

Н. Е. Хорохордин, В. А. Леоско, П. К. Яблонский, К. М. Лебединский, А. А. Бояркин,
Е. В. Прокофьева, И. В. Карманов, А. А. Лаврушин

ВАРИАНТЫ ПЕРЕСТРОЙКИ ФУНКЦИИ ПРАВОГО СЕРДЦА ПРИ ПНЕВМОНЭКТОМИИ

Санкт-Петербургская медицинская академия последипломного образования, Санкт-Петербургский государственный университет, городская многопрофильная больница № 2, Санкт-Петербург

Цель исследования — комплексная оценка гемодинамических изменений при пневмонэктомии с использованием возможностей легочной артериальной волюметрии (ЛАВ). *Материал и методы.* В исследование было включено 72 пациента, средний возраст 51 год, масса тела — 68 кг, перенесших пневмонэктомию по поводу опухоли легкого под общей анестезией с раздельной ИВЛ (по показаниям — струйной высокочастотной)

Ключевые слова: пневмонэктомия, высокочастотная ИВЛ, легочная артериальная волюметрия (ЛАВ)

OPTIONS FOR RESTRUCTURING OF RIGHT HEART FUNCTIONS DURING PNEUMONECTOMY

Khorokhordin N.E., Leosko V.A., Yablonskiy P.K., Lebedinskiy K.M., Boyarkin A.A., Prokofyeva E.V., Karmanov I.V., Lavrushin A.A.

The aim of the study — a comprehensive assessment of haemodynamic alterations during pneumonectomy using pulmonary arterial volumeter (PAV) opportunities. *Materials and methods.* 72 patients were included in the study, (the average age — 51±3,8 years, body weight — 68 ±7 kg), who underwent pneumonectomy about lung tumors under general anesthesia with separate ventilation (on indications — jet high-frequency ventilaton)

Key words: pneumonectomy, high-frequency ventilaton (HFV), pulmonary arterial volumeter (PAV)

Введение. Рост частоты опухолей органов дыхания в развитых странах в последние десятилетия [8] заставляет сосредоточить особое внимание на задачах анестезиологического обеспечения резекций легких в условиях, когда существовавшие ранее возрастные и функциональные ограничения повсеместно пересматриваются. Традиционные критерии функциональной операбельности, в частности вентиляционные показатели, уже не рассматриваются как решающие [14]. Многие авторы полагают, что удовлетворительный функциональный статус системы кровообращения позволяет рассчитывать на благоприятное течение ближайшего послеоперационного периода даже тогда, когда вентиляционная способность легких, как правило по причине хронической обструктивной болезни, значительно снижена [10].

Цель работы — комплексная оценка гемодинамических перестроек при пневмонэктомии с использованием возможностей легочной артериальной волюметрии — ЛАВ.

Материал и методы. В работу включены данные 72 пациентов (55 мужчин, средний возраст 51 ± 3,8 года, масса тела 68 ± 7 кг), перенесших пневмонэктомию по поводу опухоли легкого в условиях многокомпонентной общей анестезии с раздельной ИВЛ (по показаниям струйной высокочастотной). Нами были определены следующие показания к инвазивной оценке кровообращения при резекциях легких (табл. 1).

После получения письменного информированного согласия больного легочную артерию катетеризировали катетером Сва-на—Ганца, снабженным обычным термистором [11] таким образом, чтобы последний располагался на минимальном расстоянии (2—3 см) от клапанов легочной артерии [15]. Для определения минутного объема кровообращения (МОК) и ПЖКДОИ 8—10 мл охлажденного (4—5°C) термоиндикатора вводили трижды (для получения среднего значения) в конце фазы выдоха в течение 1,5—2 с [9, 16]. Показатели функций правого желудочка (ПЖ) рассчитывали по методу, предложенному E. V. Newman и соавт.

Информация для контакта.

