

УДК 616.12-071.3-02:612.13-092.9

М.Ф.Коврига, М.С.Гнатюк, Ю.О.Данилевич

Державний вищий навчальний заклад "Тернопільський державний медичний університет імені І.Я.Горбачевського МОЗ України", м. Тернопіль

ЗАЛЕЖНІСТЬ ПРОСТОРОВОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВІДДІЛІВ СЕРЦЯ ВІД ТИПІВ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ГЕМОДИНАМІКИ

Резюме. Метою даної роботи стало вивчення особливостей просторової будови камер здорового серця при різних типах центральної гемодинаміки. Досліджені серця практично здорових білих щурів-самців, які відповідно до трьох типів серцевої гемодинаміки були розподілені на групи. Вивчена динаміка планіметричних та об'ємних показників камер серця. Встановлено, що площа ендокардіальної поверхні правих камер серця перевищувала аналогічний морфометричний параметр лівих камер (у 1,2 раза у всіх групах спостереження). Об'ємні характеристики лівого шлуночка серця були меншими, порівняно з правим (ОРЛШ перевищував показник лівого шлуночка у 1,5 рази, ОРПШ був більшим від ОРЛШ у 2 рази). Просторові характеристики домінували у дослідних тварин з гіперкінетичним типом гемодинаміки.

Ключові слова: типи центральної гемодинаміки, камери серця, морфометрія.

Відомо, що структура неураженого та ураженого серця залежить від ряду екстракардіальних факторів (вегетативний гомеостаз та типи гемодинаміки), які також впливають на перебіг хвороб серцевого м'яза, визначають їх ускладнення та прогноз [1, 2]. Серцева гемодинаміка відіграє основне місце у характеристиці циркуляції крові в організмі, визначенні його стану, відхиленні системи від норми та ефективності її лікування [3].

За останні роки у фізіології кровообігу та клінічній кардіології інтенсивно впроваджується типологічний підхід до оцінки центральної гемодинаміки. Численні дослідження довели, що серцева гемодинаміка здорових людей може бути розподілена на три типи: гіпокінетичний, еукінетичний та гіперкінетичний, які являють собою варіанти норми [4]. В основі поділу на вказані типи гемодинаміки лежить основний показник характеристики кровообігу – серцевий індекс (СІ), який визначається відношенням хвилинного об'єму кровотоку до одиниці поверхні тіла.

Більшість захворювань серцево-судинної системи супроводжується порушеннями системної гемодинаміки, а корекція цих порушень здійснюється, як правило, без врахування її типологічних особливостей. Так, досить часто гіперкінетичний тип центральної гемодинаміки погіршує патогенетичні механізми розвитку захворювань і призводить до виснаження резервних сил серця, а в подальшому переходить в

гіпокінетичний варіант кровообігу, який в такому випадку є проявом серцевої недостатності [3].

У роботі здорового серця, а також в розвитку порушень його діяльності і гемодинамічних змінах неабияке місце відіграє просторова перебудова відділів серця та особливості їх ремоделювання. До нині продовжується вивчення геометрії неураженого серця та закономірності ремоделювання його камер при різних патологічних станах [5, 6].

На жаль, у висвітленні даного питання досі залишається багато невирішених завдань. Немає, наприклад, ясності в тому, який існує взаємозв'язок між типами центральної гемодинаміки і структурними особливостями будови здорового серця.

Мета дослідження: встановити особливості просторової будови камер здорового серця при різних типах центральної гемодинаміки.

Матеріал та методи. Досліджені серця 44 практично здорових білих щурів-самців масою 182,0-190,0 г, які відповідно до трьох типів серцевої гемодинаміки були розподілені на групи. До першої групи належали 15 щурів з гіпокінетичним, до другої – 14 тварин з еукінетичним та до третьої – 15 щурів з гіперкінетичним типами центральної гемодинаміки. Усі тварини знаходилися у звичайних умовах віварію, на повноцінному харчуванні, без обмеження питної води. Під час роботи з лабораторними тваринами дотриму-

вались міжнародних вимог про гуманне поводження з тваринами відповідно до правил Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей (European Convention, 1984). Евтаназію білих щурів здійснювали шляхом кровопускання в умовах тіопентал-натрієвого наркозу. Поділ тварин на групи залежно від типів серцевої гемодинаміки виконували за допомогою реографії. Для характеристики змін гемодинаміки визначали ударний об'єм (УО), ударний індекс (УІ), хвилинний об'єм крові (ХОК), загальний периферичний опір судин (ЗПО).

