

УДК 616.24-089.97-02:616.149-008

М.С. Гнатюк, О.Б. Слабий

*Кафедра оперативної хірургії з топографічною анатомією (зав. – проф. М.С. Гнатюк)
ДВНЗ “Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України”*

ВПЛИВ АРТЕРІАЛЬНОЇ ГІПЕРТЕНЗІЇ У МАЛОМУ КОЛІ КРОВООБІГУ НА ОСОБЛИВОСТІ РЕМОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕДСЕРДЬ У СЕРЦЯХ З РІЗНИМИ ТИПАМИ КРОВОПОСТАЧАННЯ

Резюме. Морфологічними методами вивчені особливості ремоделювання передсердь сердець з різними типами кровопостачання при легеневої гіпертензії. Встановлено, що остання призводить до розвитку легеневого серця та вираженого ремоделювання передсердь, яка характеризується незбалансованим, диспропорційним збільшенням їх маси та розширенням з переважаючою гіпертрофією та дилатацією правого передсердя. Встановлено, що виражена структурна перебудова передсердь залежить від типу кровопостачання серцевого м'язу і найвираженішою вона виявилася при легеневої гіпертензії у серцях з правовінцевим типом кровопостачання.

Ключові слова: ремоделювання, передсердя, легенева гіпертензія.

Легенева артеріальна гіпертензія (артеріальна гіпертензія в малому колі кровообігу) нерідко виявляється у клінічній практиці. Часто наведена патологія зумовлена ураженням бронхолегеневого апарату (хронічні обструктивні захворювання легень, хронічний обструктивний бронхіт, емфізема легень, пневмокониоз, хронічний фіброзно-кавернозний туберкульоз легень, саркоїдоз легень, фіброзуючий альвеоліт), судин легень (васкуліти, рецидивуючі тромбоемболії легеневої артерії), ожиріння, операції на легенях (пульмонектомія, лобектомія), торако-діафрагмові порушення [1-3]. Тривала легенева артеріальна гіпертензія призводить до гіперфункції та гіпертрофії правих відділів серця (компенсоване легеневе серце) з наступним розвитком правошлуночкової недостатності (декомпенсоване легеневе серце) [3]. Дослідники часто вивчають вплив артеріальної гіпертензії у малому колі кровообігу на шлуночки серця, а передсердя при цьому майже не вивчалися.

Мета дослідження: з'ясувати особливості ремоделювання передсердь у серцях з різними типами кровопостачання під впливом артеріальної гіпертензії у малому колі кровообігу.

Матеріал і методи. Масометричними, планіметричними і гістологічними методами досліджені ліве та праве передсердя 48 статевозрілих свиней-самців в'єтнамської породи, які були розподілені на 6 груп. 1-а група нараховувала 12 неушкоджених сердець з правовінцевим типом кровопостачання, 2-а – 7 досліджуваних органів з лівовінцевим типом кровопостачання, 3-я – 6 сер-

дець з рівномірним розподілом вінцевих артерій, 4-а – 10 спостережень з артеріальною гіпертензією у малому колі кровообігу та легеним серцем з правовінцевим типом кровопостачання, 5-а – 6 аналогічних сердець з лівовінцевим типом кровопостачання, 6-а – 7 спостережень з артеріальною гіпертензією у малому колі кровообігу і легеним серцем з рівномірним типом кровопостачання [4, 5].

Артеріальну гіпертензію у малому колі кровообігу та легеневе серце моделювали за допомогою правосторонньої пульмонектомії [6]. Тварини знаходилися у звичайних умовах та раціоні віварію. Хірургічні втручання здійснювали в умовах тіопентал-натрієвого наркозу з дотриманням правил асептики та антисептики. Евтаназію дослідних тварин здійснювали кровопусканням в умовах вказаного вище наркозу. Серце виймали з грудної порожнини і розрізали за методом Г.Г. Автанділова [7] у модифікації І.К. Єсипової [2]. Визначали масу лівого, правого шлуночків, лівого (МЛП) та правого (МПП) передсердь, площі їх ендотеліальних поверхонь (ПСЛП, ПСПП), індекс передсердь (МЛП/МПП), планіметричний індекс передсердь (ПСЛП/ПСПП). Експерименти та евтаназію дослідних тварин проводили з дотриманням “Загальних етичних принципів експериментів на тваринах”, ухвалених Першим національним конгресом з біоетики (Київ, 2001) та відповідно до “Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються в дослідних та інших наукових цілях”. Отримані кількісні величини

