

УДК 616.141- 089.11- 02: 616.24- 089.87] – 092.9

**СТРУКТУРНО-ПРОСТОРОВА ПЕРЕБУДОВА ВЕН МАЛОГО КОЛА КРОВООБІГУ ПІСЛЯ РЕЗЕКЦІЇ ЛЕГЕНЬ У СОБАК****Герасимюк І.Є.***Тернопільська державна медична академія ім. І.Я. Горбачевського, м. Тернопіль***Ключові слова:** резекція легень, легенева артеріальна гіпертензія, набряк, гіпертрофія, асиметрія

**Вступ.** Резекція легень знайшла широке застосування у торакальній хірургії і нерідко буває єдиним способом радикального лікування цілого ряду захворювань [7, 15]. Не дивлячись на всі намагання хірургів поєднати радикальність операції з максимальним збереженням легеневої паренхіми, в клінічній практиці нерідко виникають умови, які ставлять питання про необхідність проведення обширних резекцій чи повторних втручань на уже оперованих легенях [9, 14].

Водночас відомо, що скорочення об'єму кровоносного русла малого кола кровообігу дихальної поверхні після резекції легень веде до зростання судинного опору і розвитку легеневої артеріальної гіпертензії [3, 10, 12]. В розумінні патогенезу, а значить розробці ефективних способів корекції пострезекційної легеневої артеріальної гіпертензії і профілактики її ускладнень важливе значення має встановлення особливостей динаміки морфо-функціональної перебудови судин малого кола кровообігу. Хоча на сьогоднішній день проведено значну кількість клінічних і експериментальних досліджень, що присвячені вивченню морфологічного стану судинного русла резекованої легені, більшість з них акцентована на вивченні артеріальної ланки і майже повністю лишає поза увагою венозний відділ малого кола кровообігу. В той же час існує думка про активну участь притоків легеневих вен у формуванні легеневого судинного опору [8].

Найбільш об'єктивну оцінку структурно-просторової організації і тісно пов'язаної з нею пропускної здатності судинних русел можна дати використовуючи кількісні показники [6, 11]. Зокрема це може стосуватися зміни величин діаметра просвіту

і довжини судин, а також ступеня асиметрії галужень, які залежать від рівня гідродинамічного навантаження [2]. Стосовно розуміння асиметрії, а також причин і механізмів її порушення, то вона, як справедливо відмічає В.І. Жог [4], набуває рис базової теоретичної ідеї, яка дозволяє пояснювати найрізноманітніші явища. На даний час асиметрію відносять до динамічних показників [13]. Завдяки цьому оцінка стану організму на підставі контролю за ступенем асиметрії знайшла широке застосування у клінічній практиці [5], а дослідження біоритмічних характеристик асиметрії доцільно використовувати як елемент вивчення адаптаційних механізмів [1].

**Матеріали та методи.** Дослідження виконане на 42 безпородних різностатевих собаках з масою тіла від 16 до 18 кг і віком від 2 до 6 років, яким в умовах асептики і антисептики та при штучній вентиляції легень під дроперидол-кетаміновим знечуленням виконували резекцію таких об'ємів легеневої тканини: правобічна нижньочасткова білобектомія (33%), правобічна пульмонектомія (58%) і двобічна обширна резекція легень (67%). Групу контролю склали легені 5-и неоперованих собак. Евтаназію тварин проводили шляхом швидкого внутрішньовенного введення великих доз концентрованого розчину тіопенталу натрію (на 5, 30, 90, 180 добу після операції). Для рентгенконтрастного дослідження здійснювали наливку гілок легеневих вен водною суспензією свинцевого сурика під тиском 15–20 мм. рт. ст. Просторову оцінку рентгенангіограм проводили за методикою К.А. Шошенко і співавт. [2], згідно якої структурною одиницею судинного русла визначено трійник (розгалуження, біфуркацію), який складається

із трьох судин: стовбура та двох його гілок і конфігурація якого детермінується гемодинамічним фактором. В судинному трійнику вимірювали діаметр основного стовбура ( $D_0$ ), товстішої ( $D_1$ ) і тоншої ( $D_2$ ) гілок, сумарний кут галуження ( $\phi_0$ ) і його складові частини: кут відхилення товстішої ( $\phi_1$ ) і тоншої ( $\phi_2$ ) гілок наступних порядків, довжину основного стовбура ( $L$ ).