Хорохордин Николай Егорович — доц. каф. анестезиологии и реаниматологии медицинского факультета СПбГУ. E-mail: khorokhordin2004@imail.ru

[13] и реализованному в мониторах Термоскан-3Т [4] и PiCCO + VolEF ("Pulsion", Германия). Данные легочной артериальной волюметрии (ЛАВ) фиксировали на этапах после индукции в условиях ИВЛ (1), после торакотомии (2, ПТ), при обработке корня легкого (3), после уменьшения объема легочного сосудистого русла (4, УЛО) перевязкой легочной артерии, спустя 15 мин (5) и 30 мин (6) после УЛО, по окончании операции в условиях ИВЛ (7) и по окончании анестезии при самостоятельном дыхании (8).

Критерии оценки функций ПЖ [5], разработанные с учетом данных Е. В. Флерова [2], сведены в табл. 2. Оценивали также предложенный нами [6] пострезекционный индекс (ПРИ) — произведение отношений величин КДОПЖ, ФИПЖ и $P_{\text{лат}}$ на этапах 2 и 4: ПРИ = $(\text{КДОПЖ}_{\text{ПТ}}/\text{КДОПЖ}_{\text{УЛО}}) \cdot (\text{ФИПЖ}_{\text{ПТ}}/\text{ФИПЖ}_{\text{УЛО}}) \cdot (P_{\text{латПТ}}/P_{\text{латУЛО}})$.

Анализ частоты градаций признаков выполняли с помощью медицинской исследовательской информационной системы [1]. После проверки распределений на нормальность парные (сопряженные) выборки сравнивали с помощью парного t_0 -критерия Стьюдента, межгрупповые различия оценивали по t -критерию Стьюдента.

Результаты исследования и их обсуждение

Эффекты изменений внутригрудного давления (ИВЛ до и после пневмоторакса). Результаты частотного анализа градаций изученных показателей для всего массива данных, полученных на первых трех этапах исследования, представлены в табл. 3.

Диастолическая дисфункция (ИКДОПЖ > 120 мл • м²) выявлялась у 40% больных уже до начала операции, а при работе на корне легкого ее частота достигала 43%. Доля наблюдений с удовлетворительным комплайенсом миокарда ПЖ (ИКДОПЖ/СДПП > 30 мл • м²/мм рт. ст.) к моменту обработки корня легкого уменьшалась с 36 до 8%. Относительно невысокая (11%) частота гиповолемии (ИКДОПЖ < 70 мл • м²) достигала 19% при работе на корне.

Систолическая дисфункция (ФИПЖ ≤ 30%) выявлялась до начала операции в 54% наблюдений, при работе на корне легкого частота ее увеличивалась до 64%. Динамика показателя $P_{\text{лат}}/\text{ИКСОПЖ} < 0,3$ мм рт. ст./мл • м² также указывала на то, что при работе на корне легкого у многих больных к диастолической дисфункции присоединялась систолическая дисфункция ПЖ.

Показатели постнагрузки ($P_{\text{за}} > 20$ мм рт. ст., индекс общего

Таблица 1

Распределение больных, перенесших пневмонэктомию, в зависимости от показаний к инвазивной оценке кровообращения

Показания	Пневмонэктомию
Признаки дисфункции правого желудочка (ХОБЛ, стадия III, IV)	41
Планируемая пневмонэктомия справа (у больных старше 50 лет)	10
Расчетное ОФВ ₁ (проFEV ₁) после операции < 40%	13
Эпизоды тромбоза легочной артерии в анамнезе	5
Признаки дисфункции левого желудочка (фракция изгнания левого желудочка < 50%)	3

легочного сопротивления ИОЛС > 60 дин • с • см⁻⁵ • м²) свидетельствовали, что при работе на корне легкого (еще до перевязки легочной артерии) увеличение признаков систолической и диастолической дисфункции ПЖ было следствием изменения условий оттока из ПЖ.

Показатели насосной дисфункции ПЖ (МОК/КДОПС = 10 ... 15 л • мин/л) свидетельствовали, что при работе на корне легкого нарушения механизма Франка—Старлинга формировались более чем у 1/3 (37,5%) больных. Также более чем в 1/3 случаев это приводило к значительному снижению сердечного индекса (СИ = 1,2 ... 2,0 л • м • мин⁻¹).

