

КОРРЕКЦИЯ НАРУШЕНИЯ ОКСИГЕНИРУЮЩЕЙ ФУНКЦИИ ЛЕГКИХ ПРИ РАННЕЙ АКТИВИЗАЦИИ КАРДИОХИРУРГИЧЕСКИХ БОЛЬНЫХ

И. А. Козлов¹, Е. В. Дзыбинская², А. А. Романов³, А. Е. Баландюк⁴

¹ ГУ НИИ общей реаниматологии РАМН, Москва

² ФГУ «Российский кардиологический научно-производственный комплекс» РОСМЕДТЕХНОЛОГИЙ,

³ ФГУ здравоохранения «Клиническая больница № 119 ФМБА»,

⁴ ГОУ ВПО Московская медицинская академия им. И. М. Сеченова

Correction of Pulmonary Oxygenizing Dysfunction in the Early Activation of Cardiosurgical Patients

I. A. Kozlov¹, Ye. V. Dzybinskaya², A. A. Romanov³, A. Ye. Balandyuk⁴

¹ Research Institute of General Reanimatology, Russian Academy of Medical Sciences, Moscow;

² Russian Cardiology Research-and-Production Complex, Russian Agency for Medical Technologies;

³ Clinical Hospital One Hundred and Nineteen, Federal Biomedical Agency;

⁴ I. M. Sechenov Moscow Medical Academy

Цель исследования — обосновать комплексный подход к профилактике и коррекции нарушения оксигенирующей функции легких, требующий продленной искусственной вентиляции легких у больных, оперированных с искусственным кровообращением по поводу ишемической болезни сердца. **Материал и методы.** Обследовали 123 больных в возрасте $55 \pm 0,6$ лет. В исследование не включали больных с осложненным течением операций (периоперационный инфаркт миокарда, острая сердечно-сосудистая недостаточность, кровотечение, длительное искусственное кровообращение). Побудительную спирометрию начинали за 2-е суток до операции. Маневр «открытия альвеол» выполняли с помощью аппарата с непрерывным контролем динамической торакопульмональной податливости. Проанализировали показатели оксигенирующей функции и биомеханики легких. **Результаты.** Установили, что у 78% больных инспираторная емкость легких до операции снижена на 5–30% от возрастной нормы. После искусственного кровообращения нарушение оксигенирующей функции легких диагностировали в 40,9% наблюдений, при этом PaO_2/FiO_2 был взаимосвязан ($r=-0,53$; $p=0,002$) с фракцией внутрилегочного шунта (Qs/Qt), а Qs/Qt — со статической торакопульмональной податливостью (Cst) ($r=-0,39$; $p=0,03$). Предоперационная побудительная спирометрия обеспечила существенное ($p<0,05$) повышение интраоперационных значений PaO_2/FiO_2 , улучшение Cst и снижение Qs/Qt . Частота нарушений оксигенирующей функции легких после искусственного кровообращения снизилась более чем в 2 раза ($p<0,05$). У больных с относительной артериальной гипоксемией отмечена выраженная взаимосвязь степени снижения Cst и повышения Qs/Qt ($r=0,72$; $p=0,008$), что послужило основанием для применения маневра «открытия альвеол». Эта мера респираторной поддержки обеспечила коррекцию артериальной гипоксемии в 67% наблюдений. **Заключение.** Эффективная профилактика и коррекция относительной артериальной гипоксемии, обусловленной взаимосвязанными нарушениями биомеханических свойств легких и вентиляционно-перфузионного отношения, у кардиохирургических больных ишемической болезнью сердца может быть обеспечена за счет предоперационной побудительной спирометрии и применения по показаниям маневра «открытия альвеол» в ранние сроки после искусственного кровообращения. Комплексный подход позволяет снизить частоту нарушений оксигенирующей функции легких, препятствующих ранней активизации в операционной, с 40 до 5–7%. **Ключевые слова:** ранняя активизация, оксигенирующая функция легких, реваскуляризация миокарда, операции с искусственным кровообращением, экстубация трахеи в операционной.