При морфологічному дослідженні серце розділяли за методом Г.Г. Автанділова [7]. Відмічали стан сосочкових та трабекулярних м'язів, проводили внутрішні лінійні виміри (периметри клапанних отворів, приносні та виносні тракти, товщина стінок шлуночків та передсердь), окреме зважування частин серця, проводилася планіметрія їх ендокардіальних поверхонь [8].

При цьому враховували наступні кардіометричні параметри: площу ендокардіальної поверхні лівого (ПСЛШ) та правого (ПСПШ) шлуночків, лівого (ПСЛП) та правого передсердь (ПСПП); планіметричні індекси шлуночків та передсердь – $PI = \text{ПСЛШ} / \text{ПСПШ}$; $PIPr = \text{ПСЛП} / \text{ПСПП}$; об'єми притоку, відтоку та резервний ЛШ і ПШ (ОПЛШ, ОВЛШ, ОРЛШ, ОППШ, ОВПШ, ОРПШ) [8]. Отримані цифрові величини оброблялися статистично. Різниця між порівнювальними показниками визначалися за Стьюдентом [9].

Результати дослідження та їх обгово-

рення. Отримані результати проведеного дослідження представлені у таблиці.

Планіметричними вимірами відділів серця встановлено, що в експериментальних тварин з еукінетичним типом гемодинаміки ПСЛШ становила $148,80 \pm 2,41 \text{ мм}^2$. У цих умовах експерименту аналогічний морфометричний показник ПШ був значно більшим і дорівнював $180,30 \pm 2,70 \text{ мм}^2$. Дана цифрова величина перевищувала попередню у 1,2 раза. ПІ при цьому дорівнював $0,825 \pm 0,005$. У дослідних щурів з гіпокінетичним типом гемодинаміки наведені морфометричні параметри лівого та правого шлуночків серця були дещо меншими. Так, ПСЛШ у цих тварин рівнялася $145,10 \pm 2,72 \text{ мм}^2$. Наведена цифрова величина виявилася меншою від аналогічної у 2-й групі спостереження майже на 2,5%.

ПСПШ серця у щурів з гіпокінетичним типом гемодинаміки становила $174,50 \pm 3,16 \text{ мм}^2$. Необхідно вказати, що цей морфометричний параметр також на 3,2% був меншим від аналогічного у 2-й групі тварин. ПІ у 1-й групі спостереження дорівнював $0,831 \pm 0,006$. Дана цифрова величина статистично вірогідно не відрізнялася від такої ж у 2-й групі і перевищувала її всього на 0,7%. У дослідних тварин з гіперкінетичним типом гемодинаміки ПСЛШ дорівнювала $152,20 \pm 2,62 \text{ мм}^2$. Наведена цифрова величина перевищувала аналогічну у 1-й групі на 4,9%, а у 2-й – на 2,3% і статистично вірогідно від них не відрізнялася ($p > 0,05$). У щурів досліджуваної групи ПСПШ досягала $184,80 \pm 2,68 \text{ мм}^2$. Даний морфометричний параметр статистично вірогідно ($p < 0,05$) перевищував аналогічний у 1-й групі спостереження і переважав його на 5,9%.

Таблиця

Планіметричні та об'ємні показники відділів серця інтактних тварин ($M \pm m$)

Показник	Група спостереження			p ₁	p ₂
	1-а	2-а	3-я		
ПСЛШ, мм ²	145,10±2,72	148,80±2,41	152,20±2,62	<0,05	>0,05
ПСПШ, мм ²	174,50±3,16	180,30±2,70	184,80±2,68	<0,05	>0,05
ПІ	0,831±0,006	0,825±0,005	0,823±0,009	>0,05	>0,05
ПСЛП, мм ²	44,3±0,8	45,7±0,9	46,6±0,9	>0,05	>0,05
ПСПП, мм ²	50,1±1,2	52,5±1,2	53,6±1,0	<0,05	>0,05
ПІPr	0,884±0,015	0,870±0,012	0,869±0,014	>0,05	>0,05
ОПЛШ, мм ³	16,76±0,21	17,10±0,24	17,40±0,27	>0,05	>0,05
ОВЛШ, мм ³	8,44±0,19	8,61±0,18	8,78±0,21	>0,05	>0,05
ОРЛШ, мм ³	8,32±0,18	8,49±0,15	8,62±0,21	>0,05	>0,05
ОППШ, мм ³	25,42±0,60	26,00±0,51	26,60±0,60	>0,05	>0,05
ОВПШ, мм ³	8,60±0,18	8,80±0,15	9,00±0,19	>0,05	>0,05
ОРПШ, мм ³	16,82±0,34	17,20±0,31	17,60±0,31	>0,05	>0,05