Как видно, диастолическая, систолическая и насосная функции ПЖ заметно менялись еще до уменьшения объема легочного сосудистого русла. При этом высокая частота диастолической дисфункции ПЖ побудила нас выделить группы больных по величине КДОПЖ до начала операции, в том числе с признаками гиповолемии ПЖ.

Эффекты обработки корня легкого и редукции легочного сосудистого русла в группах больных, выделенных согласно ИКДОПЖ. 1-ю группу составили 24 больных с ИКДОПЖ на первом этапе > 120 мл • м², 2-ю группу — 20 пациентов с ИКДОПЖ < 120 мл • м².

Диастолическая функция ПЖ. Согласно данным, представленным в табл. 4, пациенты, реагирующие на повышение внутригрудного давления значительным увеличением ИКДОПЖ, оказывались способны ответить на уменьшение суммарного сечения легочного сосудистого русла (англ. — cross section area) увеличением объема ПЖ даже в неблагоприятных условиях этапа выделения элементов корня. На 3-м этапе частота грубого снижения комплайенса ПЖ (ИКДОПЖ/СДПП ≤ 8,0) составила в 1-й группе 10%, во 2-й группе 19%. На 4-м этапе значения ИК-

Таблица 2

Критерии дисфункций правого желудочка и гиповолемии

1. Показатели диастолической дисфункции правого желудочка. Конечно-диастолический объем правого желудочка КДОПЖ > 120 мл • м ² Индекс конечно-диастолической податливости (комплаинс) правого желудочка ИКДОПЖ/СДПП < 10 мл • м ² /мм рт. ст.
2. Показатели систолической дисфункции правого желудочка Фракция изгнания ФИПЖ < 30% Конечно-систолический объем правого желудочка КСОПЖ > 100 мл • м ² Индекс конечно-систолической жесткости правого желудочка P _{ла} /ИКСОПЖ < 0,3 мм рт. ст./мл • м ²
3. Показатели насосной дисфункции правого желудочка Минутный объем кровообращения МОК < 4,0 л • мин (СИ < 2,0 л • м ² • мин) Индекс функции правого сердца МОК/КДОПС < 15 л • мин/л
4. Показатель гиповолемии ИКДОПС < 100 мл • м ²

Таблица 3

Распределение частот градаций показателей, отражавших состояние диастолической, систолической и насосной функций сердца, постнагрузки правого желудочка на первых трех этапах исследования у больных, перенесших пневмонэктомию

Критерии дисфункции ПЖ	Этап исследования					
	1-й		2-й		3-й	
	n/N	%	n/N	%	n/N	%
ИКДОПЖ > 120, мл • м ²	20/46	43,5	18/44	40,9	18/44	42,9
ИКДОПЖ < 70, мл • м ²	5/46	10,9	6/44	13,6	7/44	9,0
ИКДОПЖ/СДПП > 30, мл • м ² /мм рт. ст.	16/44	36,4	3/44	6,8	3/44	7,7
ФИПЖ ≤ 30%	25/46	54,3	21/44	47,7	27/44	64,3
P _{ла} /КСОИ ≤ 0,3, мм рт. ст.	24/46	52,2	24/44	54,5	18/44	45,0
P _{ла} > 20, мм рт. ст.	11/52	21,2	12/52	23,5	22/52	47,9*
ИОЛС > 600, дин • с • см ⁻⁵ • м ²	18/52	34,6	22/52	45,1	28/52	58,3*
МОК/КДОПС = 10 ... 15, л • мин/л	18/46	39,1	22/46	50,0	15/52	37,5
СИ > 1,2 ... 2,0, л • м ² • мин	11/52	21,2	10/52	19,6	17/52	35,4

Примечания. Этапы исследования: 1-й — в наркозе (ИВЛ при закрытой грудной клетке), 2-й — после пневмоторакса (ИВЛ при открытой грудной клетке), 3-й — при работе на корне легкого, n — число наблюдений для данной градации показателя, N — общее число наблюдений для данного показателя (оно разнилось, так как у некоторых больных на каждом из первых трех этапах оценить функциональные объемы не удалось). Различия достоверно ($p < 0,05$): * — по отношению к значению показателя на 1-м этапе.