На підставі вимірюваних характеристик трійника розраховували:

- коефіцієнт асиметрії:  $H_2 = D_{22} / D_{12} + D_{22}$ ,
- коефіцієнт галуження:  $k = D_{12} + D_{22} / D_{02}$ ,
- відносну довжину судини:  $I_{відн} = L / D_0$ .

Для гістологічного дослідження брали кусочки із різних відділів легень. Зрізи фарбували гематоксиліном і еозином, за Вейгертом та за Ван Гізон. Крім того, під час операції, а також в різні терміни спостереження пункційним методом реєстрували тиск у легеневій артерії (ТЛА) і передній попрожнестій вені (ТППВ). Об'ємну швидкість кровоплину (ОШК) по легеневій артерії (ЛА) визначали за допомогою витратоміра крові РКЭ 2 – БИ.

Результати досліджень та їх обговорення. Резекція 33% легеневої паренхіми суттєво не впливала на стан легеневої гемодинаміки. ТППВ

впродовж усіх термінів спостереження практично не змінювався, а деяке підвищення ТЛА, котре відмічалось на 5 добу, протягом місяця повністю нівелювалося і ТЛА повертався до норми. Це свідчить про достатні компенсаторні можливості кардіопульмональної системи в таких умовах. Морфологічним підтвердженням даного положення були незначні зміни пристосувального характеру в судинах та паренхімі легень.

Для комплексної оцінки контрастних рентгенангіограм ми використовували градацію гілок легневих вен за їх належністю до структурних відділів легень.

Як випливає з даних табл. 1, лише у віддаленому післяопераційному періоді (90–180 днів після операції) на стороні втручання суттєво збільшувалася абсолютна і відносна довжина судинних трійників II – III порядків, як прояв вікарної емфіземи часток, що залишилися. В ранньому післяопераційному періоді (5 днів після операції) реакцією на тимчасове підвищення ТЛА можна вважати тенденцію до зростання  $\phi_2$  в трійниках IV – V порядків. На протилежній від оперованої легені суттєвих відхилень стереометричних характеристик від норми зафіксувати не вдалося.

Таблиця 1

Показники структурно-просторової організації гілок легневих вен у собак на стороні втручання після правобічної нижньочасткової білобектомії ( $M \pm m$ )

