

ВІКОВІ ЗМІНИ МАСОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЧАСТИН СЕРЦЯ В ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ТВАРИН

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

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України

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

Мета – вивчити вікові закономірності змін масометричних параметрів частин серця у лабораторних статевозрілих білих щурів-самців.

Матеріал і методи. Проведено окреме зважування частин серця 32 лабораторних статевозрілих білих щурів-самців, які були поділені на дві групи. Перша група нараховувала 15 вказаних шестимісячних експериментальних тварин, друга – 17 лабораторних щурів-самців віком 24 місяці. Евтаназію тварин виконували кровопусканням в умовах тіопенталового наркозу. Серце розрізали на шість частин: лівий, правий шлуночки, ліве, праве передсердя, міжшлуночкова та міжпередсердна перегородки. Проводили окреме зважування вказаних частин серцевого м'яза, визначаючи масу серця, масу лівого і правого шлуночків, лівого і правого передсердь, міжшлуночкової перегородки, міжпередсердної перегородки, індекси шлуночків, Фултона, передсердь, відсотки мас шлуночків, передсердь та перегородок, індекс серця. Кількісні показники обробляли статистично.

Результати. Виявлено, що з віком виникає нерівномірна, диспропорційна гіпертрофія частин серця. Встановлено, що маса серця з віком у щурів зросла на 33,5 %, лівого шлуночка – на 36,6 %, правого – на 27,6 %, лівого передсердя – на 34,2 %, правого – на 31,1 % ($p < 0,001$). Виразено змінювалися відношення між масами частин серцевого м'яза, які адекватно відображали індекс шлуночків, передсердь, Фултона. Останній та індекс передсердь зросли відповідно на 7,1 % і 2,3 %, індекс шлуночків зменшився на 5,5 % ($p < 0,001$).

Висновки. Проведеними дослідженнями встановлено, що у лабораторних статевозрілих білих щурів-самців з віком виникає нерівномірна диспропорційна гіпертрофія частин серця, яка характеризується збільшенням їх мас із вираженим домінуючим зростанням маси лівого шлуночка та лівого передсердя, істотним порушенням відношень між масами лівого та правого шлуночків, лівого та правого передсердь.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: частини серця; вікові зміни; масометрія.

Вступ. Серцево-судинні захворювання на сьогодні є важливою медико-соціальною проблемою, оскільки вони найбільш поширені, мають тенденцію до зростання, нерідко призводять до інвалідності та смертності населення у молодому працездатному віці [6, 7, 9, 12]. У медико-біологічній літературі існують різні неоднозначні та суперечливі твердження щодо вікового ремоделювання камер серця. 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 [3].

Необхідно вказати, що навіть сучасні методи діагностики, такі як ультразвукове дослідження, комп'ютерна томографія, магнітно-резонансна томографія, рентгенографія не дають повноти всіх даних щодо адекватного повноцінного визначення масометричних характеристик частин серця та їх змін з віком і в умовах патології [8]. Безпосереднє спостереження за масометричною віковою та патологічною перебудовою камер серця у людини неможливе, тому ці процеси доцільно вивчати за допомогою індукованих експериментальних моделей, що дозволяє найповноцініше 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.

Мета – вивчити вікові закономірності змін масометричних параметрів частин серця у лабораторних статевозрілих білих щурів-самців.

Матеріал і методи дослідження. Проведено окреме зважування частин серця 32 лабораторних статевозрілих білих щурів-самців, які були поділені на дві групи. Перша група нараховувала 15 вказаних шестимісячних експериментальних тварин, друга – 17 лабораторних щурів-самців віком 24 місяці. Евтаназію тварин виконували кровопусканням в умовах тіопенталового наркозу. При вивченні органів експериментальних тварин уражень серцево-судинної, дихальної, ендокринної, сечовидільної, статевої, нервової систем не виявлено. Здійснювали торакотомію, з грудної порожнини виділяли серце, яке за спеціальною методикою розрізали на 6 частин [3]. При цьому виділяли лівий та правий шлуночки, ліве та праве передсердя, міжшлуночкову та передсердну перегородки. Проводили окреме зважування вка-

заних частин серцевого м'язу, 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. З частин серця виготовляли гістологічні мікропрепарати [1, 2].

Отримані кількісні показники обробляли статистично. Обробка результатів виконана у відділі системних статистичних досліджень Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України в програмному пакеті STATISTICA. Різницю між порівнюваними 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 «Європей-

ської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» (Страсбург, 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) [5].