ДОПЖ составили соответственно $139 \pm 12,4$ и $108 \pm 8,97$ мл • м² ($p < 0,05$). В условиях редукции легочного сосудистого русла на фоне описанных изменений объемов камер сердца особое значение приобретало состояние систолической функции ПЖ.

Систолическая функция ПЖ. Согласно данным, приведенным в табл. 5, часть наблюдений с ФИПЖ ≤ 30%, свидетельствующая о систолической дисфункции ПЖ, в 1-й группе после уменьшения объема легочного сосудистого русла оставалась наиболее представительной (65%) и при сопоставлении с этапом выделения элементов корня (70%). Во 2-й группе этот показатель также достигал значительных величин (52%). На последующих этапах согласно динамике ФИПЖ ≤ 30% в обеих группах происходил регресс признаков систолической дисфункции. Таким образом, наряду с описанными ранее сдвигами диастолической функции на наиболее травматичных этапах операции развертывалась (подчас даже более выраженная!) систолическая дисфункция. Привлекала внимание высокая информативность градаций таких показателей, как ИКСОПЖ > 105 мл • м² и P_{ла}/ИКСОПЖ ≤ 0,3 мм рт. ст./мл • м², где P_{ла} — систолическое давление в легочной артерии. Характерным был новый пик систолической дисфункции ПЖ на этапе окончания операции.

Постнагрузка ПЖ. Согласно данным, приведенным в табл. 5, часть наблюдений с P_{ла} = 20 ... 30 мм рт. ст., свидетельствовавшим о значительном уровне постнагрузки ПЖ, в 1-й группе при УОЛ при сравнении с этапом выделения элементов корня легкого изменялась мало (с 42 до 37%). Во 2-й группе уровень постнагрузки при УОЛ также был высоким: часть наблюдений с P_{ла} = 20 ... 30 мм рт. ст. составляла 44% (в 1-й группе 48%). На последующих этапах и динамика P_{ла} и динамика ИОЛС указывали на то, что уровень постнагрузки в ближайшие 30 мин после перевязки легочной артерии мог не только снижаться, но и возрастать. Так, во 2-й группе пик частоты наблюдений с ИОЛС > 600 дин • с • см⁻⁵ • м² был отмечен через 15 мин УОЛ, а пик частоты ИОЛС > 400 дин • с • см⁻⁵ • м² (градация не отмечена в табл. 5) — даже через 30 мин УОЛ. Таким образом, описанные выше сдвиги диастолической функции ассоциировались с динамикой постнагрузки ПЖ.

Показатели диастолической, систолической и насосной функций сердца, легочного артериального давления и общего легочного сопротивления при пневмоэктомиях в группах больных, выделенных согласно исходной величине КДОПЖ (1-я группа: ИКДОПЖ > 120 мл • м², n = 20; 2-я группа: ИКДОПЖ ≤ 120 мл • м², n = 26)