Термін	Порядок судинного трійника	Параметри					
		$D_0$	$I_{відн}$	$H_2$	K	$\phi_1$	$\phi_2$
Контроль	II	4,47 ± 0,41	2,21 ± 0,11	17,33 ± 0,88	85,67 ± 2,96	10,37 ± 0,52	34,63 ± 1,69
	III	1,73 ± 0,18	3,97 ± 0,20	29,00 ± 1,52	101,00 ± 3,61	15,07 ± 1,07	37,43 ± 2,02
	IV	0,93 ± 0,09	4,73 ± 0,17	36,00 ± 1,15	115,32 ± 4,63	20,80 ± 1,58	41,87 ± 1,32
	V	0,60 ± 0,06	5,69 ± 0,35	40,01 ± 2,64	116,02 ± 6,43	29,00 ± 0,93	43,20 ± 1,26
5 днів	II	4,60 ± 0,15	2,28 ± 0,08	19,00 ± 1,00	86,33 ± 4,17	10,20 ± 0,64	34,00 ± 0,58
	III	1,87 ± 0,09	4,08 ± 0,25	29,00 ± 1,53	94,34 ± 6,76	15,47 ± 1,33	38,27 ± 1,04
	IV	0,97 ± 0,09	5,01 ± 0,34	38,67 ± 1,76	113,33 ± 10,04	19,13 ± 1,27	44,10 ± 1,33
	V	0,63 ± 0,03	5,47 ± 0,43	40,66 ± 0,88	117,32 ± 3,33	28,63 ± 0,81	46,01 ± 1,85
30 днів	II	4,60 ± 0,29	2,29 ± 0,06	18,00 ± 0,57	87,67 ± 0,33	10,17 ± 0,61	34,97 ± 1,04
	III	1,83 ± 0,15	4,11 ± 0,08	27,67 ± 1,20	99,66 ± 0,88	14,60 ± 1,13	38,30 ± 0,86
	IV	0,93 ± 0,09	5,15 ± 0,32	38,00 ± 2,31	109,33 ± 3,38	22,03 ± 0,70	42,07 ± 1,41
	V	0,60 ± 0,05	6,18 ± 0,35	39,67 ± 1,20	112,67 ± 6,38	27,20 ± 1,36	44,27 ± 1,88
90 днів	II	4,67 ± 0,19	2,58 ± 0,08	17,68 ± 0,33	88,33 ± 1,67	9,83 ± 0,50	34,17 ± 1,60
	III	1,88 ± 0,08	4,47 ± 0,03	28,33 ± 0,33	94,65 ± 2,96	14,50 ± 1,15	38,63 ± 1,35
	IV	0,96 ± 0,03	5,38 ± 0,15 *	37,00 ± 3,21	114,34 ± 4,81	20,43 ± 0,67	41,43 ± 1,18
	V	0,63 ± 0,03	5,68 ± 0,47	39,66 ± 0,67	117,33 ± 3,34	27,77 ± 2,23	44,30 ± 1,12
180 днів	II	4,60 ± 0,20	2,58 ± 0,07 *	18,00 ± 1,00	88,00 ± 3,06	10,80 ± 1,18	35,30 ± 0,80
	III	1,83 ± 0,12	4,32 ± 0,20	27,00 ± 1,73	95,67 ± 3,71	15,93 ± 0,37	37,17 ± 1,18
	IV	0,94 ± 0,09	5,24 ± 0,30	36,67 ± 2,33	111,68 ± 8,33	20,86 ± 0,10	42,76 ± 0,64
	V	0,60 ± 0,06	5,88 ± 0,23	38,68 ± 1,45	112,67 ± 6,96	30,03 ± 0,64	44,63 ± 0,79

p < 0,05

Гістологічним проявом гемодинамічних зрушень у ранньому післяопераційному періоді були ознаки незначного повнокрів'я і помірного периваскулярного набряку легеневої судин, які носили короткочасний характер і вже через місяць були практично відсутніми.

Видалення понад 50% легеневої тканини, тобто правобічна пульмонектомія і особливо двостороння обширна резекція легень супроводжувалися більш інтенсивними і стійкими як гемодинамічними, так і морфо-функціональними змінами в малому колі кровообігу. Ступінь вираженості цих змін залежав від об'єму оперативного втручання і тривалості післяопераційного спостереження.

Зразу ж після видалення 58 % легень ТЛА зростає на 34 %, ТППВ піднімався на 12-16 мм вод. ст. Видалення 67 % легеневої паренхіми супроводжувалося приростом ТЛА на 65 %, а рівень ТППВ сягав до 20 мм вод. ст. Відчутно знижувалася ОШК. Зазначені гемодинамічні відхилення імовірно

свідчили про активізацію резервів кардіопульмональної системи.

Комплексний аналіз стереометричних показників контрастних рентгенангіограм (Табл. 2) дозволив у ранньому післяопераційному періоді виявити збільшення емкісних характеристик венозних трійників V порядку, яке підтверджувалося зниженням у них К і співпадало з наростанням симетрії трійників IV порядку, що відповідно визначалося достовірним збільшенням Н<sub>2</sub>. Особливо наглядно це спостерігалось після двобічних обширних резекцій і гістологічно проявлялося повнокрів'ям дрібних вен із звуженням їх просвіту в місцях впадіння в колектори наступних порядків (рис. 1). Вени більш крупного калібру залишалися відносно інертними. Зазначені зміни свідчать про особливу функціональну активність вен з діаметром просвіту меншим за 1 мм і венул, яку вони проявляють, зокрема, в умовах пострезекційної легеневої артеріальної гіпертензії.