Примітки: p₁ – різниця між цифровими величинами 3-ї та 1-ї груп; p₂ – різниця між показниками 3-ї та 2-ї груп спостереження

Порівняно з таким же показником 2-ї групи він виявився більшим на 2,5%. ПП у досліджуваній групі дорівнював $0,823 \pm 0,009$. Слід зазначити, що наведена цифрова величина не відрізнялася від таких же у 1-й та 2-й групах тварин.

У щурів з еукінетичним типом гемодинаміки ПСЛП досягала $45,7 \pm 0,9$ мм², а правого – $52,5 \pm 1,2$ мм². Остання цифрова величина перевищувала попередню у 1,15 раза, тобто просторова характеристика ПП була більшою, порівняно з лівим. Планіметричний індекс передсердь (ППр) при цьому становив $0,870 \pm 0,012$ і перевищував аналогічний у шлуночках на 5,5%. Різниця між планіметричними індексами передсердь та шлуночків була суттєвою $p < 0,01$. Це вказувало, що співвідношення між лівими і правими камерами шлуночків та передсердь є неоднаковими.

Проаналізовані морфометричні параметри передсердь при гіпокінетичному типі гемодинаміки були меншими, порівняно з наведеними вище. Так, ПСЛП у 1-й групі тварин дорівнювала $44,3 \pm 0,8$ мм². Дана цифрова величина виявилася меншою від такої ж у 2-й групі спостереження на 3,1%. ПСПП у вказаній групі спостереження досягала $50,1 \pm 1,2$ мм² і була меншою від аналогічної у 2-й групі на 4,5%. ПППр при цьому дорівнював $0,884 \pm 0,015$. Даний морфометричний параметр статистично вірогідно не відрізнявся від такого ж у 2-й групі і перевищував його на 1,6%.

У 3-й групі спостереження площі ендокардіальних поверхонь передсердь виявилися найбільшими. Так, ПСЛП становила $46,6 \pm 0,9$ мм². Вона статистично вірогідно не відрізнялася від таких же у 1-й та 2-й групах, проте перевищувала їх відповідно на 5,2 та 2,0%. ПСПП в цих умовах гемодинаміки досягала $53,6 \pm 1,0$ мм². Необхідно зазначити, що наведена цифрова величина статистично вірогідно відрізнялася ($p < 0,05$) від такої ж у 1-й групі спостереження і перевищувала її майже на 7,0%. Вона виявилася також більшою на 2,0% від аналогічного морфометричного показника 2-ї групи спостереження. ПППр у досліджуваній групі дорівнював $0,869 \pm 0,014$. При цьому він виявився меншим на 1,7%, порівняно з 1-ю, і всього на 0,1%, порівняно з 2-ю групами спостережень. Різниця між ПП усіх 3 груп спостережень була статистично невірогідною.

ОПЛШ у 2-й групі спостереження становив $17,10 \pm 0,24$ мм³, а у 1-й – $16,76 \pm 0,21$ мм³. Різниця між наведеними цифровими величинами виявилася незначною ($p > 0,05$) і попередній показник перевищував останній на 2,0%. У 3-й групі спостереження вказаний морфометричний параметр

становив $17,40 \pm 0,27$ мм³. Він був найбільшим у досліджуваних групах тварин і відповідно перевищував аналогічний показник у 1-й групі на 3,8%, а у 2-й – на 1,8%.

ОВЛШ у дослідних щурів з гіпокінетичним типом гемодинаміки досягав $8,44 \pm 0,19$ мм³, а у 2-й групі спостереження – $8,61 \pm 0,18$ мм³, тобто зріс на 2,0%. У 3-й групі тварин вказаний морфометричний показник збільшився на 4,0%, порівняно з 1-ю групою, і становив $8,78 \pm 0,21$ мм³.

