

**МОРФОМЕТРИЧНІ АСПЕКТИ ВИВЧЕННЯ ПРОСТОРОВИХ ЗМІН КАМЕР СЕРЦЯ
ПРИ РЕЗЕКЦІЇ РІЗНИХ ОБ'ЄМІВ ПАРЕНХІМИ ПЕЧІНКИ**

Тернопільський національний медичний університет

ім. І.Я. Горбачевського МОЗ України (м. Тернопіль, Україна)

hnatjuk@tdmu.edu.ua

Ремодельовання камер серця нерідко обумовлено змінами гемодинаміки у великому і малому колах кровообігу та порталній системі, що досліджено недостатньо. Метою дослідження було визначити особливості просторових змін камер серця при видаленні різних об'ємів паренхіми печінки. Були досліджені камери серця 95 білих щурів-самців, які були розділені на 3-и групи. 1-а група включала 30 інтактних тварин, 2-а – 32 щури, у яких видаляли 31,5% паренхіми печінки, 3-я – 33 тварини після резекції 58,1% паренхіми печінки. Оперативні втручання виконували в умовах тіопенталового наркозу з дотриманням правил асептики та антисептики. Евтаназію тварин здійснювали кровопусканням в умовах наркозу. Проводили планіметрію та об'ємні виміри камер серця, з яких виготовляли гістологічні мікропрепарати. Кількісні показники обробляли статистично. Встановлено, що гемодинамічні розлади при пострезекційній порталній гіпертензії впливали на гемодинаміку у великому колі кровообігу та зміни просторових характеристик камер серця. Так, площа ендокардіальної поверхні лівого шлуночка збільшилася на 25,8%, а правого – на 30,7% ($p < 0,001$), планіметричний індекс зменшився на 3,7%. Площа ендокардіальної поверхні лівого передсердя зросла на 25,6%, правого – на 20,4% ($p < 0,001$), планіметричний індекс – на 4,3%. При порталній гіпертензії приносний об'єм лівого шлуночка збільшився на 29,9%, виносний об'єм – на 68,0% ($p < 0,001$), резервний об'єм зменшився на 8,7% у правому шлуночку вказані об'єми змінилися відповідно на 24,8%, 88,6% ($p < 0,001$) та 6,2%. Резекція лівої та правої бокових часток печінки призводить до розвитку пострезекційної порталної гіпертензії, нерівномірного, диспропорційного розширення камер серця, зростання приносних і виносних та зменшення резервних об'ємів шлуночків. Найвираженіше зменшення резервного об'єму при цьому виявлено у лівому шлуночку.

Ключові слова: резекція печінки, пострезекційна портална гіпертензія, камери серця, ремодельовання.

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами. Робота є фрагментом науково-дослідної роботи Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України «Морфологічні закономірності адаптаційних процесів в організмі після оперативних втручань на органах грудної та черевної порожнини і хірургічних методів корекції післяопераційних ускладнень» (№ державної реєстрації 0117U4003149).

Вступ. Резекції печінки сьогодні нерідко виконуються у сучасних хірургічних клініках. Відомо також, що видалення великих об'ємів печінки можуть ускладнюватися пострезекційною порталною

гіпертензією. Остання призводить до кровотеч з вазориконо розширених вен стравоходу, шлунка, прямої кишки, асцити, спленомегалії, вторинного гіперспленізму, паренхіматозної жовтяниці, портосистемної енцефалопатії, поліорганної недостатності [1, 2, 3].

При порталній гіпертензії уражаються органи, венозний дренаж від яких здійснюється у ворітно-печінкову вену. Тривале венозне повнокров'я та гіпертензія у венах органів ворітної печінкової вени індукують гіпоксію, порушення перфузії вказаних органів, що є провідним чинником їх ураження та дисфункції, яка ускладнюється поліорганною недостатністю [4, 5, 6].

Сьогодні кардіометрія широко застосовується для встановлення точного та адекватного ремодельовання камер серця при різних змінах гемодинаміки. Варто також вказати, що просторові зміни камер серця при видаленні різних об'ємів печінки досліджені недостатньо.