Таблиця 2

Показники структурно-просторової організації гілок легеневої вен у собак після двобічної обширної резекції легень (M ± m)

Термін	Порядок судинного трійника	Параметри					
		D <sub>0</sub>	I <sub>вдн</sub>	H <sub>2</sub>	K	φ <sub>1</sub>	φ <sub>2</sub>
Контроль	II	4,47 ± 0,41	2,21 ± 0,11	17,33 ± 0,88	85,67 ± 2,96	10,37 ± 0,52	34,63 ± 1,69
	III	1,73 ± 0,18	3,97 ± 0,20	29,00 ± 1,52	101,00 ± 3,61	15,07 ± 1,07	37,43 ± 2,02
	IV	0,93 ± 0,09	4,73 ± 0,17	36,00 ± 1,15	115,32 ± 4,63	20,80 ± 1,58	41,87 ± 1,32
	V	0,60 ± 0,06	5,69 ± 0,35	40,01 ± 2,64	116,02 ± 6,43	29,00 ± 0,93	43,20 ± 1,26
5 днів	II	5,10 ± 0,41	2,59 ± 0,03 *	19,00 ± 1,00	85,00 ± 1,53	11,07 ± 0,95	34,48 ± 1,07
	III	2,03 ± 0,12	4,39 ± 0,05	31,32 ± 0,33	105,33 ± 2,91	15,47 ± 0,80	39,26 ± 1,38
	IV	1,17 ± 0,09	5,15 ± 0,04	40,33 ± 0,88 *	115,68 ± 2,18	23,33 ± 1,45	44,37 ± 0,99
	V	0,80 ± 0,06	5,68 ± 0,27	43,34 ± 0,88	136,00 ± 2,08 *	32,80 ± 1,07	44,42 ± 1,67
30 днів	II	4,83 ± 0,29	2,85 ± 0,16 *	17,34 ± 0,33	86,00 ± 1,15	10,80 ± 0,35	34,33 ± 1,28
	III	1,87 ± 0,12	4,97 ± 0,25 *	29,32 ± 1,67	104,00 ± 2,00	14,09 ± 1,08	38,17 ± 0,75
	IV	1,03 ± 0,09	5,48 ± 0,16 *	39,33 ± 2,03	116,67 ± 3,18	24,00 ± 0,61	44,03 ± 1,13
	V	0,70 ± 0,06	6,03 ± 0,39	42,33 ± 0,88	127,33 ± 2,85	32,11 ± 1,31	45,03 ± 1,80
90 днів	II	5,30 ± 0,26	3,04 ± 0,05 *	18,00 ± 0,58	82,67 ± 2,60	10,23 ± 0,62	35,07 ± 0,35
	III	2,03 ± 0,08	4,75 ± 0,07 *	31,00 ± 1,15	100,68 ± 5,45	14,47 ± 1,21	39,80 ± 2,28
	IV	1,13 ± 0,07	5,46 ± 0,13 *	40,67 ± 1,20 *	121,00 ± 7,50	23,76 ± 0,90	44,53 ± 1,21
	V	0,80 ± 0,06	5,95 ± 0,08	43,33 ± 0,88	136,67 ± 1,67 *	32,87 ± 0,38	45,30 ± 1,47
180 днів	II	5,57 ± 0,24	3,27 ± 0,11 *	18,33 ± 0,67	82,67 ± 0,67	10,87 ± 0,07	35,20 ± 0,90
	III	2,18 ± 0,13	5,12 ± 0,09 *	31,34 ± 0,88	103,66 ± 6,98	14,93 ± 0,38	39,13 ± 1,30
	IV	1,23 ± 0,12	5,80 ± 0,23 *	41,32 ± 1,45 *	122,00 ± 12,16	25,20 ± 1,09	45,17 ± 0,92
	V	0,87 ± 0,07 *	5,83 ± 0,21	43,68 ± 0,88	127,00 ± 10,81	34,77 ± 0,45	46,60 ± 1,47