Показатель	Группа	Значения показателей на этапах исследования							
		1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й
ИКДОПЖ	1-я	158 ± 8,05***	123 ± 92*	132 ± 12,7	139 ± 1,24***	127 ± 11,4***	123 ± 9,99*	141 ± 13,4	123 ± 8,48*
	2-я	90,5 ± 4,27	105 ± 8,16	102 ± 9,85	108 ± 8,97	90,3 ± 9,92	99,9 ± 7,27	102 ± 7,37	88,9 ± 9,52
ИКДОПЖ/СДПП	1-я	26,1 ± 2,2***	19,1 ± 2,12	18,6 ± 2,29	17,6 ± 2,11	17,1 ± 2,48	16,9 ± 2,06	20,6 ± 2,70	16,8 ± 1,69
	2-я	15,0 ± 1,02	15,3 ± 1,30	14,3 ± 1,54	15,0 ± 1,74	14,5 ± 2,18	14,6 ± 1,55	15,5 ± 1,52	15,5 ± 1,52
ФИПЖ	1-я	22,2 ± 1,58***	29,5 ± 1,8V	27,1 ± 2,49	27,4 ± 2,58***	29,9 ± 2,59*,***	29,8 ± 2,26*	26,0 ± 2,16***	29,2 ± 1,83*,***
	2-я	36,6 ± 2,55	33,9 ± 2,52	32,6 ± 2,10	30,3 ± 1,91**	30,6 ± 2,45	32,7 ± 1,77	31,3 ± 1,81	36,2 ± 2,62
P _{лас} /ИКСОПЖ	1-я	0,21 ± 0,02***	0,32 ± 0,04*	0,38 ± 0,05*	0,40 ± 0,07*	0,46 ± 0,09*	0,42 ± 0,08	0,34 ± 0,06*	0,37 ± 0,06*,***
	2-я	0,44 ± 0,04	0,49 ± 0,08	0,50 ± 0,09	0,48 ± 0,06	0,52 ± 0,07	0,47 ± 0,05	0,46 ± 0,06	0,58 ± 0,08
P _{ла}	1-я	18,4 ± 0,95	18,9 ± 1,06	20,8 ± 1,11	22,9 ± 1,36*	21,9 ± 1,20*	21,4 ± 1,91	21,3 ± 1,83	21,8 ± 1,29*
	2-я	17,7 ± 0,89	19,1 ± 0,99	20,7 ± 1,23**	21,5 ± 1,18**	19,8 ± 1,20	20,7 ± 0,91**	20,8 ± 1,13**	21,4 ± 1,49**
ИОЛС	1-я	604 ± 56,1	610 ± 59,3	759 ± 77,5	897 ± 134*	894 ± 125*	864 ± 11*	743 ± 99,2	763 ± 74,1
	2-я	597 ± 47,8	620 ± 44,2	723 ± 72,6	809 ± 82,7**	907 ± 104**	718 ± 65,2	783 ± 111	667 ± 64,8**
МОК/КДОПС	1-я	12,5 ± 0,95***	13,5 ± 0,9***	13,4 ± 0,92***	13,2 ± 1,14	12,9 ± 1,11	13,0 ± 1,07***	14,5 ± 1,20	15,7 ± 1,41***
	2-я	17,2 ± 0,78	17,1 ± 1,17	16,9 ± 0,85	15,7 ± 0,86	15,7 ± 1,21	16,3 ± 0,83	16,6 ± 1,05	20,5 ± 1,24**
СИ	1-я	2,66 ± 0,18	2,65 ± 0,14	2,42 ± 0,17	2,44 ± 0,19	2,45 ± 0,21	2,24 ± 0,17***	2,56 ± 0,18	2,55 ± 0,21
	2-я	2,50 ± 0,11	2,59 ± 0,12	2,57 ± 0,22	2,37 ± 0,14	1,93 ± 0,11**	2,53 ± 0,15	2,57 ± 0,12	2,77 ± 0,20

Примечания: Достоверно (p < 0,05): * — по отношению к исходному значению показателя в 1-й группе, ** — по отношению к исходному значению показателя в 1-й и 2-й группах.

Таблица 5

Изменения структуры ПРИ на этапах оперативного вмешательства в группах, выделенных согласно значениям ПРИ, полученным при сопоставлении 2-го (после торакотомии, ПТ) и 4-го (после уменьшения объема легочного сосудистого русла, УОЛ) этапов

Этап	1-я группа (ПРИ ≤ 0,8)	2-я группа (ПРИ > 0,8 ... 1,0)	3-я группа (ПРИ > 1,0)
	ИКДОПЖ • ФИПЖ • P _{ла}	ИКДОПЖ • ФИПЖ • P _{ла}	ИКДОПЖ • ФИПЖ • P _{ла}
2/1	0,99 • 1,05 • 0,99	1,12 • 0,99 • 1,00	0,93 • 1,42 • 1,17
2/3	1,04 • 1,05 • 0,88	1,04 • 1,08 • 0,89	1,07 • 1,24 • 1,23
2/4	0,94 • 1,02 • 0,77	0,91 • 1,22 • 0,87	1,20 • 1,30 • 0,95
2/5	1,02 • 1,04 • 0,89	1,13 • 1,08 • 0,93	1,18 • 1,40 • 0,94
2/6	1,04 • 0,94 • 0,85	1,13 • 1,00 • 0,89	1,09 • 1,16 • 0,95
2/7	0,86 • 1,14 • 0,87	1,21 • 1,19 • 0,93	1,12 • 1,17 • 0,95
2/8	1,04 • 1,05 • 0,88	1,15 • 1,00 • 0,90	1,11 • 1,13 • 0,93

Примечание. Цифры, выделенные полужирным шрифтом, отражают наибольшие изменения для каждого из показателей, составляющих структуру ПРИ, которые были выявлены при оценке на всех этапах исследования, помимо 4-го.