Мета дослідження – визначити особливості просторових змін камер серця при видаленні різних об'ємів паренхіми печінки.

Об'єкт і методи дослідження. Досліджено особливості просторових змін камер серця 95 лабораторних статевозрілих білих щурів-самців, які були розділені на 3-и групи. 1-а група включала 30 інтактних тварин, 2-а – 32 щури, у яких видаляли ліву бокову частку печінки (31,5% її паренхіми), 3-я – 33 експериментальні тварини, у яких здійснювали резекцію лівої та правої бокових часток (58,1% паренхіми печінки) [5]. Оперативні втручання виконували в умовах тіопенталового наркозу з дотриманням правил асептики та антисептики.

Евтаназію тварин виконували кровопусканням в умовах тіопенталового наркозу. Розкривали грудну клітку, виймали серце, яке розрізали за методом Автанділова Г. Г. [7].

Проводили планіметрію та об'ємні виміри камер серця. При цьому визначали площу ендокардіальної поверхні лівого (ПСЛШ), правого шлуночків (ПСПШ), планіметричний індекс (ПСЛШ/ПСПШ), площу лівого (ПСЛП), правого (ПСПП) передсердь, планіметричний індекс передсердь (ПСЛП/ПСПП), приносні (ОПЛШ, ОППШ), виносні (ОВЛШ, ОВПШ) та резервні (ОРЛШ, ОРПШ) об'єми шлуночків [8]. З камер серця вирізали шматочки, які фіксували у 10% нейтральному розчині формаліну і після проведення через спирти зростаючої концентрації поміщали у парафін. Мікромомні зрізи товщиною 5-6 мкм після депарафінізації забарвлювали гематоксилін-еозином, за ван-Гізона, Маллорі, Вейнгертом, Массоном, толудино-вим синім і досліджували світлооптично [9].

Кількісні величини обробляли статистично. Обробку результатів виконано у відділі системних ста-

тистичних досліджень Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України у програмному пакеті STATISTIKA (Stat. Soft. Inc., США). Різницю між порівнювальними кількісними величинами визначали за критеріями Стюдента та Манна-Уїтні [10]. Варто вказати, що експериментальні дослідження та евтаназію дослідних тварин виконували із 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» [11].

Результати дослідження та їх обговорення. Встановлено, що резекція лівої бокової частки печінки не призводила до гемодинамічних змін у портальній системі. Не змінювалися при цьому планіметричні та об'ємні параметри камер серця (табл.).

Резекція лівої та правої бокових часток печінки (58,1% її паренхіми) ускладнювалася пострезекційною портальною гіпертензією, що підтверджувалося вираженим повнокров'ям та розширенням ворітної печінкової вени, селезінкової, брижових вен, венозного русла тонкої та товстої кишок, спленомегалією, асцитом.

Таблиця – Планіметричні та об'ємні показники камер серця експериментальних тварин (M±m)

Показник	Група спостереження		
	1-а	2-а	3-я
ПСЛШ, мм ²	144,2±2,1	145,1±2,4	181,5±3,3***
ПСПП, мм ²	173,6±3,0	174,4±3,3	226,9±5,1***
ПІ	0,830±0,006	0,832±0,006	0,799±0,005**
ПСПП, мм ²	44,4±0,7	44,6±0,9	55,8±0,5***
ПСПП, мм ²	50,3±0,9	50,0±0,7	60,6±0,6***
ПІПр	0,882±0,012	0,883±0,012	0,920±0,009*
ОПЛШ, мм ³	16,78±0,18	16,80±0,18	21,80±0,33***
ОВЛШ, мм ³	8,45±0,15	8,46±0,15	14,20±0,09***
ОРЛШ, мм ³	8,33±0,15	8,34±0,15	7,60±0,08***
ОППШ, мм ³	25,40±0,36	25,42±0,36	31,70±0,27***
ОВПШ, мм ³	8,30±0,12	8,34±0,12	15,66±0,18***
ОРПШ, мм ³	17,10±0,21	17,08±0,24	16,04±0,15**

Примітка: *-p<0,05; **-p<0,01; ***-p<0,001 порівняно з 1-ю групою.