Objective: to justify a comprehensive approach to preventing and correcting pulmonary oxygenizing dysfunction requiring prolonged artificial ventilation in patients operated on under extracorporeal circulation for coronary heart disease. **Subjects and methods.** One hundred and twenty-three patients aged 55 ± 0.6 years were examined. The study excluded patients with a complicated course of operations (perioperative myocardial infarction, acute cardiovascular insufficiency, hemorrhage, and long extracorporeal circulation). Stimulating spirometry was initiated 2 days before surgery. An alveolar opening maneuver was performed using a continuous dynamic thoracopulmonary compliance monitoring. The parameters of lung oxygenizing function and biomechanics were analyzed. **Results.** In 78% of the patients, preoperative inspiratory lung capacity was 5–30% lower than the age-related normal values. After extracorporeal circulation, pulmonary oxygenizing dysfunction was diagnosed in 40.9% of cases; at the same time PaO_2/FiO_2 was associated with an intrapulmonary shunt fraction (Qs/St) ($r=-0.53$; $p=0.002$) and Qs/Qt was related to static tho-

Адрес для корреспонденции (Correspondence Address):

Козлов Игорь Александрович
E-mail: iakozlov@mail.ru

racopulmonary compliance (Cst) ($r=-0.39$; $p=0.03$). Preoperative stimulating spirometry provided a considerable increase in intraoperative $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ values ($p<0.05$); improved Cst and decreased Qs/Qt . After extracorporeal circulation, the incidence of pulmonary oxygenizing dysfunction was decreased by more than twice ($p<0.05$). Patients with relative arterial hypoxemia showed a noticeable relationship to the magnitudes of a reduction in Cst and a rise in Qs/Qt ($r=0.72$; $p=0.008$), which served as the basis for applying the alveolar opening maneuver. This type of lung support corrected arterial hypoxemia in 67% of cases. **Conclusion.** In cardiosurgical patients with coronary heart disease, effective prophylaxis and correction of relative arterial hypoxemia caused by the interrelated impairments of pulmonary biomechanical properties and ventilation/perfusion ratio may be ensured via preoperative stimulating spirometry and an alveolar opening maneuver early after extracorporeal circulation if indicated. The comprehensive approach allows a reduction in the incidence of pulmonary oxygenizing dysfunction that prevents early activation in the operating suite from 40 to 5–7%. **Key words:** early activation, pulmonary oxygenizing function, myocardial revascularization, surgery under extracorporeal circulation, tracheal extubation in the operating-room.

Удовлетворительная оксигенирующая функция легких (ОФЛ) является обязательным условием ранней активизации (РА) после операций с искусственным кровообращением (ИК). Респираторные нарушения занимают большое место в структуре ранних послеоперационных осложнений, существенно удлиняют не только ИВЛ, но и госпитализацию оперированных больных в отделении реанимации и интенсивной терапии [1–4]. Поэтому широкое внедрение РА [5, 6] потребовало углубленного изучения вопросов периоперационного нарушения ОФЛ (НОФЛ). Группой риска развития последнего являются кардиохирургические больные ишемической болезнью сердца (ИБС) [7]. На начальном этапе реализации РА при хирургическом лечении ИБС НОФЛ, препятствующее прекращению послеоперационной ИВЛ, диагностировали более чем в 40% наблюдений [8]. При этом отметили, что в большинстве таких наблюдений не выявляется повышенный уровень внесосудистой воды легких (ВСВЛ) [9], накопление которой традиционно рассматривают в качестве ведущей причины НОФЛ после ИК. В этой связи пристальное внимание уделили другим этиопатогенетическим механизмам НОФЛ, в частности микроателектазированию.