Результати й обговорення. Отримані в результаті проведеного дослідження масометричні параметри частин серця представлені в таблиці 1. Усестороннім аналізом кількісних масометричних показників частин серцевого м'язу встановлено, що з віком вони суттєво змінювалися. Так, маса серця у 24-місячних лабораторних статевозрілих білих щурів-самців зросла з (779,2±11,4) мг до (1040,5±16,1) мг. Наведені кількісні морфологічні показники статистично достовірно ($p < 0,001$) відрізнялися між собою. При цьому маса серця в експериментальних тварин другої групи виявилася більшою на 33,5 %. Знайдене вказувало на гіпертрофію серцевого м'язу, що підтверджувалося зростанням на 9,7 % ($p < 0,01$) індексу серця.

Таблиця 1. Масометричні параметри частин серця експериментальних тварин ($M \pm m$)

Параметр	Група спостереження	
	перша	друга
МС, мг	779,2±11,4	1040,5±16,1***
МЛШ, мг	358,9±5,1	490,2±7,5***
МПШ, мг	177,4±2,1	226,4±3,3***
ММП, мг	164,7±2,1	220,5±3,3***
МЛП, мг	32,70±0,42	43,90±0,57***
МПП, мг	35,30±0,45	46,30±0,60***
ММПП	10,20±0,06	13,20±0,12***
ІШ	0,494±0,004	0,467±0,004***
ІФ	2,95±0,02	3,16±0,03**
ІС	0,00410±0,00003	0,00450±0,00004**
ВЛШ, %	46,10±0,33	47,10±0,36*
ВПШ, %	22,8±0,24	21,70±0,21*
ВМП, %	21,10±0,21	21,20±0,21
ВЛП, %	4,20±0,04	4,20±0,04
ВПП, %	4,53±0,04	4,50±0,05
ВММПП, %	1,30±0,01	1,30±0,01
ІПр	0,926±0,012	0,948±0,12*

Примітка. * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

У даних експериментальних умовах змінювалися також масометричні показники лівого та правого шлуночків. Так, маса лівого шлуночка у 24-х місячних лабораторних статевозрілих білих щурів-самців з вираженою статистично достовірною різницею ($p < 0,001$) збільшилася на 36,6 %, порівняно із шестимісячними тваринами, а маса правого шлуночка – на 27 % ($p < 0,001$).

Нерівномірне, диспропорційне зростання мас шлуночків серця призводило до змін відношень між ними, що адекватно відображали індекс шлуночків та індекс Фултона. При цьому індекс шлуночків статистично достовірно ($p < 0,001$) зменшився з (0,494±0,004) до (0,467±0,004), тобто на 5,5 %, а індекс Фултона зріс на 7,2 %. Виявлені зміни індексу шлуночків та індексу Фултона

свідчили про переважно вікову гіпертрофію лівого шлуночка. Домінуюче збільшення маси лівого шлуночка можна пояснити віковою структурною перебудовою артеріальних судин органів, яка характеризується потовщенням стінки артерій, звуженням їх просвіту, зниженням пропускної здатності, що призводить до зростання судинного опору в великому колі кровообігу та посиленої роботи вказаної камери серця [4].

Проведені дослідження та аналіз їх результатів свідчать, що з віком зростала також маса передсердь. Так, маса лівого передсердя у 24-місячних лабораторних статевозрілих щурів-самців статистично достовірно ($p < 0,001$) збільшилася з $(32,70 \pm 0,42)$ мг до $(43,90 \pm 0,57)$ мг, тобто на 34,2 %. Маса правого передсердя при цьому з вираженою статистично достовірною різницею ($p < 0,001$) зросла на 31,1 %. Індекс передсердь при цьому збільшився з $(0,926 \pm 0,012)$ до $(0,948 \pm 0,012)$, тобто на 2,4 % ($p < 0,05$), вказуючи на дещо домінуючу вікову гіпертрофію лівого передсердя. Виражене порушення відношень між масометричними параметрами камер серця в умовах патології може ускладнюватися його дисфункцією [3, 11].

У 24-місячних лабораторних статевозрілих білих щурів-самців зростали також маси міжшлуночкової та міжпередсердної перегородки. Так, маса міжшлуночкової перегородки при цьому збільшилася з $(164,7 \pm 2,1)$ мг до $(220,5 \pm 3,3)$ мг,

тобто на 33,9 % ($p < 0,001$), а маса міжпередсердної перегородки – на 29,4 % ($p < 0,001$).

Вікове переважаюче зростання маси лівого шлуночка порівняно з правим підтверджувалося також змінами відсотків мас шлуночків. Виявлено, що у досліджуваних експериментальних умовах відсоток маси лівого шлуночка зріс на 2,2 % ($p < 0,05$), а правого зменшився на 3,5 % ($p < 0,05$). Відсотки мас лівого та правого передсердь у 24-місячних лабораторних статевозрілих білих щурів-самців змінювалися у меншому ступені, порівняно із шлуночками. При світлооптичному дослідженні мікропрепаратів частин серця морфологічних змін та ушкоджень кардіоміоцитів, ендотеліоцитів, стромальних структур не виявлено.