Гемодинамічні розлади у портальній системі впливали також на гемодинаміку у великому колі кровообігу та зміни просторових характеристик камер серця (табл.). Так, площа ендокардіальної поверхні лівого шлуночка при пострезекційній портальній гіпертензії статистично достовірно (p<0,001) збільшився на 25,8%, а правого – на 30,7%. Виразено змінювався при цьому планіметричний індекс, який у контрольних спостереженнях дорівнював (0,830±0,005), а в умовах пострезекційної портальної гіпертензії – (0,799±0,006). Наведені морфометричні параметри статистично достовірно відрізнялися між собою (p<0,01) і останній кількісний морфометричний показник виявився меншим, порівняно з попереднім на 3,7%.

Площа ендокардіальної поверхні лівого передсердя з вираженою статистично достовірною різницею (p<0,001) зросла на 25,6%, правого передсердя – на 20,4%. Планіметричний індекс передсердь при

цьому зріс на 4,3% (p<0,05). Встановлені зміни планіметричного індекса та планіметричного індекса передсердь свідчили, що камери серця в змодельованих експериментальних умовах нерівномірно та диспропорційно розширювалися [8].

У даній групі спостережень змінювалися також об'ємні характеристики шлуночків серця. Так, в умовах пострезекційної портальної гіпертензії приносний об'єм лівого шлуночка збільшився на 29,9% (p<0,001), виносний об'єм – на 68,0% (p<0,001). У досліджуваних експериментальних умовах суттєво змінився резервний об'єм лівого шлуночка. Так у контрольних спостереженнях вказаний морфометричний параметр дорівнював (8,33±0,15) мм³, а при пострезекційній портальній гіпертензії – (7,60±0,08) мм³. Наведені об'ємні параметри статистично достовірно (p<0,001) відрізнялися між собою, при цьому останній кількісний морфологічний показник виявився меншим за попередній на 8,7%.

Приносний об'єм правого шлуночка при пострезекційній портальній гіпертензії з вираженою статистично достовірною різницею (p<0,001) зріс на 24,8%, виносний – на 88,6% (p<0,001). Виявлені зміни приносного та виносного об'ємів правого шлуночка призводили до вираженого зменшення резервного об'єму досліджуваної камери серця на 6,2%.

Планіметричними та об'ємними вимірами встановлено, що при пострезекційній портальній гіпертензії камери серця розширюються. При цьому домінувало розширення правого шлуночка та передсердь порівняно з лівим шлуночком. Отримані результати свідчать, що в змодельованих експериментальних умовах ступінь дилатації вираженіший у камерах із меншою товщиною їх стінки [8].

Виразена ступінь дилатації камер серця вказує, що компенсаторні можливості серцевого м'яза при цьому знижені, а порушення відношень між їх просторовими характеристиками може призводити до дисфункції досліджуваного органа [8, 12]. За даними багатьох дослідників важливим в оцінці просторової перебудови частин гіперфункціонуючого серця є визначення його об'ємних характеристик.

Знайдене ремоделювання камер серця в умовах пострезекційної портальної гіпертензії проявлялося у збільшенні приносних і виносних об'ємів лівого та правого шлуночків, що супроводжувалося неоднаковим, диспропорціональним зростанням приносного та виносного об'ємів шлуночків. Знайдені та проаналізовані зміни досліджуваних об'ємів шлуночків серця призводили до суттєвого зменшення їх резервних об'ємів. Автандилов Г.Г. [7] та Слабий О.Б. [8] вважають, що резервний об'єм є характеристикою залишкового об'єму порожнин. Більшість дослідників стверджують, що за рахунок залишкового об'єму шлуночки в момент функціонального напруження можуть викинути підвищену кількість крові, не чекаючи наступної діастоли. Все це свідчить, що залишковому об'єму шлуночка (лівого та правого) належить головна роль в забезпеченні нормального кровообігу і він є важливим показником резервів гемодинаміки. Деякими дослідниками було встановлено, що при систематичних помірних фізичних навантаженнях також виникало зростання виносних і приносних об'ємів шлуночків, що супроводжувалося також збільшенням резервного об'єму, за ра-

