого – на 7,08%. Стромально-кардіоміоцитарне відношення достовірно не змінюється, що є наслідком зміни як судинно-стромального, так і м'язового компонентів стінки серця.

Підсумок

Таким чином, дія солей важких металів на організм зрілих щурів призводить до компенсаторної гіпертрофії в початкові терміни спостереження. Починаючи з 2 місяця, відбувається зрив компенсації та розвиток атрофічних змін міокарду, які супроводжуються дилатацією порожнин серця. Швидкість прогресування атрофії та її вираженість залежить від комбінації солей важких металів і найбільш виражена в умовах вживання солей міді, марганцю та свинцю (Середино-Будський район).

Перспективи подальших розробок пов'язані з аналізом впливу важких металів на організм щурів як у нормі, так і при патології.

Літературні джерела

Головко Л.Л. Стан захисних систем організму за умов поєднаної дії солей кадмію і свинцю та нітриту натрію // Медична хімія.-2004.-Т.6, №3.-С.176.

Зербіно Д.Д., Соломенчук Т.М. Свинець: ураження судинної системи / Український медичний часопис.- 2002.- №2.- С.79-83.

Медведик Л.О., Соломенчук Т.М., Кузик П.В. Дилатаційна кардіоміопатія токсичного генезу: клініко-морфологічні паралелі // Український медичний часопис.- 2005.- №2 (46).- С.52-55.

Некоторые особенности патологии сердечно-сосудистой системы, возникающей при действии соединений, содержащих свинец и медь / Гудзовский Г.А., Минаев Б.Д., Малыхин Ф.Т. и др. // Медицина труда.- 2004.- №8.- С.32-36.

Свинец и другие тяжелые металлы во внешней среде после Чернобыльской катастрофы (к экологической ситуации в Украине) / Трахтенберг И.М., Шестопапов В.М., Набока М.В. и соавт. // Международный медицинский журнал.- 1998.- № 3.- С.94-98.

Трахтенберг И.М., Тычинин В.А. Проблема кардиовазотоксического действия экзогенных химических веществ // Український кардіологічний журнал.- 2003.- №5.- С.108-113.

Stimulatory effect of lead on the proliferation of cultured vascular smooth muscle cells / Fujiwara Y., Kaji T., Yamamoto C. et al. // Toxicology.- 1995.- Vol.98, № 1-3.- P.105-110.

Погорелова О.С. Влияние различных комбинаций солей тяжелых металлов на структурную перестройку миокарда крыс зрелого возраста.

Резюме. Цель работы – изучение морфологических особенностей миокарда зрелых крыс в условиях экологии северных регионов Украины. В эксперименте было использовано 72 крысы месячного возраста, которые были разделены на четыре серии по 18 животных в каждой. Первую серию составили интактные крысы. Животным второй - четвертой серии моделировали условия экологии северных регионов Украины. Концентрация металлов, которые вводили в водный рацион была следующая: цинка (ZnSO₄) - 50 мг/л, меди - 5,0 мг/л (CuSO₄) и железа - 20 мг/л; цинка - 50 мг/л, хрома - 10,0 мг/л и свинца - 3мг/л; марганца - 5,0 мг/л, свинца - 3,0 мг/л и меди - 5,0 мг/л.

У крыс, которые получали соли меди, цинка и железа на протяжении 1 месяца, отмечалось неравномерное увеличение размеров КМЦ: в одном и том же поле зрения встречались указанные клетки разных размеров (гипертрофированные и нормальных размеров). У крыс, которые получали соли цинка, хрома и свинца на протяжении 3 месяцев, отмечали нарушение ориентации мышечных волокон, участки их фрагментации. В изученных полях зрения встречалась дистрофия КМЦ: контуры клеток нечеткие, цитоплазма неравномерно окрашена, зернистая, поперечная исчерченность участками не визуализировалась.

Ключевые слова: сердце крыс, тяжелые металлы.