обробляли статистично. Обробка даних виконана у відділі системних статистичних досліджень Тернопільського державного медичного університету імені І. Я. Горбачевського у програмному пакеті STATISTIKA. Різницю між порівнювальними величинами визначали за критеріями Стьюдента і Манна-Уїтні [8].

Результати дослідження та їх обговорення. Морфометричні показники передсердь неушкодженого серця з різними типами кровопостачання наведені в таблиці 1. Всебічним аналізом представлених у наведеній таблиці даних виявлено, що маса лівого передсердя найбільшою виявилася у 3-й групі спостережень (серця з рівномірним розподілом вінцевих артерій). У цих же спостереженнях маса правого передсердя також домінувала порівняно з 1-ю та 2-ю групами. Індекс передсердь, який відображає відношення між масами лівого та правого передсердь найбільшим виявився у серцях з лівовінцевим типом кровопостачання і дорівнював ($1,030 \pm 0,018$). Площі ендокардіальних поверхонь лівого та правого передсердь також були найбільшими у серцях з рівномірним розподілом артерій і відповідно дорівнювали ($10,80 \pm 0,18$) та ($12,70 \pm 0,21$) cm^2 .

Окремим зважуванням частин серця встановлено, що пострезекційна легенева гіпертензія призводила до зростання маси частин серця з переважаною гіпертрофією правого шлуночка, тобто легеневого серця. При артеріальній гіпертензії у

малому колі кровообігу суттєво змінювалися досліджувані морфометричні показники (табл. 2). Так, маса лівого передсердя у серцях з правовінцевим типом кровопостачання з високою вірогідністю збільшилася на 10,6%, в 5-й групі спостережень (серця з лівовінцевим типом кровопостачання) – на 12,1%, а у серцях з рівномірним розподілом вінцевих артерій – на 8,3%. Майже аналогічно у даних експериментальних умовах змінювалася маса правого передсердя.

Варто вказати, що у серцях з правовінцевим типом кровопостачання маса правого передсердя з високим ступенем достовірності ($p < 0,001$) зросла на 23,9%, у серцях з лівовінцевим типом кровопостачання – на 30,3%, а у серцях з рівномірним розподілом вінцевих артерій – на 24,0%. Наведені відсотки збільшення маси правого передсердя через місяць після правосторонньої пульмонекомії свідчать, що гіпертрофія правого передсердя була більшою, порівняно з лівим. Нерівномірне збільшення мас лівого та правого передсердь в умовах артеріальної легеневої гіпертензії призводило до порушення співвідношень між ними, що адекватно відображав індекс передсердь. Вказаний морфометричний показник через місяць після правосторонньої пульмонекомії зменшувався. При цьому у 4-й групі спостережень (серця з правовінцевим типом кровопостачання) наведений морфометричний параметр статистично вірогідно ($p < 0,001$) зменшився на 10,8%, у серцях з лівовінцевим ти-

Таблиця 1

Морфометрична характеристика передсердь неушкодженого серця ($M \pm m$)

Показник	Група тварин		
	1-а	2-а	3-я
МЛП, г	$2,26 \pm 0,03$	$2,32 \pm 0,04$	$2,53 \pm 0,05^*$
МПП, г	$2,34 \pm 0,03$	$2,24 \pm 0,03^*$	$2,58 \pm 0,04^{**}$
ППр	$0,966 \pm 0,012$	$1,030 \pm 0,018^*$	$0,980 \pm 0,018$
ПСЛП, cm^2	$10,10 \pm 0,15$	$10,50 \pm 0,21$	$10,80 \pm 0,18^{**}$
ПСПП, cm^2	$11,80 \pm 0,18$	$12,40 \pm 0,24^*$	$12,70 \pm 0,21^*$
ПППр	$0,856 \pm 0,012$	$0,847 \pm 0,018$	$0,850 \pm 0,015$
Примітка * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$, порівняно з 1-ю групою спостережень			