Во время и после кардиохирургических вмешательств рентгеногегативное микроателектазирование может охватывать значимую часть легочной ткани, приводя к увеличению внутрилегочного шунтирования крови (Qs/Qt) и относительной артериальной гипоксемией [10–12]. При обследовании больных ИБС, оперированных в НИИ трансплантологии и искусственных органов, был выполнен ряд исследований [8, 13–15], которые позволяют обосновать специальные профилактически-лечебные меры, снижающие частоту НОФЛ в рассматриваемой клинической ситуации.

Цель исследования — обосновать комплексный подход к профилактике и коррекции НОФЛ, требующий продленной ИВЛ у больных, оперированных с ИК по поводу ИБС.

Материалы и методы

Проанализировали данные обследования 123 больных (118 мужчин и 5 женщин) в возрасте от 37 до 73 ($55\pm 0,6$) лет, которым выполняли реваскуляризацию миокарда. Шунтировали 1–5 ($3,5\pm 0,1$) коронарных артерий, в 104 (84,5%) наблюдениях выполняли наложение маммарокоронарного анастомоза (МКА) с передней межжелудочковой ветвью левой коронарной артерии. В исследование не включали больных с осложненным течением оперативного вмешательства (периоперационный инфаркт миокарда, острая сердечно-сосудистая недостаточность, кровотече-

ние, длительность ИК более 150 мин). Всех больных оперировали в условиях многокомпонентной общей анестезии с ИВЛ. Индукцию и поддержание анестезии обеспечивали различными комбинациями фентанила, мидазолама, пропофола, изофлурана или севофлурана, миорелаксацию — рокурнием или векурнием в общепринятых дозировках. Объемную ИВЛ (аппарат KION 6.x., Maquet) проводили с дыхательным объемом (ДО) 8–9 мл/кг, соотношением длительности вдоха и выдоха 1:1 и уровнем положительного давления в конце выдоха (ПДКВ) 4–5 см вод. ст. ИК проводили аппаратами Stockert (Dideco) с одноразовыми мембранными оксигенаторами при индексе объемной скорости перфузии 2,5–2,6 л/мин/м² в температурном режиме умеренной гипотермии. Для защиты миокарда использовали различные варианты кровяной фармакохолодовой или кристаллоидной кардиоopleгии. Длительность операций составила 235 ± 5 мин, ИК — 105 ± 3 мин, ишемии миокарда — 63 ± 2 мин. Стандартный гемодинамический мониторинг обеспечивали с помощью модульных систем Agilent (Philips). Регистрацию давления в малом круге кровообращения, включая заклинивающее давление легочной артерии (ЗДЛА), осуществляли с помощью катетеров типа Swan-Ganz. Сердечный выброс определяли методом пульмональной термодилуции. Индекс ВСВЛ (ИВСВЛ) определяли методом транспульмональной термодилуции прибором PiCCOplus (Pulsion).

Обследовали контрольную группу больных ($n=31$), у которых не использовали специальных профилактически-лечебных мер, и группу больных ($n=61$), подготовленных к операции с помощью побудительной спирометрии. Группы не отличались ($p>0,05$) по половому составу (93,5 и 96,7% мужчин), возрасту ($54,6\pm 1,7$ и $56,3\pm 0,8$ лет), индексу массы тела ($29,0\pm 0,7$ и $28,6\pm 0,5$ кг/м²), тяжести исходного состояния ($3,3\pm 0,1$ и $3,2\pm 0,05$ функциональный класс NYHA), частоте сопутствующей хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) (58,1 и 62,3%), длительности ИК (105 ± 5 и 104 ± 4 мин) и ишемии миокарда (59 ± 3 и 65 ± 2 мин), а также частоте выполнения МКА (83,8 и 85,2%). Маневр «открытия альвеол» выполнили у 31 больного (96,8% мужчины) с диагностированным после ИК НОФЛ. Возраст больных составил $54,2\pm 2,0$ лет, индекс массы тела — $28,5\pm 0,7$ кг/м², тяжесть исходного состояния соответствовала $3,2\pm 0,1$ функциональному классу NYHA; длительность ИК достигала 108 ± 5 мин, ишемии миокарда — 64 ± 3 мин, частота выполнения МКА — 87,1%.