хунок якого серце могло виконувати значно більше за потужністю та об'ємом роботи [8]. Відомо, що резервний об'єм при патологічних ураженнях суттєво зменшується. Зниження резервного об'єму при ураженнях серцевого м'яза суттєво знижує його адаптаційні резерви, а при фізичних навантаженнях ремоделювання камер серця направлене на підвищення компенсаторних можливостей центральної гемодинаміки. При цьому це один з багатьох адаптаційних компонентів, що дозволяє тренуваному серцю виконувати максимальну роботу, яка недоступна за об'ємом та потужністю нетренуваному серцю. На основі отриманих даних та наведених вище суджень можна прийти до висновку, що серед просторових характеристик серця резервний об'єм є важливим діагностичним та прогностичним критерієм закономірностей ремоделювання камер серця.

Аналізом отриманих даних встановлено, що просторові параметри (досліджувані об'єми) у більшому ступені збільшувалися у правому шлуночку. При цьому резервні об'єми шлуночків найменшими ви-

явилися у лівому шлуночку, що свідчить про те, що у змодельованих патологічних умовах більше страждає вказана камера серця. Отримані та проаналізовані дані стверджують, що пострезекційна портальна гіпертензія призводить до ремоделювання камер серця, яке істотно знижує його адаптаційні резерви. При цьому найбільш вираженої структурної перебудови зазнає лівий шлуночок.

Висновки. Резекція лівої та правої бокових часток печінки призводить до розвитку пострезекційної портальної гіпертензії, при якій виникає нерівномірне, диспропорційне розширення камер серця, зростання приносних і виносних та зменшення резервних об'ємів шлуночків. Найвираженіше зменшення резервного об'єму при цьому виявлено у лівому шлуночку.

Перспективи подальших досліджень. Усестороннє та адекватне вивчення закономірностей ремоделювання камер серця при гемодинамічних порушеннях дозволить істотно вдосконалити діагностику, корекцію та профілактику уражень серцевого м'яза.

Література

1. Vishnievskiy VA, Jefanov MH, Kazakov JV. Siegmentarnye rieziektsyi, otdaliennye rezultaty pri zlokachiestviennykh opukholiakh piechieni. Ukrainskiy zhurnal khirurgiyi. 2012;1(16):5-15. [in Ukrainian].
2. Kotenko OH, Popov AO, Hrynenko AV. Agriesivnaya tekhnika khirurgicheskogo liecheniya perichiliarnoi kholangiokartsinomy s invaziyey v vorotnuyu vienu. Ukrainskiy zhurnal khirurgiyi. 2018;1(36):53-57. [in Ukrainian].
3. Shin SH, Kim SU, Park JY, Kim DY, Ahn SH, Han KH, et al. Liver stiffness-based model for prediction of hepatocellular carcinoma in chronic hepatitis B virus infection: comparison with histological fibrosis. *Lives Int.* 2014;14:2133-2136.
4. Bosh J, Graszmann R, Shah V. Evaluation in the understanding of the pathophysiological basis of portal hypertension: how changes in paradigm are leading to success ful new treatments. *J. Hepatol.* 2015;62(1):121-130.
5. Hnatjuk MS, Tararchuk LV. Porushennia vsmoktuvalnoi funktsii tonkoї kysky pry postrezektsijnii portalnoy hipertenzii. *Visnyk naukovykh doslidzhen.* 2018;2:115-120. [in Ukrainian].
6. Dzyhal OF. Formuvannya polisindromnoy nedostatnosti khvorykh na tsyroz pechinky z portalnoy hipertenzii. *Visnyk naukovykh doslidzhen.* 2017;2:88-92. [in Ukrainian].
7. Avtandilov GG. *Osnovy kolichestvennoy patologicheskoy anatomii.* Moskva: Meditsyna; 2002. 240 s. [in Russian].
8. Slabyy OB, Hnatjuk MS. Osoblyvosti remodelyuvannya kamer lehenevoho sertsya zalezno vid typiv tsentral'noy hemodynamiky. *Svit medytsyny ta biolohiyi.* 2016;4(58):124-127. [in Ukrainian].
9. Horal'skiy LP, Khomych VP, Konops'kiy OI. *Osnovy histolohichnoy tekhniki i morfofunktsional'ni metody doslidzhennya u normi ta pry patolohiyi.* Zhytomyr: Polissya; 2011. 288 s. [in Ukrainian].
10. Grzhibovsky AI, Ivanov OV, Gorbatova MA. Sravnennia kolichestvennykh dannykh dvuch parnykh vyborok s ispolzovanim programnoho obespechenia Statistica i SPSS; parametricheskie i neparametricheskie kriterii. *Nauka i zdovokhranenie.* 2016;3:5-25. [in Russian].
11. Reznikov OH. Zahalni etychni pryntsyпы eksperymentiv na tvarynakh. *Endokrynolohiia.* 2003;8(1):142-145. [in Ukrainian].
12. Kolesnyk MJu, Sokolova MJu. Deformatsiya kamer sertsya u zhinok z hipertonicnoy khvoroboy u stani post menopauzy zalezno vid nayavnosti hipertrofii livoho shlunochka ta dylatatsiyi livoho peredserdya. *Ukrayin's'ky kardiologichnyy zhurnal.* 2019;26(3):17-26. [in Ukrainian].