\* p < 0,05

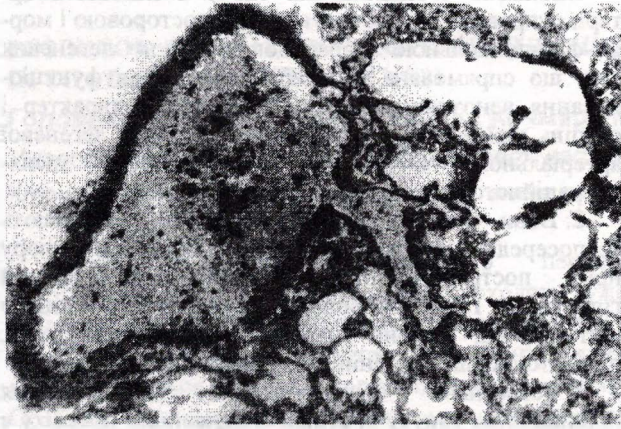


Рис. 1. Повнокрів'я легеневих вен собаки із звуженням просвіту при впадінні у колекторну вену через 5 днів після двобічної обширної резекції легень. Забарвлення гематоксилином і еозином. Ок. 7, об. 10.

В терміні від 1 до 3 місяців після операції були відмічені прояви часткової компенсації порушених функцій серцево-судинної і дихальної системи. Так показник ТЛА після правобічної пульмонектомії перевищував контрольні дані не більше ніж на 25 – 30%, а після двобічних обширних резекцій – не більше ніж на 45–50%. Дещо посилювалося кровопостачання легень.

Покращення функціональних показників сприяло стабілізації структурно-просторових і гістологічних змін у легеневих венах. Дещо знижувалися їх ємкісні характеристики, а також коефіцієнт асиметрії. Проте абсолютна довжина основних стовбурів судинних трійників та довжинно-діаметральні співвідношення продовжували поступово наростати (табл. 2), що можна розцінювати як прояв перерозтягнення міжальвеолярних перегородок при прогресуванні вікарної емфіземи часток, котрі залишилися.

Починаючи з 3 і до 6 місяця післяопераційного періоду нами відмічено повторне погіршення гемодинаміки у малому колі кровообігу: виражене збільшення ТЛА супроводжувалося зменшенням об'ємної швидкості магістрального кровотоку по легеневій артерії.

Як впливає із даних табл. 2 у віддалені терміни після операції у венозних трійниках IV і V порядків відновлювалися і прогресували зміни, що були виявлені в ранньому післяопераційному періоді. До них приєднувалося достовірне збільшення діаметра вен V порядку (рис. 2). Гістологічно в цей період визначалося повнокрів'я дрібних вен із спастичним звуженням їх просвіту при впадінні у магістралі (рис. 3), а також явища гіпереластозу венозних стінок з гіпертрофією гладком'язового шару (рис. 4).

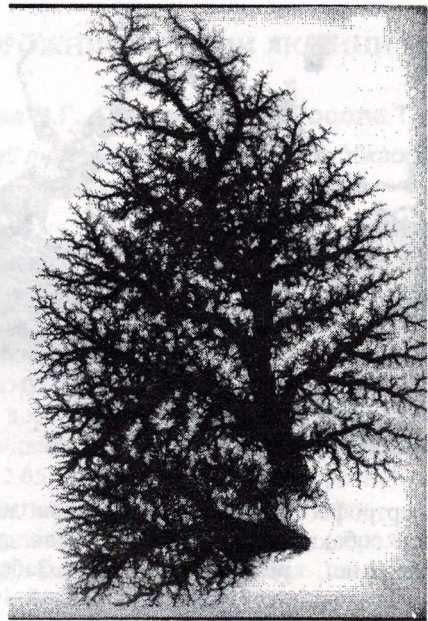


Рис. 2. Розширення просвіту дрібних і збільшення довжини магістральних легеневих вен собаки через 6 місяців після двобічної обширної резекції легень. Фото з рентгенангіограми.