Побудительную спирометрию с помощью одноразовых спирометров Coach 2 (Intersurgical) начинали за 2 суток до операции по стандартной методике [8]. Десятиминутные сеансы тренировок проводили каждый час, исключая первый час после еды.

Маневр «открытия альвеол» выполняли в режиме «контроль по давлению» с помощью аппарата ИВЛ Servo-i («Maquet»), имеющего функцию «Open lung tool» с непрерывным контролем динамической торакопульмональной податливости [14]. После выполнения маневра ИВЛ в подобранном режиме продолжали до конца операции, избегая разгерметизации дыхательного контура.

Предоперационное определение инспираторной емкости легких (ИЕЛ) выполняли с помощью спирометров Coach 2. Параметры ИВЛ и биомеханики легких регистрировали монитормыми системами аппаратов ИВЛ. Содержание газов в артериальной крови исследовали с помощью газоанализатора AVL 725 (Radiometer). Статистически обработали данные о дина-

Таблица 1

Результаты обследования больных контрольной группы (1-я) и больных, использовавших побудительную спирометрию (2-я группа)

Показатель	Группа	Значения показателей на этапах исследования			
		Начало ИВЛ	Перед ИК	После ИК	Конец операции
ДО, мл/кг	1-я	8,5±0,2	8,5±0,2	8,7±0,2	8,7±0,2
	2-я	8,9±0,1	8,9±0,1	9,1±0,2	9,0±0,1
P _{max} , см вод. ст.	1-я	18,7±0,5	18,2±0,5	19,3±0,6	19,6±0,6
	2-я	18,7±0,3	18,9±0,3	19,3±0,4	20,3±0,4*
P _{mean} , см вод. ст.	1-я	9,8±0,2	9,8±0,2	10,5±0,2*	10,8±0,3*
	2-я	10,1±0,1	10,1±0,1	10,3±0,2	10,8±0,2*
P _{plat} , см вод. ст.	1-я	15,9±0,4	15,8±0,5	16,5±0,5	16,8±0,5
	2-я	15,8±0,2	16,0±0,3	16,5±0,3	17,7±0,4*
PaO ₂ /FiO ₂ , мм рт. ст.	1-я	419±16	355±17*	305±16*	332±18*
	2-я	495±12	466±12#	489±10#	440±14*,#
Cst, мл/см вод.ст.	1-я	59,2±2,6	60,3±2,3	57,1±2,1	57,2±2,1
	2-я	76,6±1,4#	74,3±1,5#	71,8±1,6*,#	67,6±1,8*,#
Qs/Qt, %	1-я	12,1±0,5	12,7±0,8	15,4±0,9*	15,2±1,2*
	2-я	8,7±0,6#	10,1±0,5#	9,4±0,5#	9,3±0,6#
ИВСВЛ, мл/кг	1-я	7,7±0,4	7,9±0,5	7,4±0,4	8,2±0,6
	2-я	7,2±0,3	7,1±0,3	7,6±0,3	7,3±0,3
ЗДЛА, мм рт. ст.	1-я	8,9±0,7	7,2±0,6	7,4±0,7	9,7±0,7
	2-я	10,7±0,4#	9,9±0,5#	10,3±0,3#	9,3±0,3*

Примечание. Здесь и в табл. 3: * — достоверность отличий ($p < 0,05$) по сравнению с данными 1-го этапа; # — достоверность ($p < 0,05$) межгрупповых отличий.

