

the work is to analyze the structural changes in the components of the nuclei of the tuber cinereum of the hypothalamus during long-term exposure to monosodium glutamate in the experiment. The material is represented by micropreparations of the tuber cinereum of the hypothalamus of two groups of white male Wistar rats weighing 218-260 g (intact and experimental). Staining of histological sections was carried out with hematoxylin and eosin, cresyl violet, a combination of cresyl violet and luxol, as well as impregnation with silver, after which the peculiarities of the microscopic structure of the components of the tuber cinereum of the hypothalamus were studied under the condition of 10-week monosodium glutamate administration in comparison with intact animals. The results of the study made it possible to describe the features of cytoarchitectonics of the tuber cinereum, its micromorphological characteristics in control and experiment. After a 10-week administration of monosodium glutamate, the microscopic picture is dominated by neurons in a state of edema, we observe their individual death, fragments of neurons are phagocytosed by glial elements (neuronophagy). Morphometric analysis showed a significant increase in the volume of both the perikaryon and the nucleus of neurons of the tuber cinereum. Conclusions. Long-term administration of monosodium glutamate leads to deep structural changes in the hypothalamic nuclei. Morphological and morphometric features of the nuclei of the tuber cinereum of the hypothalamus of a white rat under long-term exposure to monosodium glutamate can serve as a basis for understanding the mechanisms of the structural components changes development of the specified area of the brain.

Key words: nervous system, tuber cinereum, hypothalamus, monosodium glutamate, white rat.

ORCID and contributionship: / ORCID автора та його внесок до статті:

Vashcheniuk M. I.: <https://orcid.org/0000-0002-6220-2586> ^{ABCDEF}

Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Vashcheniuk Mariia Ihorivna / Ващенко Марія Ігорівна

Danylo Halatsky Lviv National Medical University / Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького

Ukraine, 79010, Lviv, 69 Pekarska str. / Адреса: Україна, 79010, м. Львів, вул. Пекарська 69

Tel.: +380961430694 / Тел.: +380961430694

E-mail: mariia.vashcheniuk@gmail.com

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis, C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article, E – Critical review, F – Final approval of the article. / A – концепція роботи та дизайн, B – збір та аналіз даних, C – відповідальність за статистичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Received 16.01.2024 / Стаття надійшла 16.01.2024 року

Accepted 26.04.2024 / Стаття прийнята до друку 26.04.2024 року

DOI 10.29254/2077-4214-2024-2-173-367-373

UDC 616.36-089.87-06.616-91]-092.9

Hnatyuk M. S., Cholach S. Yu., Tatarchuk L. V., Stets N. Ya.

AGE CHANGES IN MASOMETRICAL PARAMETERS OF HEART PARTS IN EXPERIMENTAL ANIMALS WITH COBALT INTOXICATION

I. Horbachevsky Ternopil National Medical University (Ternopil, Ukraine)

hnatjuk@tdmu.edu.ua

Cardiovascular disease is a significant medical and social problem today. Despite the progress in the diagnosis, correction and prevention of heart disease, morphologists and clinicians continue to study the structure and function of the heart.

We studied the mass parameters of heart parts of 120 laboratory mature white male rats, which were divided into four groups. The first group consisted of 30 intact six-month-old experimental animals, the second group consisted of 30 similar 24-month-old male laboratory rats, the third group consisted of 30 six-month-old experimental animals injected with cobalt chloride, and the fourth group consisted of 30 24-month-old rats with cobalt chloride intoxication. The chemical agent was administered daily intragastrically to rats at 4 mg/kg for 30 days. The animals were euthanised by bleeding under thiopental anaesthesia. Mass parameters of the left and right ventricles and atria, interventricular and atrial septa, and the ratio between the masses of the heart chambers were determined. Quantitative data were processed statistically.

It was found that the intoxication of experimental animals with cobalt chloride led to uneven, disproportionate hypertrophy of heart parts, accompanied by an increase in their mass parameters. The administration of cadmium chloride to experimental animals led to a dominant rise in the mass of the left ventricle and left atrium in 24-month-old rats, which was confirmed by a decrease in the ventricular index by 9.6%, an increase in the Fulton index by 6.0%, and an increase in the atrial index by 4.3%.

The studies conducted and the results obtained indicate that intoxication of laboratory white male rats with cobalt chloride leads to an uneven, disproportionate increase in the masses of heart parts. This is confirmed by the rise in the mass parameters of the ventricles and atria, Fulton and atrial indices, and a decrease in the ventricular index. The most pronounced mass changes dominated the left ventricle and left atrium of 24-month-old experimental animals.

Key words: parts of the heart, age-related changes, mass parameters, cobalt chloride.

Connection of the publication with planned research works.

The work is a fragment of the research work of the I. Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine "Structural and functional regularities of the course of adaptation and compensatory processes in organs and systems during surgical interventions on the abdominal and thoracic cavities under the influence of toxic endogenous and exogenous factors" (state registration number 0122U000031).

Introduction.

In recent decades, there has been an increase in the anthropogenic load on the environment, resulting in an increase in the amount of chemicals and their metabolites that adversely affect the functioning of organs and body systems. Cobalt and its compounds are widely used in industry and can be released into the environment. It is also known that these chemicals have a general toxic effect on the blood system, cardiovascular, respiratory and nervous systems [1].