МОРФОМЕТРИЧНІ АСПЕКТИ ВИВЧЕННЯ ПРОСТОРОВИХ ЗМІН КАМЕР СЕРЦЯ ПРИ РЕЗЕКЦІЇ РІЗНИХ ОБ'ЄМІВ ПАРЕНХІМИ ПЕЧІНКИ

Гнатюк М. С., Гданська Н. М., Татарчук Л. В., Монастирська Н. Я.

Резюме. Відомо, що ремоделювання камер серця може бути обумовлено різними змінами гемодинаміки у великому і малому колах кровообігу та системі печінкової ворітної вени. Варто зазначити, що ремоделювання камер серця при пострезекційній портальній гіпертензії досліджено недостатньо.

Мета дослідження – визначити особливості просторових змін камер серця при видаленні різних об'ємів паренхіми печінки.

Об'єкт і методи дослідження. Досліджено особливості просторових змін камер серця 95 лабораторних статевозрілих білих щурів-самців, які були розділені на 3-и групи. 1-а група включала 30 інтактних тварин, 2-а – 32 щури, у яких видаляли ліву бокову частку печінки (31,5% її паренхіми), 3-я – 33 експериментальні тварини, у яких здійснювали резекцію лівої та правої бокових часток (58,1% паренхіми печінки). Оперативні втручання виконували в умовах тіопенталового наркозу з дотриманням правил асептики та антисептики. Евтаназію тварин виконували кровопусканням в умовах тіопенталового наркозу. Проводили планіметрію та об'ємні виміри камер серця. При цьому визначали площу ендокардіальної поверхні лівого, правого шлуночків, планіметричний індекс, площу лівого, правого передсердь, планіметричний індекс передсердь, приносні, виносні та резервні об'єми шлуночків. З камер серця виготовляли гістологічні мікропрепарати. Кількісні показники обробляли статистично.

Результати дослідження та їх обговорення. Встановлено, що гемодинамічні розлади при пострезекційній портальній гіпертензії впливали на гемодинаміку у великому колі кровообігу та зміни просторових характеристик камер серця. Так, площа ендокардіальної поверхні лівого шлуночка при цьому ($p < 0,001$) збільшилася на 25,8%, а правого – на 30,7% ($p < 0,001$), планіметричний індекс зменшився на 3,7%. Площа ендокардіальної

поверхні лівого передсердя зросла на 25,6%, правого – на 20,4% ($p < 0,001$), планіметричний індекс – на 4,3% ($p < 0,05$). В умовах пострезекційної портальної гіпертензії приносний об'єм лівого шлуночка збільшився на 29,9%, виносний об'єм – на 68,0% ($p < 0,001$), резервний об'єм зменшився на 8,7%. У правому шлуночку вказані об'єми змінилися відповідно на 24,8%, 88,6% ($p < 0,001$) та 6,2%. Отже, резекція лівої та правої бокових часток печінки призводить до розвитку пострезекційної портальної гіпертензії, при якій виникає нерівномірне, диспропорційне розширення камер серця, зростання приносних і виносних та зменшення резервних об'ємів шлуночків. Найвираженіше зменшення резервного об'єму при цьому виявлено у лівому шлуночку.