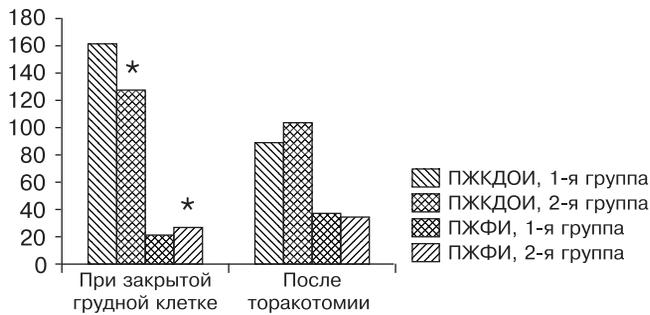
Насосная функция ПЖ. Согласно полученным данным, часть наблюдений с МОК/КДОПС = 5 ... 10 л • мин/л, свидетельствующая о значительном изменении функционирования механизма Франка—Старлинга (уменьшении способности желудочка отвечать на увеличение преднагрузки правого сердца, КДОПС, ростом выброса) составляла в 1-й группе 32% при выделении элементов корня и 37% на этапе УОЛ. При этом, однако, частота хорошей реакции сердца на увеличение преднагрузки (МОК/КДОПС > 15 л • мин/л) удерживалась в 1-й группе на наиболее травматичных этапах на довольно высоком уровне (37—40%).

Обратим внимание, что снижение внутригрудного давления нивелировало различия между группами (см. рисунок) в состоянии диастолической и систолической функций ПЖ, имевшие место до пневмоторакса. Различия насосной функции ПЖ при этом все же сохранялись (МОК/КДОПС в 1-й группе 13,5 ± 0,95 л • мин/л, во 2-й группе 17,1 ± 1,17 л • мин/л; p < 0,05).

Представленные данные позволяли сделать предварительный вывод о фазовом характере сдвигов, являвшихся результатом взаимообусловленных изменений систолической, диастолической и насосной функций ПЖ, а также постнагрузки, которые могли быть отображены с помощью предложенного нами пострезекционного индекса.

Влияние анестезии и операции в подгруппах, выделенных по величине пострезекционного индекса (ПРИ, табл. 6).

В подгруппе 1 (ПРИ ≤ 0,8) реакция на изменение внутригрудного давления при ИВЛ оказалась минимальной. На этапе УЛО наличие относительно низкого диастолического резерва ПЖ (КДОПЖ_{2/4} 0,94) обуславливало значительный (наибольший среди всех подгрупп!) прирост давления в легочной арте-



Уменьшение внутригрудного давления после торакотомии устраняло различия между группами, сформированными согласно ПЖКДОИ (1-я группа $> 120 \text{ мл} \cdot \text{м}^{-2}$, $n = 27$; 2-я группа $\leq 120 \text{ мл} \cdot \text{м}^{-2}$, $n = 25$), имевшиеся при закрытой грудной клетке (в условиях ИВЛ).

$p < 0,05$.

рии ($P_{\text{ла}2/4} 0,77$). Наконец, высокая стабильность систолической функции ПЖ на этапе УЛО отражала достаточный систолический резерв.

Если исходить из структуры пострезекционного индекса при выполнении пробы с окклюзией легочной артерии (ПРИ $0,94 \cdot 1,02 \cdot 0,77$), для этой подгруппы были характерны высокий резерв систолической функции при относительно низком резерве диастолической функции ПЖ. Такие изменения, когда рост постнагрузки не демпфировался увеличением кровенаполнения правых камер, проявлялись довольно резким (на 23%) повышением давления в легочной артерии. Подобный тип функции ПЖ мы расценили как гипердинамический.