Cardiovascular diseases are currently the most common, tend to increase, often lead to disability and mortality in the young working-age population and are a significant medical and social problem [2, 3, 4]. There are various ambiguous and contradictory statements in the biomedical literature regarding age-related remodelling of the heart chambers in cobalt intoxication. Some researchers argue that an important criterion for adequately assessing changes in parts of the heart muscle at the organ level is determining their mass. It is known that in most cases, an increase in the mass parameters of the heart chambers is a sign of their damage [5].

It should be noted that even modern diagnostic methods such as ultrasound, computed tomography, magnetic resonance imaging, radiography do not provide all the data necessary to adequately determine the massometric characteristics of the heart parts and their changes with age and in conditions of pathology [6]. Direct, comprehensive, adequate observation of the mass-metric age-related and pathological changes in the heart chambers in humans using modern functional methods is impossible, so it is advisable to study these processes using induced experimental models, which allows for the most complete analysis of morphological changes in this organ. During experimental studies, the role of modelling the pathological state, identifying the timing, causes and mechanisms of the formation of disorders in the heart chambers, their structural elements and components is increasing [6, 7].

The aim of the study.

To determine the age-related patterns of changes in mass parameters of heart parts in laboratory mature white male rats under cobalt intoxication.

Object and research methods.

The study of massometric parameters of heart parts of 120 laboratory mature white male rats, divided into four groups, was carried out. The first group consisted of 30 intact six-month-old experimental animals; the second – 30 similar laboratory male rats aged 24 months; the third – 30 six-month-old experimental animals injected with cobalt chloride; the fourth – 30 24-month-old rats with cobalt chloride intoxication. The chemical agent was administered daily intragastrically to rats at 4 mg/kg doses for 30 days [1]. Animals were euthanised by bleeding under thiopental anaesthesia. In the study

of the organs of experimental animals, no lesions of the cardiovascular, respiratory, endocrine, urinary, reproductive, or nervous systems were found. A thoracotomy was performed, and the heart was isolated from the thoracic cavity and cut into six parts according to a special technique [7, 8].

The left and right ventricles, left and right atria, interventricular and atrial septa were separated. These parts of the heart muscle were weighed separately to determine the mass of the heart (MH), mass of the left (LV) and right (RV) ventricles, left (LA) and right (RA) atria, interventricular septum (IVS), and atrial septum (AS), ventricular indices – MRV/MLV, Fulton's (MLV+IVS)/MRV, atrial (MLA/MRA), percentage of ventricular masses (PLV, PRV), atrial masses (PLA, PRA) and septal masses (PIVS, PAS), heart index – the ratio of MH to body weight of the animal [7, 8]. Histological microsections were made from heart parts [9].

The obtained quantitative indicators were processed statistically. The results were processed at the Department of Systematic Statistical Research of the I. Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine using the STATISTIKA software package. The difference between the comparative values was determined by the Student's criterion [10].

It should be noted that all manipulations and euthanasia of rats were carried out in compliance with the basic principles of working with experimental animals following the provisions of the European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and Other Scientific Purposes (Strasbourg, 1986), the General Ethical Principles of Animal Experiments adopted by the First National Congress of Bioethics (Kyiv, 2001), and the Law of Ukraine on the Protection of Animals from Cruelty (21.02.2006) [11].

Research results and their discussion.

The mass parameters of the heart parts of experimental animals obtained as a result of the study are shown in the **table**. A comprehensive analysis of the obtained quantitative values presented in the **table** showed that they changed significantly with age and under conditions of cobalt chloride intoxication. Thus, in 24-month-old intact laboratory sexually mature white male rats, the masses of the left and right ventricles and atria increased unevenly and disproportionately, which led to changes in the ventricular, atrial and Fulton indices.

In the case of intoxication of laboratory white male rats with cobalt chloride, changes in the mass parameters of heart parts were more pronounced compared to the control groups. Thus, the weight of the heart in the simulated experimental conditions in the 3rd observation group (six-month-old rats injected with cobalt chloride) statistically significantly ($p < 0.001$) increased by 19.7%, the left ventricle by 21.3%, the right ventricle by 16.8%, the left atrium by 18.9%, the right atrium by 15.8%, the interventricular septum by 18.9%, and the atrial septum by 16.6%. In 24-month-old male laboratory rats, the above changes in the mass parameters of heart parts under the influence of cobalt chloride were 32.4%, 38.5%, 26.5%, 30.0%, 24.6%, 27.7%, 19.7% ($p < 0.001$).

The given numerical values indicate that under the modelled experiment's conditions, the heart parts' mass parameters increased unequally. This was confirmed by changes in the ventricular, atrial, and Fulton indices.

Thus, a decrease in the ventricular index, which in the 3rd group of observations statistically significantly ($p<0.01$) decreased by 3.6% and in 24-month-old rats – by 9.6% ($p<0.001$), indicated that the effect of cobalt chloride on the body of animals was dominated by an increase in the mass of the left ventricle compared to the right [8]. The above is also confirmed by an increase in the Fulton index, which increased by 3.4% ($p<0.01$) in six-month-old rats exposed to cobalt chloride and by 6.0% ($p<0.001$) in the 4th group of observations.