Ключові слова: резекція печінки, пострезекційна портальна гіпертензія, камери серця, ремоделювання.

MORPHOMETRIC ASPECTS OF THE STUDY OF SPATIAL CHANGES OF THE CHAMBER OF THE HEART AT RESECTION OF DIFFERENT VOLUMES OF THE LIVER PARENCHYMA

Hnatjuk M. S., Hdanska N. Ja., Tatarchuk L. V., Monastyrskaya N. Ja.

Abstract. It is known that the remodeling of the chambers of the heart can be caused by various changes in hemodynamics in the great and small circles of blood circulation and the system of the hepatic portal vein. It should be noted that the remodeling of the heart chambers in postresection portal hypertension has not been studied enough.

The purpose of research to study the features of spatial changes of the chambers of the heart at the removal of different volumes of the liver parenchyma.

Methods and Material. Peculiarities of spatial changes of heart chambers of 95 laboratory adult white male rats, which were divided into 3 groups, were studied. The 1 group included 30 intact animals, the 2 – 32 rats in which the left lateral lobe of the liver was removed (31.5% of its parenchyma), the 3 – 33 experimental animals in which resection of the left and right lateral lobes was performed (58.1% of the liver parenchyma). Surgical interventions were performed under thiopental anesthesia in accordance with the rules of asepsis and antiseptics. Euthanasia of animals was performed by bloodletting under conditions of thiopental anesthesia. Planimetry and volumetric measurements of heart chambers were performed. The endocardial surface area of the left and right ventricles, the planimetric index, the area of the left and right atria, the planimetric index of the atria, the afferent, external and reserve volumes of the ventricles were determined. Histological micropreparations were made from heart chambers. Quantitative indicators were processed statistically.

Results and Discussion. It was found that hemodynamic disorders in postresection portal hypertension affected hemodynamics in the great circle of blood circulation and changes in the spatial characteristics of the heart chambers. Thus, the area of the endocardial surface of the left ventricle at the same time increased by 25.8%, and the right – by 30.7% ($p < 0.001$), the planimetric index decreased by 3.7%. The area of the endocardial surface of the left atrium increased by 25.6%, the right – by 20.4% ($p < 0.001$), the planimetric index – by 4.3% ($p < 0.05$). In the conditions of postresection portal hypertension, the inflow volume of the left ventricle increased by 29.9%, the outflow volume – by 68.0% ($p < 0.001$), the reserve volume decreased by 8.7%. In the right ventricle, these volumes changed by 24.8%, 88.6% ($p < 0.001$) and 6.2%, respectively. Thus, resection of the left and right lateral lobes of the liver leads to the development of postresection portal hypertension, in which there is an uneven, disproportionate expansion of the heart chambers, growth of the fetal and external and reduced reserve volumes of the ventricles. The most pronounced decrease in reserve volume was found in the left ventricle.

Key words: resection of the liver, postresection portal hypertension, chambers of the heart, remodeling.

ORCID кожного автора та їх внесок до статті:

Hnatjuk M. S.: 0000-0002-4110-5568 ^{ADEF}

Hdanska N. Ja.: – ^{BD}

Tatarchuk L. V.: 0000-0002-4678-4205 ^{DE}

Monastyrskaya N. Ja.: 0000-0003-2799-0895 ^{CD}

Конфлікт інтересів:

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Адреса для кореспонденції

Гнатюк Михайло Степанович

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

Адреса: Україна, 46001, м. Тернопіль, вул. Майдан Волі 1

Тел.: +380674765285

E-mail: hnatjuk@tdmu.edu.ua

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.

Рецензент – проф. Проніна О. М.

Стаття надійшла 04.02.2021 року

Стаття прийнята до друку 05.08.2021 року