После операции прирост КДОПЖ₂₇ компенсировал значительное снижение ФИПЖ (ФИПЖ₂₇ $1,14$) в ответ на сохранявшееся увеличение постнагрузки ($P_{\text{ла}2/7} 0,88$). На последнем этапе значение ПРИ составило $0,96$, т. е. ударная работа ПЖ оказывалась близкой к исходной.

В подгруппе 2 (ПРИ = $0,8 \dots 1,0$) реакция на изменение внутригрудного давления при ИВЛ в основном затрагивала диастолическую функцию ПЖ (ИКДОПЖ₂₁ $1,12$). На этапе УЛО значительное снижение систолической функции ПЖ (ФИПЖ₂₄ $1,22$) развивалось в ответ на существенное увеличение постнагрузки ($P_{\text{ла}2/4} 0,87$).

Согласно структуре пострезекционного индекса (ПРИ = $0,91 \cdot 1,22 \cdot 0,87$), снижение ФИ в этой подгруппе в некоторой мере нивелировалось сдвигом КДО, и в итоге прирост $P_{\text{ла}}$ был не столь резким, как в подгруппе 1 (условная норма). В этих условиях недостаточный диастолический резерв (ИКДОПЖ₂₄ $0,91$) обуславливал возможность уменьшения ударного объема ПЖ. Однако такой тип реакции ПЖ на возросшую постнагрузку при ПРИ = $0,8 \dots 1,0$ мог быть обозначен как умеренная гипердинамия (ударная работа увеличивалась либо не изменялась).

По окончании операции на фоне умеренного увеличения постнагрузки сохранялась систолическая дисфункция (ФИПЖ₂₇ $1,19$), КДОПЖ при этом также оказывался значительно сниженным (ИКДОПЖ₂₇ $1,21$). На последнем этапе величина ПРИ составила $1,04$. Это означало, что ударная работа ПЖ к концу исследования в целом восстанавливалась до исходного уровня.

В подгруппе 3 (ПРИ_{2/4} $> 1,0$) реакция на изменение внутригрудного давления при ИВЛ в основном затрагивала систолическую функцию ПЖ (ФИПЖ₂₁ $1,42$). На этапе УЛО отмечалось наибольшее среди всех подгрупп снижение систолической функции ПЖ (ФИПЖ₂₄ $1,30$). Низкий диастолический резерв проявлялся отсутствием роста КДОПЖ в ответ на увеличение $P_{\text{ла}}$, более того КДО правых камер снизился (ИКДОПЖ₂₄ $1,20$).

Если исходить из структуры пострезекционного индекса (ПРИ = $1,2 \cdot 1,3 \cdot 0,95$), то при пробе с окклюзией легочной артерии в подгруппе выявлялся низкий систолический резерв ПЖ. Обусловленное этим снижение ударного объема было столь значительным, что сказывалось в итоге (опосредованно через левые камеры сердца) на конечно-диастолическом заполнении ПЖ. В отсутствие прироста ИКДОПЖ характерного для окклюзионной пробы увеличения $P_{\text{ла}}$ не выявлялось. Недостаточный диастолический резерв обуславливал возможность значительного (до 20%) снижения ударной работы ПЖ за счет уменьшения ударного объема. Такой тип реакции ПЖ на УЛО при ПРИ $> 1,0$ мог быть обозначен как гиподинамический.

По окончании операции признаки систолической дисфункции сохранялись при относительно небольшом увеличении постнагрузки-

ки. На последнем этапе значение ПРИ составило $1,16$. Это означало, что величина ударной работы ПЖ по окончании операции и анестезии оставалась существенно сниженной за счет уменьшения ударного объема (низких значений ФИПЖ и ИКДОПЖ).

Весьма характерно, что до обработки корня легочной гипертензия ($P_{\text{ла}} > 20 \text{ мм рт. ст.}$) выявлялась лишь в подгруппе 3. Следовательно, степень повышения давления в малом круге зависела в первую очередь от наличия признаков дилатации ПЖ и комплайенса миокарда (который может быть снижен и без дилатации, например при концентрической гипертрофии), а также от систолической функции ПЖ.