Майже аналогічне явище спостерігалось при аналізі резервних об'ємів ЛШ дослідних тварин з різними типами гемодинаміки. Так, ОРЛШ серця у щурів з гіпокінетичним типом гемодинаміки дорівнював $8,32 \pm 0,18$ мм³. У 2-й групі спостереження (еукінетичний тип гемодинаміки) він досягав $8,49 \pm 0,15$ мм³, тобто збільшився на 2,0%, порівняно з попередньою цифровою величиною. Найбільшим резервний об'єм лівого шлуночка виявився в дослідних тварин з гіперкінетичним типом гемодинаміки, де становив $8,62 \pm 0,21$ мм³. Наведена цифрова величина статистично вірогідно не відрізнялася від аналогічних у 1-й та 2-й групах спостережень, проте перевищувала їх відповідно на 3,6 та 1,5%.

Морфометричними вимірами встановлено, що ОППШ був більшим, порівняно з лівим. Так, у 1-й групі спостереження ОППШ дорівнював $25,42 \pm 0,60$ мм³ і виявився більшим від аналогічного морфометричного параметра лівої камери у 1,5 раза. При еукінетичному типі гемодинаміки він збільшився майже на 2,3%. Найбільшим ОППШ був у дослідних тварин з гіперкінетичним типом гемодинаміки і досягав $26,60 \pm 0,60$ мм³. Наведена цифрова величина перевищувала аналогічну у 1-й групі на 4,6%, а у 2-й – на 2,3%.

ОВПШ серця виявився значно меншим від приносного і у 1-й групі тварин становив $8,60 \pm 0,18$ мм³. У 2-й та 3-й групах щурів він мав тенденцію до зростання і відповідно збільшився на 2,3 та 4,6%. ОРПШ у дослідних тварин з гіпокінетичним типом гемодинаміки дорівнював $16,82 \pm 0,34$ мм³. У 2-й та 3-й групах спостережень він відповідно збільшився на 2,2 та 4,6%. При цьому не знайдено статистично вірогідної різниці ($p > 0,05$) між вказаними параметрами у групах спостереження дослідних тварин.

Висновки. Всебічне комплексне дослідження структури неураженого серця білих щурів кількісними морфологічними методами дозволило не тільки детально проаналізувати та інтерпретувати гравіметричні, планіметричні та об'ємні параметри відділів серцевого м'яза, але і вивчити взаємовідношення та зв'язки між ними і їх зале-

жність від гіпокінетичного, еукінетичного та гіперкінетичного типів гемодинаміки.

Проведена оцінка планіметричних та об'ємних характеристик відділів серця білих щурів показала, що між ними існують деякі відмінності. Планіметричними вимірами ендокардіальних поверхонь камер серця встановлено, що площа ендокардіальної поверхні правого шлуночка перевищувала аналогічну у лівому. Об'ємні характеристики лівого шлуночка серця у досліджуваних групах тварин були меншими, порівняно з правим. Площа ендокардіальної поверхні правого передсердя також переважала, порівняно з аналогічним морфометричним параметром лівого. Відомо, що така різноманітність планіметричних, об'ємних і масометричних характеристик відділів неушкодженого серця свавців, а також людини, відображає особливості їхнього

функціонування (лівий шлуночок працює, в основному, як напірний насос, а правий – як об'ємний) [10].

Аналізом просторових параметрів камер серця, а також показників гемодинаміки виявлено, що між ними існує взаємозалежність. При цьому встановлено, що просторові характеристики відділів неушкодженого серця домінують у дослідних тварин з гіперкінетичним типом гемодинаміки.

Перспективи подальших досліджень. Вивчення структурних особливостей камер серця залежно від типів центральної гемодинаміки доповнює уявлення про перебіг можливих патологічних процесів і регенераторних змін у серці та дозволяє в подальшому більш адекватно їх коригувати та попереджати розвиток тяжких ускладнень з боку серцево-судинної системи.