Таблиця 2

Морфометрична характеристика передсердь при артеріальній гіпертензії в малому колі кровообігу ($M \pm m$)

Показник	Група тварин		
	4-а	5-а	6-а
МЛП, г	$2,50 \pm 0,03^{**}$	$2,60 \pm 0,04^{**}$	$2,74 \pm 0,03^*$
МПП, г	$2,90 \pm 0,03^{***}$	$2,92 \pm 0,03^*$	$3,20 \pm 0,04^{***}$
ППр	$0,862 \pm 0,009^{***}$	$0,890 \pm 0,006^{***}$	$0,856 \pm 0,005^{**}$
ПСЛП, cm^2	$11,90 \pm 0,12^{***}$	$12,10 \pm 0,12^{***}$	$12,15 \pm 0,09^{***}$
ПСПП, cm^2	$17,10 \pm 0,15^{***}$	$16,90 \pm 0,12^{***}$	$15,80 \pm 0,15^{***}$
ПППр	$0,696 \pm 0,006^{***}$	$0,715 \pm 0,005^{***}$	$0,768 \pm 0,006^{***}$
Примітка * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$, порівняно з аналогічними контрольними величинами			

пом кровопостачання – на 13,6%, а у серцях з рівномірним розподілом вінцевих артерій (6-а група) на 12,6%.

У змодельованих експериментальних умовах змінювалися також просторові параметри лівого та правого передсердь у досліджуваних групах спостережень. Так, у 4-й групі спостережень (серця з правовінцевим типом кровопостачання) площа ендокардіальної поверхні лівого передсердя з високим ступенем вірогідності ($p < 0,001$) збільшилася на 17,8% порівняно з аналогічною контрольною величиною. У серцях з лівовінцевим типом кровопостачання (5-а група) досліджуваний морфометричний параметр при пострезекційній артеріальній легеневій гіпертензії з високою вірогідністю ($p < 0,01$) зріс на 15,2%, а у 6-й групі (серця з рівномірним розподілом вінцевих артерій) – на 12,5%. Площа ендокардіальної поверхні правого передсердя у даних експериментальних умовах змінювалася у більшому ступені порівняно з лівим передсердям. Так, у неушкоджених серцях з правовінцевим типом кровопостачання площа ендокардіальної поверхні правого передсердя дорівнювала ($11,80 \pm 0,18$) cm^2 , а у 4-й групі спостережень – ($17,10 \pm 0,15$) cm^2 . Наведені морфометричні параметри між собою статистично вірогідно ($p < 0,001$) відрізнялися. При цьому останній показник перевищував попередній на 44,9%. У серцях з лівовінцевим типом кровопостачання (5-а група) в умовах пострезекційної легеневої гіпертензії досліджуваний морфометричний параметр з вираженою вірогідністю різницею ($p < 0,001$) збільшився на 36,3% порівняно з контролем, а у серцях з рівномірним розподілом вінцевих артерій – на 24,4%. Наведені та проаналізовані просторові параметри лівого та правого передсердь свідчать, що при пострезекційній артеріальній гіпертензії наведені камери серця розширюються. При цьому у більшому ступені зростали просторові характеристики правого передсердя порівняно з лівим. У даних патологічних умовах найбільш дилатованою виявилася камера правого передсердя у серцях з правовінцевим типом кровопостачання. Нерівномірні, диспропорційні збільшення ендокардіальних поверхонь лівого та правого передсердь при легеневій гіпертензії призводили до виражених змін планіметричного індексу передсердь. При цьому досліджуваний морфометричний параметр у 4-й групі спостережень (серця з правовінцевим типом кровопостачання) зменшився з ($0,856 \pm 0,012$) до ($0,696 \pm 0,006$), тобто на 18,7%. Варто зазначити, що між наведеними показниками виявлена статистично вірогідна різниця ($p < 0,001$). У 5-й групі спостережень планіметричний індекс передсердь при пострезекційній артеріальній легеневій гіпертензії з високим ступенем

вірогідністю ($p < 0,001$) знизився на 15,6% порівняно з аналогічною контрольною величиною. У 6-й групі спостережень (серця з рівномірним розподілом вінцевих артерій) досліджуваний морфометричний параметр виявився з вираженою вірогідністю ($p < 0,001$) зменшений на 9,6%.