Висновки. Проведеними дослідженнями встановлено, що у лабораторних статевозрілих білих щурів-самців з віком виникає нерівномірна диспропорційна гіпертрофія частин серця, яка характеризується збільшенням їх мас з вираженим домінуючим зростанням маси лівого шлуночка та лівого передсердя, істотним порушенням відношень між масами лівого та правого шлуночків, лівого та правого передсердь.

Перспективи подальших досліджень. Усе-стороннє дослідження особливостей вікових змін масометричних параметрів частин серця сприятиме покращенню своєчасної діагностики, корекції та профілактики патологічних пошкоджень серцевого м'яза.

ЛІТЕРАТУРА

1. Методики морфологічних досліджень / М. М. Бягрий, В. А. Діброва, О. Г. Попадинець, І. М. Гришук. – Вінниця : Нова книга, 2016. – 240 с.
2. Варенюк І. М. Методи цито-гістологічної діагностики / І. М. Варенюк, М. Е. Держинський. – Київ : Інтерсервіс, 2019. – 256 с.
3. Особливості ремоделювання камер серця залежно від типів центральної гемодинаміки / М. С. Гнатюк, О. Б. Слабий, П. А. Гасюк // Світ медицини і біології. – 2016. – № 4 (58). С. 124–127.
4. Гнатюк М. С. Морфометричні аспекти вікових структурних змін артерій сечівника / М. С. Гнатюк, С. О. Нестерук, Л. В. Татарчук, Н. Я. Монастирська // Вісник медичних і біологічних досліджень. – 2021. – № 3 (9). – С. 12–16. DOI: 10.11603/bmbr.2706-6290/2023.3.8
5. Запорожан В. М. Біоетика та біобезпека / В. М. Запорожан, М. Л. Аряєв. – Київ : Здоров'я, 2013. – 456 с.
6. Надрага Б. О. Імуногістохімічні дослідження серцевого м'яза щура за умов експериментальної ішемії / Б. О. Надрага, Х. І. Струс, А. М. Яценко, О. Д. Луцик // Acta Medica Leopoliensia. – 2020. – № 1 (26). – С. 11–20.
7. Akin I. Prediction of aortic dissection / I. Akin, C. Nienaber // Heart. – 2020. – Vol. 106, No. 12. – P. 870–871. DOI: 10.1136/heartjnl-2020-316617.
8. Does two-dimensional image reconstruction from three-dimensional full volume echocardiography improve the assessment of left ventricular morphology and function? / M. Amzulescu, M. Slavich, A. Florian, K. Goetschalckx // Echocardiography. – 2013. – Vol. 30, No. 1. – P. 55–63. DOI: 10.1111/j.1540-8175.2012.01800.x.
9. Kuzyk Yu. I. Features of the pathomorphological structure of the atherosclerotic plaques of carotid atherosclerosis / Yu. I. Kuzyk // Pathologia. – 2019. – No. 3. – P. 355–361. DOI: 10.14739/2310-1237.2019.3.188872.
10. Petrie A. Medical statistics at a Glance. 4th ed. / A. Petrie, C. Sabin. – New York: Wiley, 2019. – 456 p.
11. Vlasiuk T. I. Prospects for the use of exenatide in the correction of experimental diabetic cardiomyopathies / T. I. Vlasiuk, O. Y. Zhurakivska // The Pharma Innovation Journal. – 2018. – No. 7 (9). – P. 35–40.
12. Role of endothelial dysfunction in heart failure / C. Zuchi, I. Tritto, E. Carluccio, C. Mattei // Heart failure reviews. – 2020. – Vol. 25, No. 1. – P. 21–30.