Список використаної літератури

1. Иванов А.Д. О взаимосвязи показателей центральной гемодинамики у больных артериальной гипертензией / А.Д. Иванов, А.В. Крыленко // *Росс. кардиол. журнал.* – 2003. – № 4(42). – С. 80-82.
2. Курята А.В. Взаимосвязь типов реакции гемодинамики на физическую нагрузку и морфофункционального состояния миокарда у молодых мужчин с гипертонической болезнью / А.В. Курята, В.П. Гейченко, К.П. Сархан // *Укр. кардіол. журнал.* – 2003. – № 5. – С. 56-59.
3. Molina L. Relation of maximum blood pressure during exercise and regular physical activity in normotensive men with left ventricular mass and hypertrophy / L. Molina, R. Elosua // *Amer. J. Cardiology.* – 1999. – Vol. 15. – P. 890-893.
4. Ткаченко Б.И. Системная гемодинамика и регулируемый в ней параметр / Б.И. Ткаченко // *Експериментальна та клінічна фізіологія і біохімія.* – 2000. – № 1. – С. 108-119.
5. Коваленко В.Н. Методические подходы к созданию прикладных морфофункциональных моделей желудочков сердца / В.Н. Коваленко // *Укр. кардіол. журнал.* – 2001. – № 5. – С. 73-78.
6. Крахмалова Е.О. Возможности использования математических методов для оценки формы и размеров правого желудочка сердца / Е.О. Крахмалова // *Укр. кардіологічний журнал.* – 2003. – № 6. – С. 93-97.
7. Автандилов Г.Г. Основы количественной патологической анатомии / Георгій Герасимович Автандилов. – М.: Медицина, 2002. – 240 с.
8. Гнатюк М.С. Адаптаційні зміни просторових параметрів камер серця при токсичному ураженні / М.С. Гнатюк, А.М. Пришляк // *Вісн. наук. досліджень.* – 2002. – № 2. – С. 123-126.
9. Лапач С.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях Excel / С.Н. Лапач, А.В. Губенко, П.Н. Бабич – К.: Морион, 2001. – 410 с.
10. Santamore W.P. Ventricular interdependence: significant left ventricular contributions to right ventricular systolic function / W.P. Santamore, L.I. Dell'Italia // *Prog. Cardiovasc. Diseases.* – 1998. – Vol. 40, № 4. – P. 289-308.

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТДЕЛОВ СЕРДЦА ОТ ТИПОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ

Резюме. Целью данной работы стало изучение особенностей пространственного строения камер здорового сердца при разных типах центральной гемодинамики. Исследованы сердца практически здоровых белых крыс-самцов, которые в соответствии к трем типам сердечной гемодинамики были распределены на группы. Изучена динамика изменений планиметрических параметров и объемных показателей камер сердца в здоровых крыс с разными типами центральной гемодинамики. Устано-

влено, что площадь эндокардиальной поверхности правых камер сердца была больше, чем аналогичский морфометрический параметр левых камер (в 1,2 раза во всех группах исследования). Объемные характеристики левого желудочка сердца были меньшими, по сравнению с правыми (ОППШ превышал показатель левого желудочка в 1,5 раза, ОРПШ был большим от ОРЛШ в 2 раза). Пространственные характеристики доминировали у животных с гиперкинети́ческим типом гемодинамики.

Ключевые слова: типы центральной гемодинамики, камеры сердца, морфометрия.

SPATIAL DESCRIPTION OF HEART CHAMBERS DEPENDING ON CENTRAL HEMODYNAMICS TYPES

Abstract. The objective was to study the peculiarities of spatial structure of healthy heart chambers in different types of central hemodynamics. The hearts of practically healthy albino male rats have been examined which were divided into groups in according to the three types of cardiac hemodynamics. The dynamics of changes of planimetric and volumetric parameters of the heart chambers of healthy rats with different types of central hemodynamics has been studied. The endocardial surface square of the right chambers was found to be bigger than the same parameter of the

left chambers (1.2 times in all the experimental groups). Volume characteristics of the left ventricle were smaller than those of the right ventricle (reserve volume of right ventricle was twice as the same indices of the left ventricle). Spatial characteristics dominated among the animals with hyperkinetic hemodynamics type.

Key words: hemodynamics types, heart chambers, morphometry.

Ternopil State Medical University by I. Ya. Horbachevsky (Ternopil)

Надійшла 26.09.2013 р.

Рецензент – проф. Геращенко С.Б. (Ів.-Франківськ)