Таким образом, анализ структуры ПРИ не только дает детальное представление об индивидуальном характере перестройки функций ПЖ в условиях резкой редукции легочного сосудистого русла, но и позволяет выделить более или менее четко очерченные варианты этой перестройки. Очевидно, целесообразно оценить возможности использования ПРИ при пневмонэктомии в качестве предиктора течения ближайшего послеоперационного периода.

Работа получила Gold Sponsorship и была представлена в виде Oral Presentation в 2004 г. на конгрессе Европейского респираторного общества в Глазго (Шотландия).

ЛИТЕРАТУРА

1. Лаврушин А. А. Автоматизированная система обработки и анализа медицинской информации. В кн.: Проблемы пульмонологии. М.; 1980. 244—257.
2. Флеров Е. В., Юматов А. Е., Яворовский А. Г. и др. Вольметрический мониторинг правого желудочка во время кардиохирургических операций. Анестезиол. и реаниматол. 1997; 5: 23—28.
3. Хорохордин Н. Е., Леоско В. А., Левашиев Ю. Н. и др. Постпневмонэктомический синдром: некоторые новые анестезиологические и патофизиологические аспекты проблемы. Анестезиол. и реаниматол. 1994; 1: 22—27.
4. Хорохордин Н. Е., Дубикайтис А. Ю., Олехнович А. С. и др. Принятие решений в торакальной и кардиоанестезиологии: первый опыт оценки гемодинамики и сопряженных функций с помощью прибора "Термоскан-3Т". В кн.: Сборник работ, посвящ. 40-летию СПб. о-ва анестезиологов и реаниматологов. СПб.; 1997. 112.
5. Хорохордин Н. Е., Леоско В. А., Прокофьева Е. В. и др. Значение объективной оценки функций правого желудочка сердца для анестезиологического обеспечения и интенсивной терапии хирургических больных. Вестн. хир. 2005; 4: 75—80.
6. Хорохордин Н. Е., Бояркин А. А., Карманова И. В., Прокофьева Е. В. Интраоперационная динамика ударной работы правого желудочка и ее структура — предиктор течения послеоперационного периода при резекциях легких. В кн.: Сборник докладов и тезисов 3-го Съезда анестезиологов и реаниматологов Северо-Запада. СПб.; 2005. 39—42.
7. Beckles M. A., Spiro S. G., Colice G. L., Rudd R. M. American college of chest physicians. The physiologic evaluation of patients with lung cancer being considered for lung surgery. Chest 2003; 123 (Suppl.): 1055—1145.
8. Boring C. C., Squires T. S., Tong T. Cancer statistics. Cancer J. Clin. 1993; 43: 7—16.
9. Kay H. R., Afshari M., Barash P. et al. Measurement of ejection fraction by thermal dilution techniques. J. Surg. Res. 1983; 34 (4): 337—346.
10. Krowka M. J., Pairolero P. C., Frastek V. F., Payne S. Cardiac dysrhythmia following pneumonectomy. Clinical correlates and prognostic significance. Chest 1987; 91 (4): 490—495.
11. Lichtwarck-Aschoff M., Leucht S., Kisch H. W. et al. Monitoring of right ventricular function using a conventional slow response terminator catheter. Intensive Care Med. 1994; 20: 348—353.
12. Mukherjee R., Spinale F. G., von Recum A. F., Crawford F. A. In vitro validation of a right ventricular thermodilution ejection fraction system. Ann. Biomed. Eng. 1991; 19: 165—177.
13. Newman E. V., Merrell M., Genecin A. et al. The dye dilution method for describing the central circulation: An analysis of factors shaping the time-concentration curves. Circulation 1951; 4: 735.
14. Okada M., Ota T., Matsuda H. et al. Right ventricular dysfunction after major pulmonary resection. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 1994; 108: 503—511.
15. Spinale F. G., Zellener J. L., Mukhujee R. Thermodilution right ventricular ejection fraction. Catheter positioning effects. Chest 1990; 5: 1259—1265.
16. Vincent J. L., Lenaers A. Right ventricular function and its evaluation. Perspect. Crit. Care 1989; 2: 141—155.

Поступила 11.12.11