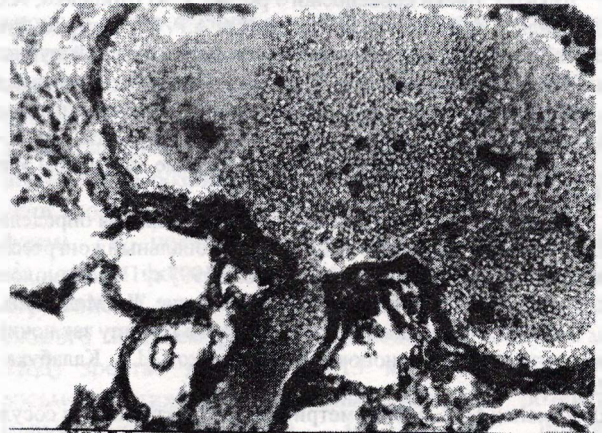


Рис. 3. Інтрамуральні гілки легеневих вен собаки через 3 місяці після правобічної пульмонектомії. Спастичне звуження просвіту підольової вени при її впадінні у субсегментарну. Забарвлення гематоксилином і еозином. Ок. 7, об. 20.

Що стосується величини кутів галузень венозних трійників, то слід зауважити, що вона на всіх етапах спостереження залишалася практично незмінною. Відмічено лише незначну тенденцію до збільшення  $\phi_2$  у віддаленому післяопераційному періоді. Останнє схиляє до думки, що виявлені у венозному відділі малого кола кровообігу зміни при пострезекційній легеневій артеріальній гіпертензії є скоріше наслідком рефлекторних, ніж безпосередніх гемодинамічних впливів.

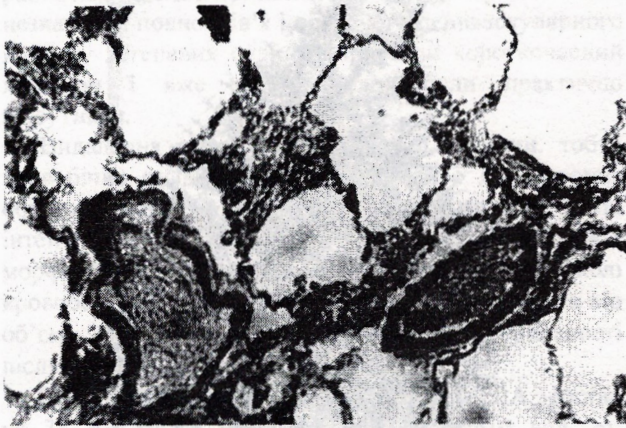


Рис. 4. Гіпертрофія м'язового шару гілок легеневих вен собаки через 6 місяців після двобічної обширної резекції легень. Забарвлення гематоксиліном і еозином. Ок. 7, об. 10.

**Висновки.** 1. Підвищення тиску в легеневій артерії супроводжується структурно-просторовою і морфо-функціональною перебудовою гілок легеневих вен, що спрямована на стабілізацію умов функціонування венозних магістралей, причому характер і ступінь цієї перебудови залежить від рівня легеневої артеріальної гіпертензії і тривалості післяопераційного спостереження.

2. Вени малого кола кровообігу приймають безпосередню участь у формуванні судинного опору при пострезекційній легеневій артеріальній гіпертензії. Провідна роль у регулюванні венозного відтоку від легень належить субсегментарним, підчасточковим і дрібнішим за них венам.

3. Резистивна функція вен забезпечується підвищенням тонусу їх стінок із звуженням просвіту в місцях впадіння дрібних вен у магістральні, наростанням симетрії галузень, гіпереластозом та гіпертрофією лейоміоцитів.