The increase in the percentage of left ventricular mass and the decrease in the same morphometric parameter of the right ventricle under these experimental conditions adequately coincided with the above judgement.

Under the influence of cobalt chloride on the body of experimental animals, uneven, unbalanced hypertrophy of the left and right atria was also observed, as indicated by an increase in their mass parameters. A statistically significant ($p<0.01$) increase in the atrial index indicated a dominant increase in the mass of the left atrium compared with the right atrium [7, 8]. It is worth noting that some researchers point out that a violation of the physiological relationship between the masses of the heart parts may be complicated by its dysfunction and even decompensation of the hypertrophied heart [7].

Histologically, vascular disorders characterised by dilatation and full blood flow of predominantly venous vessels, perivascular and stromal oedema, plasmorrhages in the vessel wall and perivascular tissues, dystrophic, apoptotic, necrobiotic changes in cardiomyocytes, endothelial cells, stromal structures, foci of infiltration

Table – Massometric parameters of heart parts of experimental animals ($M\pm m$)

Parameter	Observation group			
	1-st	2-nd	3-rd	4-th
MH, mg	779,2 $\pm$ 11,4	1040,5 $\pm$ 16,1***	932,5 $\pm$ 12,3***	1377,5 $\pm$ 14,1***
MLV, mg	358,9 $\pm$ 5,1	490,2 $\pm$ 7,5***	435,4 $\pm$ 6,6***	678,9 $\pm$ 6,0***
MRV, mg	177,4 $\pm$ 2,1	226,4 $\pm$ 3,3***	207,3 $\pm$ 3,3***	286,4 $\pm$ 3,9***
IVS, mg	164,7 $\pm$ 2,1	220,5 $\pm$ 3,3***	198,1 $\pm$ 2,4***	281,6 $\pm$ 3,6***
MLA, mg	32,70 $\pm$ 0,42	43,90 $\pm$ 0,57***	38,90 $\pm$ 0,45***	57,10 $\pm$ 0,51***
MRA, mg	35,30 $\pm$ 0,45	46,30 $\pm$ 0,60***	40,90 $\pm$ 0,45***	57,70 $\pm$ 0,48***
AS	10,20 $\pm$ 0,06	13,20 $\pm$ 0,12***	11,90 $\pm$ 0,06	15,80 $\pm$ 0,12
VI	0,494 $\pm$ 0,004	0,467 $\pm$ 0,004***	0,476 $\pm$ 0,003**	0,422 $\pm$ 0,004***
FI	2,95 $\pm$ 0,02	3,16 $\pm$ 0,03**	3,05 $\pm$ 0,03*	3,35 $\pm$ 0,03***
HI	0,00410 $\pm$ 0,00003	0,00450 $\pm$ 0,00004**	0,00485 $\pm$ 0,00004***	0,00568 $\pm$ 0,00006***
PLV, %	46,10 $\pm$ 0,33	47,10 $\pm$ 0,36*	46,70 $\pm$ 0,30	49,30 $\pm$ 0,33
PRV, %	22,8 $\pm$ 0,24	21,70 $\pm$ 0,21*	22,20 $\pm$ 0,21*	20,80 $\pm$ 0,18**
PIVS, %	21,10 $\pm$ 0,21	21,20 $\pm$ 0,21	21,20 $\pm$ 0,21	20,40 $\pm$ 0,18*
PLA, %	4,20 $\pm$ 0,04	4,20 $\pm$ 0,04	4,20 $\pm$ 0,04	4,15 $\pm$ 0,03
PRA, %	4,53 $\pm$ 0,04	4,50 $\pm$ 0,05	4,40 $\pm$ 0,04*	4,20 $\pm$ 0,03**
PAS, %	1,30 $\pm$ 0,01	1,30 $\pm$ 0,01	1,30 $\pm$ 0,01	1,15 $\pm$ 0,01***
AI	0,926 $\pm$ 0,012	0,948 $\pm$ 0,12*	0,951 $\pm$ 0,012*	0,989 $\pm$ 0,015**

Notes: *- $p<0,05$; **- $p<0,01$; ***- $p<0,001$ relative to comparison groups.

and sclerosis were observed in parts of the heart. The detected structural changes were dominant in the left ventricle and left atrium in 24-month-old animals and with pronounced changes in ventricular, atrial, and Fulton indices.

Conclusions.

The studies conducted and the results obtained indicate that intoxication of laboratory white male rats with cobalt chloride leads to an uneven, disproportionate increase in the masses of heart parts. This is confirmed by the rise in the massometric parameters of the ventricles and atria, Fulton and atrial indices, and a decrease in the ventricular index. The most pronounced massometric changes dominated in the left ventricle and left atrium of 24-month-old experimental animals.

Prospects for further research.

A comprehensive study of the peculiarities of age-related changes in the massometric characteristics of heart parts under conditions of cobalt chloride intoxication will improve the timely diagnosis, correction and prevention of various heart muscle lesions.

DOI 10.29254/2077-4214-2024-2-173-367-373

УДК 616.36-089.87-06.616-91]-092.9

Гнатюк М. С., Чолач С. Ю., Татарчук Л. В., Стець Н. Я.