Отримані дані вказують, що при пострезекційній артеріальній легеневій гіпертензії вираженого ремоделювання зазнають не тільки шлуночки серця, але й передсердя. При цьому збільшується маса передсердь та їхні просторові параметри. Зростання площ ендокардіальних поверхонь передсердь виявилось вираженішими порівняно із збільшенням їх масометричних параметрів. У даних експериментальних умовах наведені особливості ремоделювання досліджуваних камер домінують у правому передсерді. Необхідно вказати, що зміни планіметричного індексу передсердь, що відображає відношення між площами ендокардіальних поверхонь лівого та правого передсердь, в умовах змодельованої патології свідчать про ступінь порушень наведеного співвідношення. Проведені дослідження та отримані результати вказують, що найвираженіше планіметричний індекс передсердь виявився зміненим при пострезекційній артеріальній легеневій гіпертензії у серцях з правовінцевим типом кровопостачання, а найменший ступінь його змін був у серцях з рівномірним розподілом вінцевих артерій. За даними деяких дослідників виражене порушення співвідношень між просторовими характеристиками камер серця може призводити до його дисфункції [9, 10].

При світлооптичному дослідженні гістологічних мікропрепаратів передсердь легеневого серця у них виявлялися судинні розлади, дистрофічні, некробіотичні зміни кардіоміоцитів, ендотеліоцитів, стромальних структур, інфільтративні та склеротичні явища, які домінували у правому передсерді та корелювали із досліджуваними відносними морфометричними показниками (ШПр, ПШПр). Чим у більшому ступені змінювалися ШПр та ПШПр, тим більш поширеними та вираженими були патогістологічні ушкодження передсердь. Варто зазначити, що виявлені патологічні ушкодження передсердь можуть виникати в гіперфункціонуючих, гіпертрофованих камерах серця [11, 12]. Отже, отримані дані свідчать, що пострезекційна артеріальна гіпертензія у малому колі кровообігу призводить до вираженого ремоделювання передсердь при домінуванні останнього у правому передсерді сердець з правовінцевим типом кровопостачання.

Висновок. Проведені дослідження та отримані результати свідчать, що тривала пострезекційна артеріальна гіпертензія у малому колі кровообігу

призводить до вираженого ремоделювання лівого та правого передсердь, яке характеризується незбалансованим, диспропорційним зростанням їх маси та дилатацією, які переважають у правому передсерді сердець з правовінцевим типом кровопостачання.

Перспективи подальших досліджень. Детальне всебічне вивчення особливостей ремоделювання передсердь представляє перспективну проблему з метою їхнього врахування при діагностиці, корекції та профілактиці уражень міокарда при пострезекційній артеріальній легеневої гіпертензії.