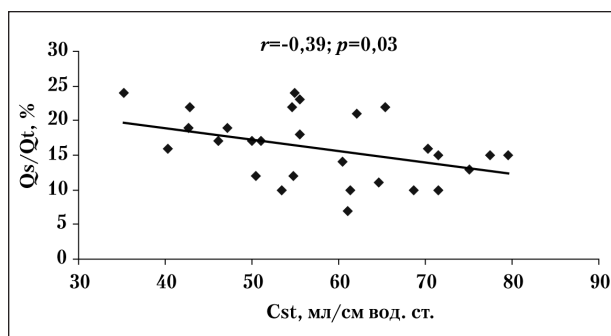


Рис. 1. Взаимосвязь между Qs/Qt и Cst после ИК у больных контрольной группы.

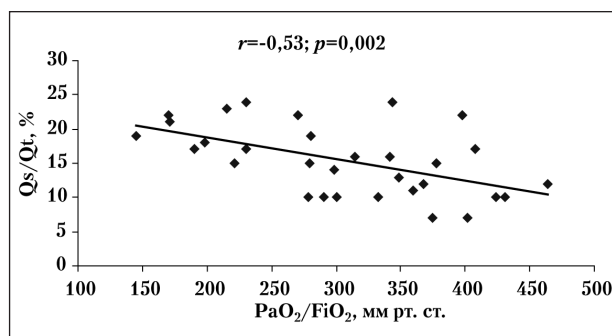


Рис. 2. Взаимосвязь между Qs/Qt и PaO₂/FiO₂ после ИК у больных контрольной группы.

мике ДО, максимального (P_{max}) и среднего (P_{mean}) давления в дыхательных путях, давления плато (P_{plat}), индекса оксигенации (PaO₂/FiO₂), статической торакопульмональной податливости (Cst) и Qs/Qt, рассчитанных по общепринятым формулам, ИВСВЛ и ЗДЛА.

Статистическую обработку данных выполнили методами параметрической статистики с помощью стандартных компьютерных программ. Вычисляли средние арифметические значения (M), средние частоты (P) и ошибки средних величин (m). Осуществили регрессионный анализ с расчётом коэффициентов парной линейной корреляции (r). Достоверность отличий и степень достоверности корреляционных связей оценивали по t-критерию Стьюдента. Различия средних величин и значения r считали достоверными при уровне вероятности более 95% ($p < 0,05$).

Результаты и обсуждение

Изучив предоперационную дыхательную функцию больных ИБС с помощью спирометрии, установили, что в 78% наблюдений ИЕЛ снижена на 5—30% от возрастной нормы и составляет 2,6±0,06 л (90±4% от должной величины). В интраоперационный период (табл. 1) для больных, не получавших специальных мер профилактики

НОФЛ (1-я группа), было характерно постепенное уменьшение индекса PaO₂/FiO₂, достигавшее максимума после ИК. Значения Qs/Qt были отчетливо повышены уже на начальных этапах пособия и значимо возрастали в постперфузионный период. При этом зарегистрировали прирост давления в дыхательных путях (P_{mean}) и тенденцию ($p > 0,05$) к снижению Cst. После ИК значения Cst находились в отрицательной корреляционной связи с уровнем Qs/Qt (рис. 1). Последний показатель отчетливо обратно пропорционально влиял на индекс PaO₂/FiO₂ (рис. 2). Частота значений PaO₂/FiO₂ менее 300 мм рт. ст. в постперфузионный период составила 40,9±5%, причем в 24% наблюдений индекс был менее 250 мм рт. ст. Повышения ИВСВЛ и ЗДЛА на этапах исследования не было. Оба параметра находились в пределах, близких к физиологической норме, что позволило исключить интерстициальный отек легких и гипергидратацию как причины НОФЛ и акцентировать внимание на профилактике нарушений вентиляционно-перфузионного отношения.