ВІКОВІ ЗМІНИ МАСОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЧАСТИН СЕРЦЯ У ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ТВАРИН ПРИ КОБАЛЬТОВІЙ ІНТОКСИКАЦІЇ

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України
(м. Тернопіль, Україна)

hnatjuk@tdmu.edu.ua

Серцево-судинна патологія сьогодні є важливою медичною та соціальною проблемою. Не дивлячись на успіхи в діагностиці, корекції та профілактиці уражень серця, структуру та функцію якого продовжують вивчати морфологи та клініцисти.

Вивчені масометричні параметри частин серця 120 лабораторних статевозрілих білих щурів-самців, які були розділені на чотири групи. Перша група нараховувала 30 інтактних шестимісячних експериментальних тварин, друга – 30 аналогічних лабораторних щурів-самців віком 24 місяці, третя – 30 шестимісячних експериментальних тварин, яким вводили хлорид кобальту, четверта – 30 24-х місячних щурів з інтоксикацією хлоридом кобальту. Вказаний хімічний середник щоденно внутрішньошлунково

вводили щурам в дозі 4 мг/кг протягом 30 днів. Евтаназію тварин виконували кровопусканням в умовах тіопенталового наркозу. Визначали масометричні параметри лівого, правого шлуночків і передсердь, міжшлуночкової та міжпередсердної перегородок, співвідношення між масами камер серця. Кількісні показники обробляли статистично.

Встановлено, що інтоксикація експериментальних тварин хлоридом кобальту призводила до нерівномірної, диспропорційної гіпертрофії частин серця, що супроводжувалося збільшенням їх масометричних параметрів. Введення експериментальним тваринам хлориду кадмію призводило до домінування зростання маси лівого шлуночка та лівого передсердя у 24-х місячних щурів, що підтверджувалося зниженням індексу шлуночків на 9,6%, зростанням індексу Фултона на 6,0%, індексу передсердь – на 4,3%.

Проведені дослідження та отримані результати свідчать, що інтоксикація лабораторних білих щурів-самців хлоридом кобальту призводить до нерівномірного, диспропорційного збільшення мас частин серця, що підтверджують зростання масометричних параметрів шлуночків та передсердь, індексів Фултона та передсердь, зменшення індекса шлуночків. Найвираженіші масометричні зміни домінували у лівому шлуночку та лівому передсерді 24-х місячних експериментальних тварин.

Ключові слова: частини серця, вікові зміни, масометричні параметри, хлорид кобальту

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.

Робота є фрагментом науково-дослідної роботи Тернопільського національного медичного університету ім. І. Я. Горбачевського МОЗ України «Структурно-функціональні закономірності перебігу адаптаційно-компенсаторних процесів в органах та системах при оперативних втручаннях на органах черевної та грудної порожнини в умовах дії токсичних ендогенних та екзогенних факторів» (№ державної реєстрації 0122U000031).

Вступ.

В останні десятиліття відмічається зростання техногенного навантаження на довкілля, в результаті чого в останньому збільшується кількість хімічних речовин та їхніх метаболітів, які негативно впливають на функціонування органів та систем організму. Кобальт та його сполуки широко використовуються в промисловості і можуть попадати в навколишнє середовище. Відомо також, що вказані хімічні середники справляють загально токсичну дію на систему крові, серцево-судинну, дихальну та нервову системи [1].

Серцево-судинні захворювання на сьогодні є найбільш поширені, мають тенденцію до зростання, нерідко призводять до інвалідності та смертності населення у молодому працездатному віці та є важливою медичною та соціальною проблемою [2, 3, 4]. У медико-біологічній літературі існують різні неоднозначні та суперечливі твердження щодо вікового моделювання камер серця при кобальтовій інтоксикації. Деякі дослідники стверджують, що важливими критеріями адекватних оцінок змін частин серцевого м'яза на органному рівні є визначення їх маси. Відомо, що у більшості випадків збільшення масометричних параметрів камер серця є ознаками їх ушкодження [5].

Необхідно вказати, що навіть сучасні методи діагностики такі як ультразвукове дослідження, комп'ютерна томографія, магнітно-резонансна томографія, рентгенографія не дають в повній мірі всіх даних, щодо адекватного повноцінного визначення масометричних характеристик частин серця та їх змін з віком і в умовах патології [6]. Безпосереднє всебічне, адекватне спостереження за масометричною віковою та патологічною перебудовою камер серця у людини при допомозі сучасних функціональних методів неможливе, тому ці процеси доцільно вивчати за допомогою індукованих експеримен-

тальних моделей, що дозволяє найбільш повноцінно аналізувати морфологічні зміни у вказаному органі. Під час проведення експериментальних досліджень збільшується роль моделювання патологічного стану, виявлення термінів, причин та механізмів утворення порушень у камерах серця, їх структурних елементів та компонентів [6, 7].

Мета дослідження.

Визначити вікові закономірності змін масометричних параметрів частин серця у лабораторних статевозрілих білих щурів-самців при кобальтовій інтоксикації.

Об'єкт і методи дослідження.