4. Адаптаційно-компенсаторні зміни у венозному руслі легень є наслідком скоріше рефлекторних, ніж безпосередніх гемодинамічних впливів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Аврунин А.С., Корнилова Н.В. Асимметрия параметров – основа структуры пространственно-временной организации функций // Морфология. – 2000. – Т. 117, № 2. – С. 80 – 85
2. Архитектоника кровеносного русла / К.А. Шошенко, А.С. Голуб, В.И. Брод. – Новосибирск: Наука, 1982. – 123 с.
3. Вайда Р.И., Герасимюк И.Е., Вайда А.Р. Структурно-функциональные особенности микроциркуляторного русла миокарда после резекции легких // Физиологический журнал. – 1988. – Т. 34, № 6. – С. 27-32.
4. Жог В.И. Единства симметрии и асимметрии и научное познание // Философские науки. – 1984. – № 6. – С. 34 – 42
5. Изучение изменчивости совокупности антропометрических признаков у нормальных новорожденных / Ю.Е. Дуброва, И.К. Дамбуева, В.Д. Прохоровская и др. // Генетика. – 1991. – Т. 27, № 11. – С. 2013 – 2019
6. Сердюк А.Н. Некоторые количественные параметры артериального русла сердца // Морфология. – 1996. – Т. 110, № 5. – С. 51– 53
7. Современные гемодинамические критерии для определения объема операции при резекции легких / Н.Е. Хорохордин, И.В. Мосин, В.А. Леоско и др. // 7 Национальный конгресс по болезням органов дыхания. Хирургическое лечение заболеваний легких: Москва, 2-5 июля 1997 г. Пульмонология. – 1997. – 1550
8. Ткаченко Б.И. Венозное кровообращение. Л.: Медицина, 1979. – 222 с.
9. Удаление оставшихся отделов легкого по типу заключительной пневмонэктомии у больных с бронхо-легочной патологией / Б.В. Радионов, Ю.Ф. Савинков, И.А. Калабуха и др. // Украинський пульмонологічний журнал. – 2000. – № 3 (29). – С. 52-54
10. Усманов М.У. Морфометрическая характеристика сосудов малого круга кровообращения у собак после обширных резекций легких. // Морфология. – 1992. – Т. 20, № 1. – С. 53-59.
11. Analys of flow in coronary epicardial arterial tree and intramyocardial circulation / Manor D., Dideman S., Dinnar U., Beyar R. // Medical & Biological & Computing. – 1994. – V. 32, № 4. Suppl. S. 133 – 143
12. Effects of pneumonectomy on pulmonary input impedance. / Lucas C.L., Murray G.F., Wilcox B.R., Shallal J.A. // Surgery. – 1983. – V. 94, № 5. – P. – 807-815.
13. Henley E. Introduction to colloquium. // Proc. nat. Acad. Sci. USA. – 1996. – V. 93, № 25. – P. 14215
14. Lung resection for recurrence after pneumonectomy for metastases / Dominique Grunenwald, Lorenzo Spaggiari, Philippe Girard et al. // Bulletin du Cancer. – 1997. – V. 84, №3. – P. 277-281
15. Weissberg D. Resection of lung cancer invaliding the diaphragm // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. – 2001. – №121. – P. 821.

## SUMMARY

### STRUCTURE-AREAL REBUILD OF DOGS SMALL BLOOD FLOW CIRCLE VEINS AFTER LUNG RESECTION.

**Herasymyuk I.E.**

Researches were made on dogs, who were taken away 33%, 58% and 67% of lung parenchima. By means of functional and morphological methods it was established, that resection of 33 % of lungs is not accompanied with important changes of lung hemodynamics and morpho-functional state of lung veins. Taking off the 58% and 67% of lung parenchima was accompanied with a resistant disfunction of hemodynamics. In early terms it was accompanied with increasing of the vessel walls tonus. It was observed hyperealastosis, increasing of veins' walls thickness because of hypertrophy of their instriated muscular layer in the later terms. Increasing of simetry bifurcation level were established.

**Key words:** lung resection, lung arterial hypertension, congesting edema, hypertrophy, asimetry