В качестве профилактически-лечебной меры использовали побудительную спирометрию. При внедрении

Таблица 2

Демографические показатели, особенности исходного состояния и характеристики операций в подгруппах больных с удовлетворительной ОФЛ (1-я) и с постперфузионным НОФЛ (2-я)

Показатель	Значения показателей в группах	
	1-я (n=49)	2-я (n=12)
Возраст, лет	57,2±1,0	52,8±2,4
Масса тела, кг	85,0±1,6	89,8±3,4
Функциональный класс, NYHA	3,1±0,03	3,1±0,1
Курящих, n (%)	25 (51,0%)	7 (58,3%)
ХОБЛ, n (%)	28 (59,6%)	10 (83,3%)
Количество шунтируемых артерий, n	3,6±0,1	3,2±0,3
Выполнение МКА, n (%)	40 (85,1%)	10 (83,3%)
Длительность операции, мин	245,5±8,4*	206,0±6,7
Длительность ИК, мин	110,6±5,2*	87,6±5,7
Длительность ишемии миокарда, мин	68,4±3,6*	53,1±3,3
Гемогидробаланс в конце операции, мл/кг	24,4±1,4	20,3±4,2

Примечание. * — достоверность межгрупповых отличий ($p < 0,05$).

Таблица 3

Результаты обследования больных с удовлетворительной ОФЛ (1-я подгруппа) и с постперфузионным НОФЛ (2-я подгруппа)

Показатель	Подгруппа	Значения показателей на этапах исследования			
		Начало ИВЛ	Перед ИК	После ИК	Конец операции
ДО, мл/кг	1-я	9,0±0,1	8,9±0,1	9,2±0,2	9,0±0,1
	2-я	8,6±0,3	8,6±0,3	8,7±0,3	9,1±0,3
P _{max} , см вод. ст.	1-я	18,5±0,3	18,7±0,4	19,3±0,4	20,1±0,4*
	2-я	19,3±0,7	19,5±0,7	19,2±0,6	21,5±0,7*
P _{mean} , см вод. ст.	1-я	10,1±0,1	10,0±0,2	10,3±0,2	10,6±0,2*
	2-я	10,2±0,2	10,3±0,2	10,2±0,4	11,7±0,4*#
P _{plat} , см вод. ст.	1-я	15,7±0,3	15,8±0,3	16,6±0,3*	17,4±0,4*
	2-я	16,1±0,6	16,7±0,5	16,5±0,6	19,0±0,9*
PaO ₂ /FiO ₂ , мм рт. ст.	1-я	508±11	486±12	511±9	479±10
	2-я	404±28#	387±26#	397±18#	277±22*#
Cst, мл/см вод. ст.	1-я	71,9±1,4	71,3±1,6	68,7±1,8	64,2±1,9*
	2-я	70,5±3,5	67,2±2,5	69,0±4,8	58,6±3,1*
Qs/Qt, %	1-я	7,7±0,5	9,5±0,6*	8,4±0,5	7,5±0,3
	2-я	12,8±1,8#	12,9±1,0#	13,7±0,8#	16,6±1,6#
ИВСВЛ, мл/кг	1-я	7,1±0,3	6,8±0,3	7,7±0,4	7,1±0,4
	2-я	7,6±1,1	8,0±0,9	7,3±0,5	8,2±0,2
ЗДЛА, мм рт. ст.	1-я	10,9±0,4	9,9±0,5	10,6±0,4	9,4±0,3
	2-я	10,1±1,1	10,1±0,9	9,1±0,7	9,0±0,7

методики в качестве обязательного компонента предоперационной подготовки отметили, что все больные перенесли ее применение удовлетворительно. Осложнений (приступы стенокардии, аритмии, расстройства кровообращения), обусловленных сеансами побудительной спирометрии, не наблюдали. После двухсуточного применения методики ИЕЛ возрастала на $0,5 \pm 0,04$ л ($p < 0,05$). Прирост ИЕЛ был характерен для 98% наблюдений.