Проведено вивчення масометричних параметрів частин серця 120 лабораторних статевозрілих білих щурів-самців, які були розділені на чотири групи. Перша група нараховувала 30 інтактних шестимісячних експериментальних тварин, друга – 30 аналогічних лабораторних щурів-самців віком 24 місяці, третя – 30 шестимісячних експериментальних тварин, яким вводили хлорид кобальту, четверта – 30 24-х місячних щурів з інтоксикацією хлоридом кобальту. Вказаний хімічний середник щоденно внутрішньошлуноково вводили щурам в дозі 4 мг/кг протягом 30 днів [1]. Евтаназію тварин виконували кровопусканням в умовах тіопенталового наркозу. При вивченні органів експериментальних тварин уражень серцево-судинної, дихальної, ендокринної, сечовидільної, статевої, нервової систем не виявлено. Здійснювалася торакотомія, виділяли з грудної порожнини серце, яке за спеціальною методикою розрізали на 6 частин [7, 8]. При цьому виділяли лівий та правий шлуночки, ліве та праве передсердя, міжшлуночкову та міжпередсердну перегородки. Проводили окреме зважування вказаних частин серцевого м'яза, визначаючи масу серця (МС), масу лівого (ЛШ) і правого (ПШ) шлуночків, лівого (ЛП) і правого (ПП) передсердь, міжшлуночкової перегородки (ММП), міжпередсердної перегородки (ММПП), індекси шлуночків – МПШ/МЛШ, Фултона – (МЛШ+ММП)/МПШ, передсердь (МЛП/МПП), відсотки мас шлуночків (ВЛШ, ВПШ), передсердь (ВЛП, ВПП) та перегородок (ВМП, ВММПП), індекс серця – відношення МС до маси тіла тварини [7, 8]. З частин серця виготовлялися гістологічні мікропрепарати [9].

Отримані кількісні показники обробляли статистично. Обробка результатів виконана у відділі системних статистичних досліджень Тернопільського

національного медичного університету ім. І. Я. Горбачевського МОЗ України в програмному пакеті STATISTIKA. Різницю між порівнювальними величинами визначали за критерієм Стьюдента [10].

Необхідно вказати, що усі маніпуляції та евтаназію щурів проводили з дотриманням основних принципів роботи з експериментальними тваринами у відповідності з положенням «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» (Страбсбург, 1986 р.), «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених першим національним конгресом з біоетики (Київ, 2001 р.), а також Закону України „Про захист тварин від жорстокого поводження” (від 21.02.2006) [11].

Результати досліджень та їх обговорення.

Отримані в результаті проведеного дослідження масометричні параметри частин серця експериментальних тварин показані в таблиці. Усестороннім аналізом отриманих кількісних величин представлених у вказаній таблиці встановлено, що з віком та в умовах інтоксикації щурів хлоридом кобальту вони виражено змінювалися. Так, у 24-х місячних інтактних лабораторних статевозрілих білих щурів-самців нерівномірно та диспропорційно зростали маси лівого і правого шлуночків та передсердь, що призводило до змін індексів шлуночків, передсердь та індексу Фултона.

При інтоксикації організму лабораторних білих щурів-самців хлоридом кобальту зміни масометричних параметрів частин серця були більш вираженими порівняно з контрольними групами. Так, маса серця у змодельованих умовах експерименту в 3-й групі спостереження (шестимісячні щурі, яким вводили хлорид кобальту) статистично вірогідно ($p < 0,001$) збільшилася на 19,7%, лівого шлуночка – на 21,3%, правого – на 16,8%, лівого передсердя – на 18,9%, правого – на 15,8%, міжшлуночкової перегородки – на 18,9%, міжпередсердної – на 16,6%. У 24-х місячних лабораторних щурів-самців встановлені та наведені вище зміни масометричних показників частин серця під впливом хлориду кобальту відповідно дорівнювали 32,4%, 38,5%, 26,5%, 30,0%, 24,6%, 27,7%, 19,7% ($p < 0,001$).

Наведені цифрові величини свідчать, що в умовах змодельованого експерименту масометричні параметри частин серця збільшувалися неоднаково. Наведене підтверджувалося змінами індекса шлуночків, передсердь, Фултона. Так, зниження індекса шлуночків, який у 3-й групі спостережень статистично достовірно ($p < 0,01$) зменшився на 3,6%, у 24-х місяч-

Таблиця – Масометричні параметри частин серця експериментальних тварин ($M \pm m$)