Список використаної літератури

1. Амосова К.М. Клінічний перебіг та стан міокарда з хронічним легеневим серцем унаслідок хронічної обструктивної патології легень залежно від наявності легеневої гіпертензії / К.М. Амосова, Л.Ф. Коннопльова, І.Д. Мазур // *Серце і судини*. – 2009. – № 2. – С. 48-52.
2. Есипова И.К. Метод срочной дифференциальной диагностики различных форм гипертензии малого круга кровообращения у секционного стола / И.К. Есипова, В.И. Алексеевич, Ю.С. Пурдяев // *Суд. мед. экспертиза*. – 2003. – № 4. – С. 27-30.
3. Нореико Б.В. Хроническое легочное сердце / Б.В. Нореико, С.Б. Нореико // *Новости медицины и фармации*. – 2011. – № 9 (364). – С. 14-17.
4. Коробкеев А.А. Морфометрическая характеристика типов ветвления артерий сердца человека. / А.А. Коробкеев, В.В. Соколов // *Морфолог.* – 2000. – Т. 117, № 1. – С. 34-36.
5. Кульчицкий К.И. Сравнительная анатомия и эволюция кровеносных сосудов сердца / К.И. Кульчицкий, О.Ю. Роменский. – К.: Здоров'я, 1985. – 176 с.
6. Гнатюк М.С. Морфометрична оцінка особливостей ремоделювання артерій шлуночків серця при пострезекційній артеріальній легеневої гіпертензії / М.С. Гнатюк, Л.В. Татарчук, О.Б. Слабий // *Вісн. проблем біолог. та мед.* – 2011. – Вип. 2, Т. 2. – С. 57-60.
7. Автандилов Г.Г. Основы количественной патологической анатомии / Г.Г. Автандилов. – М.: Медицина, 2002. – 240 с.
8. Лапач С.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях *Excell* / С.Н. Лапач, А.В. Губенко, П.Н. Бабич. – К.: Морион, 2001. – 410 с.
9. Зиньковський М.Ф. Особенности морфологии и морфометрии миокарда при тетраде Фалло / М.Ф. Зиньковський, В.П. Захарова, Н.Ю. Загайнов // *Серце і судини*. – 2004. – № 1(6). – С. 71-75.
10. Кирьякулов Г.С. Анатомия сложных врожденных пороков сердца / Г.С. Кирьякулов, В.А. Васильев, Т.В. Бородий. – Донецк: БАО, 2000. – 328 с.
11. Cardiac fibroblast and extracellular matrix remodeling in heart disease / D. Fan, A. Takawale, J. Lee // *Fibrogenesis Tissue Repair*. – 2012. – Vol. 5, № 1. – P. 16-19.
12. Foppa M. Echocardiographically-based left ventricular mass. How should we define hypertrophy? / M. Foppa, B. Duncan, L. Rohde // *Cardiovascular ultrasound*. – 2005. – Vol. 2. – P. 17-21.

ВЛИЯНИЕ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ В МАЛОМ КРУГЕ КРОВООБРАЩЕНИЯ НА ОСОБЕННОСТИ РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ ПРЕДСЕРДИЙ У СЕРДЦАХ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ КРОВООБРАЩЕНИЯ

Резюме. Морфологическими методами изучены особенности ремоделирования предсердий сердца с различными типами кровоснабжения при легочной гипертензии. Выявлено, что последняя приводит к развитию легочного сердца и выраженного ремоделирования предсердий, которое характеризуется несбалансированным, диспропорциональным увеличением их массы и расширением с преобладанием гипертрофии и дилатации правого предсердия. Найдено, что выраженная структурная перестройка предсердий зависит от типа кровоснабжения сердечной мышцы и наиболее выраженной она выявилась при легочной гипертензии в сердцах с правовенечным типом кровоснабжения.

Ключевые слова: ремоделирование, предсердия, легочная гипертензия.

THE INFLUENCE OF ARTERIAL HYPERTENSION IN PULMONARY BLOOD CIRCULATION ON PECULIARITIES OF ATRIAL REMODELLING IN THE HEART WITH DIFFERENT TYPES OF BLOOD CIRCULATION

Abstract. By means of morphological methods the features of atrial remodeling of the hearts with different types of blood flow in pulmonary hypertension are studied. The latter was found to lead to cor pulmonale and pronounced remodeling of atria, which is characterized by imbalanced, disproportionate increase in their weight and extension of hypertrophy and dilatation of the right atrium. Severe restructuring of the atria was found to depend on the type of blood supply to the heart muscle and it was found to be most pronounced in case of pulmonary hypertension in the hearts with right type of blood supply.

Key words: remodeling, atrium, pulmonary hypertension.

Ya. Horbachevs'kyi State Medical University (Ternopil)

Надійшла 18.03.2016 р.

Рецензент – проф. Півторак В.І. (Вінниця)