REFERENCES

1. Bahrii, M.M., Dibrova, V.A., Popadynets, O.H., & Hryshchuk, M.I. (2016). *Metodyky morfolohichnykh doslidzhen [Methods of morphological research]*. Vinnytsia: Nova knyha [in Ukrainian].
2. Vareniuk, I.M., & Dzerzhynskiy, M.E. (2019). *Metody tsyto-histolohichnoi diahnostryky [Methods of cyto-histological diagnosis]*. Kyiv: Interservis [in Ukrainian].
3. Hnatiuk, M.S., Slabyi, O.B., & Hasiuk, P.A. (2016). Osoblyvosti remodeliuvannia kamer sertsia zalezno vid typiv tsentralnoi hemodynamiky [Features of heart chamber remodeling depending on the types of central hemodynamics]. *Svit medytsyny i biolohii – World of Medicine and Biology*, 4(58), 124-127 [in Ukrainian].
4. Hnatiuk, M.S., Nesteruk, S.O., Tatarчук, L.V., & Monastyrська, N.Ya. (2021). Morfometrychni aspekty vikovykh strukturnykh zmin arterii sechivnyka [Morphometric aspects of age-related structural changes of the ureteral arteries]. *Visnyk medychnykh i biolohichnykh doslidzhen – Bulletin of problems in biology and medicine*, 3(9), 12-16 [in Ukrainian]. DOI: 10.11603/ bmb.2706-6290/2023.3.8.
5. Zaporozhyan, V.M., & Aryaev, M.L. (2013). *Bioetyka i biobezpeka [Bioethics and biosafety]*. Kyiv: Zdorovia [in Ukrainian].
6. Nadraha, B.O., Strus, Kh.I., Yashchenko, A.M., & Lutsyk, O.D. (2020). Immunohistokhimichni doslidzhenia sertsevoho miazha shchura za umov eksperymentalnoi ishemii [Immunohistochemical studies of rat heart muscle under conditions of experimental ischemia]. *Acta Medica Leopoliensia*, 1(26), 11-20 [in Ukrainian].
1. Akin, I., & Nienaber, C. (2020). Prediction of aortic dissection. *Heart*, 106(12), 870–871. DOI: 10.1136/heartjnl-2020-316617.
2. Amzulescu, M., Slavich, M., Florian, A., & Goetschalckx, K. (2013). Does two-dimensional image reconstruction from three-dimensional full volume echocardiography improve the assessment of left ventricular morphology and function? *Echocardiography*, 30(1), 55-63. DOI: 10.1111/j.1540-8175.2012.01800.x.
3. Kuzyk, Yu.I. (2019). Features of the pathomorphological structure of the atherosclerotic plaques of carotid atherosclerosis. *Pathologia*, 3, 355-361. DOI: 10.14739/2310-1237.2019.3.188872.
4. Petrie, A., & Sabin, C. (2019). *Medical statistics at a Glance*. 4th ed. New York: Wiley.
5. Vlasiuk, T.I., & Zhurakivska, O.Y. (2018). Prospects for the use of exenatide in the correction of experimental diabetic cardiomyopathies. *The Pharma Innovation Journal*, 7(9), 35-40.
6. Zuchi, C., Tritto, I., Carluccio, E., & Mattei, C. (2020). Role of endothelial dysfunction in heart failure. *Heart failure reviews*, 25(1), 21-30.

AGE CHANGES OF MASOMETRICAL PARAMETERS OF HEART PARTS IN EXPERIMENTAL ANIMALS

©M. S. Hnatiuk, S. Yu. Cholach, L. V. Tatarчук, N. Ya. Stets

I. Horbachevsky Ternopil National Medical University

SUMMARY. Cardiovascular pathology is an important medical and social problem today. Despite the progress in the diagnosis and correction of heart lesions, the structure and function of which continue to be studied by morphologists and clinicians.

The aim – to study the age-related patterns of changes in massometric parameters of heart parts in laboratory sexually mature white male rats.

Material and Methods. Separate weighing of heart parts of 32 laboratory sexually mature white male rats, which were divided into two groups, was carried out. The first group consisted of 15 specified six-month-old experimental animals, the second – 17 24-month-old male laboratory rats. Animals were euthanized by bloodletting under thiopental anesthesia. The heart was cut into six parts: left, right ventricles, left, right atrium, interventricular and interatrial septa. We carried out separate weighing of specified parts of heart muscle, determining the weight of heart, the weight of left and right ventricles, the left and right atrium, the interventricular septum, the interatrial septum, the indices of ventricles, Fulton, atria, the percents of ventricular masses, atria and septa, the index of the heart. Quantitative indicators were processed statistically.

Results. Uneven, disproportionate hypertrophy of parts of the heart occurs with age. The weight of heart increased by 33.5 %, left ventricle – by 36.6 %, right – by 27.6 %, left atrium – by 34.2 %, right – by 31.1 % ($p < 0.001$). The ratio between the masses of parts of heart muscle, which adequately reflected the index of the ventricles, atria, and Fulton, changed significantly. The latter and the atrial index increased by 7.1 % and 2.3 %, respectively, the ventricular index decreased by 5.5 % ($p < 0.001$).

Conclusions. The conducted studies established that with age in laboratory sexually mature white male rats, an uneven disproportional hypertrophy of heart parts occurs, which is characterized by an increase in their mass with a pronounced dominant increase in mass of left ventricle and left atrium, a significant violation of ratio between masses of the left and right ventricles, left and right atrium.

KEY WORDS: parts of the heart; age changes; massometry.

Отримано 11.01.2024

Електронна адреса для листування: hnatiuk@tdmu.edu.ua