Параметр	Група спостереження			
	1-а	2-а	3-а	4-а
МС, мг	779,2 $\pm$ 11,4	1040,5 $\pm$ 16,1***	932,5 $\pm$ 12,3***	1377,5 $\pm$ 14,1***
МЛШ, мг	358,9 $\pm$ 5,1	490,2 $\pm$ 7,5***	435,4 $\pm$ 6,6***	678,9 $\pm$ 6,0***
МПШ, мг	177,4 $\pm$ 2,1	226,4 $\pm$ 3,3***	207,3 $\pm$ 3,3***	286,4 $\pm$ 3,9***
ММП, мг	164,7 $\pm$ 2,1	220,5 $\pm$ 3,3***	198,1 $\pm$ 2,4***	281,6 $\pm$ 3,6***
МЛП, мг	32,70 $\pm$ 0,42	43,90 $\pm$ 0,57***	38,90 $\pm$ 0,45***	57,10 $\pm$ 0,51***
МПП, мг	35,30 $\pm$ 0,45	46,30 $\pm$ 0,60***	40,90 $\pm$ 0,45***	57,70 $\pm$ 0,48***
ММПП	10,20 $\pm$ 0,06	13,20 $\pm$ 0,12***	11,90 $\pm$ 0,06	15,80 $\pm$ 0,12
ІШ	0,494 $\pm$ 0,004	0,467 $\pm$ 0,004***	0,476 $\pm$ 0,003**	0,422 $\pm$ 0,004***
ІФ	2,95 $\pm$ 0,02	3,16 $\pm$ 0,03**	3,05 $\pm$ 0,03*	3,35 $\pm$ 0,03***
ІС	0,00410 $\pm$ 0,00003	0,00450 $\pm$ 0,00004**	0,00485 $\pm$ 0,00004***	0,00568 $\pm$ 0,00006***
ВЛШ, %	46,10 $\pm$ 0,33	47,10 $\pm$ 0,36*	46,70 $\pm$ 0,30	49,30 $\pm$ 0,33
ВПШ, %	22,8 $\pm$ 0,24	21,70 $\pm$ 0,21*	22,20 $\pm$ 0,21*	20,80 $\pm$ 0,18**
ВМП, %	21,10 $\pm$ 0,21	21,20 $\pm$ 0,21	21,20 $\pm$ 0,21	20,40 $\pm$ 0,18*
ВЛП, %	4,20 $\pm$ 0,04	4,20 $\pm$ 0,04	4,20 $\pm$ 0,04	4,15 $\pm$ 0,03
ВПП, %	4,53 $\pm$ 0,04	4,50 $\pm$ 0,05	4,40 $\pm$ 0,04*	4,20 $\pm$ 0,03**
ВММПП, %	1,30 $\pm$ 0,01	1,30 $\pm$ 0,01	1,30 $\pm$ 0,01	1,15 $\pm$ 0,01***
ІПр	0,926 $\pm$ 0,012	0,948 $\pm$ 0,12*	0,951 $\pm$ 0,012*	0,989 $\pm$ 0,015**

Примітки: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$ відносно груп порівняння.

них щурів – на 9,6% ($p < 0,001$), свідчило, що при дії на організм тварин хлориду кобальту переважало зростання маси лівого шлуночка порівняно з правим [8]. Підтвердженням наведеного вище є також збільшення індекса Фултона, який при дії на організм шестимісячних щурів хлориду кобальту зріс на 3,4% ($p < 0,01$), а у 4-й групі спостережень – на 6,0% ($p < 0,001$).

Збільшення у даних експериментальних умовах відсотку маси лівого шлуночка і зменшення аналогічного морфометричного параметра правого шлуночка адекватно співпадав із наведеним вище судженням.

При дії на організм експериментальних тварин хлориду кобальту відмічалася також нерівномірна, незбалансована гіпертрофія лівого та правого передсердь, на що вказувало зростання їх масометричних параметрів. Статистично вірогідне ($p < 0,01$) збільшення при цьому індекса передсердь свідчило про домінуюче зростання маси лівого передсердя порівняно з правим [7, 8]. Варто вказати, що деякі дослідники вказують, що порушення фізіологічних відношень між масами частин серця може ускладнитися його дисфункцією і навіть декомпенсацією гіпертрофованого серця [7].

Гістологічно в частинах серця відмічалися судинні розлади, які характеризувалися розширенням та повнокров'ям переважно венозних судин, перивазальні та стромальні набряки, плазморагії в стінці судин та периваскулярних тканинах, дистрофічні, апоптичні, некробіотичні зміни кардіоміоцитів, ендотеліоцитів, стромальних структур. осередки інфільтрації та склерозування. Виявлені структурні зміни домінували у лівому шлуночку та лівому передсерді у 24-місячних тварин та при виражених змінах індексів шлуночків, передсердь, Фултона.

Висновки.

Проведені дослідження та отримані результати свідчать, що інтоксикація лабораторних білих щурів-самців хлоридом кобальту призводить до нерівномірного, диспропорційного збільшення мас частин

серця, що підтверджують зростання масометричних параметрів шлуночків та передсердь, індексів Фултона та передсердь, зменшення індекса шлуночків. Найвираженіші масометричні зміни домінували у лівому шлуночку та лівому передсерді 24-х місячних експериментальних тварин.

Перспективи подальших досліджень.

Всебічне вивчення особливостей вікових змін масометричних характеристик частин серця в умовах інтоксикації хлоридом кобальту сприятиме покращенню своєчасної діагностики, корекції та профілактики різних уражень серцевого м'язу.

References / Література

1. Sataieyva TP, Zadnipyryan IV, Zukov W. Toxic cardiac effect of cobalt chloride excessive chronic consumption in male Wistar rats. Ecological question. 2019;3:25-32. DOI: <http://dx.doi.org/10.12775/EQ.2019.016>.
2. Akin I, Nienaber C. Prediction of aortic dissection. Heart. 2020;106(12):870-871. DOI: <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2020-316617>.
3. Amzulescu M, Slavich M, Florian A, Goetschalckx K. Does two-dimensional image reconstruction from three-dimensional full volume echocardiography improve the assessment of left ventricular morphology and function? Echocardiography. 2013;30:55-63.
4. Kuzyk Yul. Features of the pathomorphological structure of the atherosclerotic plaques of carotid atherosclerosis. Pathologia. 2019;3:355-361. DOI: <https://doi.org/10.14739/2310-1237.2019.3.188872>.
5. Vlasuk TI, Zhurakivska OY. Prospects for the use of exenatide in the correction of experimental diabetic cardiomyopathies. The Pharma Innovation Journal. 2018;7(9):35-40.
6. Mishalov VD, Tverdokhliv IV, Yurchenko VT. Pravove ta zakonodavche obhruntuvannya poriadku vyluchennia biolohichnykh obektiv vid trupa liudyny dlia naukovykh doslidzhen z anatomii, histolohii, tsytolohii. Morphologia. 2016;10(1):107-110. [in Ukrainian].
7. Hnatjuk MS, Monastyrskya NYa, Gdanska NM, Tatarchuk LV., Yasinovskiy OB. Morfometrychna otsinka osoblyvosti remodeliuvannya arterii shlunochkiv sertsia v umovakh postrezektsiinoi portalnoi hipertenzii. Visnyk medychnykh i biolohichnykh doslidzhen. 2022;1:14-16 DOI: <https://doi.org/10.11603/bmbr.2706-6290.2022.1.12815>. [in Ukrainian].
8. Gdanska NYa, Hnatjuk MS, Tatarchuk LV, Konovalenko SO, Tsytsiura RI. Masometrychna kharakterystyka kamer sertsia pry postrezektsiinoi portalnoi hipertenzii. Zdobutky klinichnoi i eksperymentalnoi medytsyny. 2021;3:63-67. DOI: <https://doi.org/10.11603/1811-2471.2021.v.i3.12509>. [in Ukrainian].
9. Bahrii MM, Dibrova VA, Popadynets OH, Hryshchuk MI. Metodyky morfologichnykh doslidzhen. Vinnytsia: Nova knyha; 2016. 328 s. [in Ukrainian].
10. Festing M, Nevalainen T. The design and statistical analysis of animal experiments introduction to this issue. Ilar J. 2014;55(3):379-372.
11. Zaporozhan VM, Ariaiev ML. Bioetyka i biobezpeka. Kyiv: Zdorovia; 2013. 456 s. [in Ukrainian].

ВІКОВІ ЗМІНИ МАСОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЧАСТИН СЕРЦЯ У ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ТВАРИН ПРИ КОБАЛЬТОВІЙ ІНТОКСИКАЦІЇ

Гнатюк М. С., Чолач С. Ю., Татарчук Л. В., Стець Н. Я.

Резюме. Хвороби серця і судин є найбільш розповсюдженими, мають тенденцію до зростання і представляють важливу медичну та соціальну проблему. Варто вказати, що до сьогоднішнього дня морфологи і клініцисти продовжують вивчати структуру та функцію серцевого м'язу. Частина дослідників стверджують, що важливими критеріями адекватних оцінок змін частин серцевого м'язу на органному рівні є визначення їх маси. При цьому в переважній більшості випадків зростання масометричних параметрів камер серця є ознаками їх ушкодження.

Мета дослідження – визначити вікові закономірності змін масометричних параметрів частин серця у лабораторних статевозрілих білих щурів-самців при кобальтовій інтоксикації.

Об'єкт і методи дослідження. Досліджені масометричні параметри частин серця 4-х груп 120 білих щурів-самців. Перша група нараховувала 30 інтактних шестимісячних експериментальних тварин, друга – 30 аналогічних лабораторних щурів-самців віком 24 місяці, третя – 30 шестимісячних експериментальних тварин, яким вводили хлорид кобальту, четверта – 30 24-х місячних щурів з інтоксикацією хлоридом кобальту, який щоденно внутрішньошлунково вводили щурам в дозі 4 мг/кг протягом 30 днів. Евтаназію тварин виконували кровопусканням в умовах наркозу. В серці виділяли та зважували лівий та правий шлуночки, ліве та праве передсердя, міжшлуночкову та міжпередсердну перегородки, визначали індекси шлуночків, передсердь, Фултона та відсотки мас частин серця. Кількісні показники обробляли статистично.

Результати дослідження та їх обговорення. Встановлено, що введення лабораторним білим щурам-самцям хлориду кобальту призводить до вираженого нерівномірного незбалансованого зростання мас лівого, правого шлуночків, передсердь, міжшлуночкової та міжпередсердної перегородок. Найвираженіше збільшувалися маси лівого шлуночка та лівого передсердя, що підтверджувалося індексами шлуночків, передсердь, Фултона. Індекс шлуночків у шестимісячних щурів зменшився на 3,6% ($p < 0,01$), індекс Фултона зріс на 3,4% ($p < 0,01$), індекс передсердь – на 2,7% ($p < 0,05$), у 24-х місячних експериментальних тварин – наведені морфометричні параметри відповідно змінилися – на 9,6%, 6,0% та 4,3% ($p < 0,001$).

Ключові слова: частини серця, вікові зміни, масометричні параметри, хлорид кобальту.

AGE CHANGES IN MASOMETRICAL PARAMETERS OF HEART PARTS IN EXPERIMENTAL ANIMALS WITH COBALT INTOXICATION

Hnatyuk M. S., Cholach S. Yu., Tatarchuk L. V., Stets N. Ya.

Abstract. Diseases of the heart and blood vessels are the most widespread, tend to increase and represent an important medical and social problem. It should be noted that to this day morphologists and clinicians continue to study the structure and function of the heart muscle. Some researchers claim that the determination of their mass is an important criterion for adequate evaluation of changes in parts of the heart muscle at the organ level. At the same time, in the vast majority of cases, an increase in the massometric parameters of the heart chambers is a sign of their damage.

The purpose of the research – to study the age-related patterns of changes in massometric parameters of heart parts in laboratory sexually mature white male rats with cobalt intoxication.

Methods and Material. The massometric parameters of the parts of the heart of 4 groups of 120 male white ferrets were studied. The first group consisted of 30 intact six-month-old experimental animals, the second – 30 similar laboratory male rats aged 24 months, the third – 30 six-month-old experimental animals injected with cobalt chloride, the fourth – 30 24-month-old rats with intoxication with cobalt chloride, which was administered intragastrically daily rats at a dose of 4 mg/kg for 30 days. Animals were euthanized by bloodletting under anesthesia. In the heart, the left and right ventricles, left and right atria, interventricular and interatrial septa were isolated and weighed, ventricular, atrial, Fulton indices and percentages of the masses of heart parts were determined. Quantitative indicators were processed statistically.

Results and Discussion. It was established that the administration of cobalt chloride to white male laboratory rats leads to a pronounced uneven, unbalanced growth of fat in the left and right ventricles, atria, interventricular and interatrial septa. The masses of the left ventricle and the left atrium increased the most, which was confirmed by the indices of the ventricles, atria, and Fulton. The ventricular index in six-month-old rats decreased by 3.6% ($p < 0.01$), the Fulton index increased by 3.4% ($p < 0.01$), the atrial index – by 2.7% ($p < 0.05$), in 24-month-old experimental animals – the given morphometric parameters changed accordingly – by 9.6%, 6.0% and 4.3% ($p < 0.001$).

Key words: parts of the heart, age changes, massometric parameters, cobalt chloride.

ORCID and contributionship / ORCID кожного автора та їх внесок до статті:

Hnatjuk M. S.: <https://orcid.org/0000-0002-4110-5568>^{ADEF}

Cholach S. Yu.: <https://orcid.org/0000-0002-2457-125X>^{ADE}

Tatarchuk L. V.: <https://orcid.org/0000-0002-4678-4205>^{BCF}

Stets N. Ja.: <https://orcid.org/0000-0003-2799-0895>^{ABDF}

Conflict of interest / Конфлікт інтересів:

The authors declare no conflict of interest. / Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Corresponding author / Адреса для кореспонденції

Hnatjuk Mykhaylo Stepanovych / Гнатюк Михайло Степанович

I. Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine / Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України

Ukraine, 46001, Ternopil, 1 Maydan Voli str. / Адреса: Україна, 46001, м. Тернопіль, вул. Майдан Волі 1

Tel.: +380674765285 / Тел.: +380674765285

E-mail: hnatjuk@tdmu.edu.ua

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis, C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article, E – Critical review, F – Final approval of the article / A – концепція роботи та дизайн, B – збір та аналіз даних, C – відповідальність за статичний аналіз, D – написання статті, E – критичний огляд, F – остаточне затвердження статті.

Received 16.12.2023 / Стаття надійшла 16.12.2023 року

Accepted 28.04.2024 / Стаття прийнята до друку 28.04.2024 року

DOI 10.29254/2077-4214-2024-2-173-373-381

UDC 611.819.5.013:612.08

¹Zyuzin D. V., ¹Pshychenko V. V., ¹Havryliuk I. M., ²Cherno V. S.

**ASPATIAL ORGANIZATION AND MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS
OF THE CAVERN SINUS OF THE DOG (CANIS FAMILIARIS)**

¹Petro Mohyla Black Sea National University (Mykolaiv, Ukraine)

²Poltava State Medical University (Poltava, Ukraine)

cherno1965@gmail.com

Functional features of blood and cerebrospinal fluid circulation through the dura venous sinuses depend on anastomotic connections with intracranial and extracranial venous systems. The spatial and structural organisation of the dog's sinuses is not well understood, especially the sinuses of the skull base. Three main types of blood outflow have been identified in mammals, which means that each type has its own mechanism and conditions for the development of pathological processes of blood supply to the dog brain. Our results can also be considered as an experimental model of scientific research.

The work aimed to establish the macroscopic morphological features of the dog cavernous sinus.

To achieve this goal, we used corrosion preparations of the venous bed of helpless dogs. The models were scanned, and their 3-D images were obtained, which made it possible to establish comprehensive morphometric parameters. We used an approximation method followed by statistical analysis of the data.

The corrosive preparations showed that the cavernous sinus in dogs is represented by right and left longitudinal canals, which are rostrally anastomosed to the ophthalmic veins. The latter, in turn, are directed to the orbit, where they flow into the orbital venous plexus. Around the sella turcica, the right and left canals are connected by intercavernous anastomoses - rostral and caudal, which may be absent.