У больных, использовавших побудительную спирометрию (см. табл. 1, 2-я группа), отметили повышение PaO₂/FiO₂ и снижение значений Cst и Qs/Qt. В постперфузионный период уменьшение PaO₂/FiO₂, прирост давлений в дыхательных путях и уменьшение Cst были выражены умеренно. Отличий в уровне ИВСВЛ и ЗДЛА от больных контрольной группы не было. После ИК частота клинически значимого НОФЛ с PaO₂/FiO₂ менее 300 мм рт. ст. снизилась ($p < 0,05$) до $19,7 \pm 5\%$. Полученные данные позволили удовлетворительно оценить эффективность побудительной спирометрии, как меры предоперационной подготовки респираторной системы к дли-

тельной ИВЛ. Тем не менее, у ряда больных в конце операций продолжали диагностировать относительную артериальную гипоксемию, препятствующую РА, что требовало дополнительных исследований.

В зависимости от значений PaO₂/FiO₂ после ИК выделили подгруппы: 1-я — больные, у которых ОФЛ была удовлетворительной; 2-я — больные с PaO₂/FiO₂ после ИК менее 300 мм рт.ст. Больные выделенных подгрупп не отличались (табл. 2) по демографическим параметрам, исходному состоянию и особенностям выполненных вмешательств. Длительность операций, ИК и ишемии миокарда у больных с постперфузионным НОФЛ оказались ниже, чем у больных с удовлетворительной ОФЛ.

Установили, что во 2-й подгруппе наблюдений (табл. 3) на протяжении всего пособия значения PaO₂/FiO₂ были ниже, а Qs/Qt — выше, чем в 1-й. Межгрупповых отличий ИВСВЛ и ЗДЛА не было. НОФЛ характеризовалось снижением PaO₂/FiO₂ в конце операций до субнормальных значений. При этом Qs/Qt достигал максимального уровня. Одновременно значимо

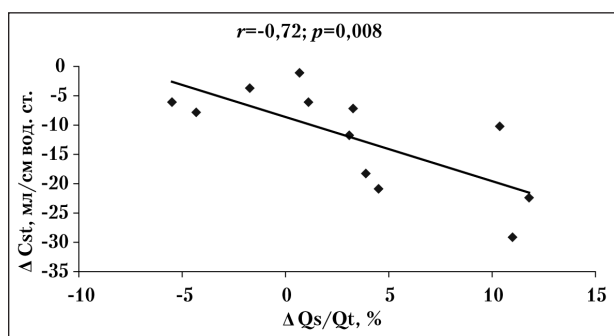


Рис. 3. Взаимосвязь между интраоперационной динамикой Cst и Qs/Qt у больных с постперфузионным НОФЛ.

возрастало P_{mean} и проявлял тенденцию ($p > 0,05$) к снижению Cst. Ведущая роль ухудшения биомеханических свойств легких в генезе НОФЛ подтвердилась тесной корреляционной связью между степенью уменьшения Cst и приростом Qs/Qt (рис. 3). Динамика Qs/Qt, в свою очередь, отчетливо влияла на изменение PaO_2/FiO_2 (рис. 4). Связи между динамикой Qs/Qt и изменением ИВСВЛ не было ($r = 0,09$; $p = 0,79$).

Таким образом, констатировали, что, несмотря на использование предоперационной побудительной спирометрии, в отдельных наблюдениях в конце операций формируется НОФЛ, связанное с ухудшением биомеханических свойств легких. Этот факт обусловил интерес к выполнению в ранние сроки после ИК маневра «открытия альвеол». Последний использовали у больных со значениями PaO_2/FiO_2 146–290 мм рт. ст. Установили, что, благодаря применению этой меры респираторной поддержки, удается стойко нормализовать ОФЛ в 67% наблюдений. Корректирующий эффект «открытия альвеол» характеризовался увеличением индекса PaO_2/FiO_2 на 218 мм рт. ст. ($p < 0,05$), Cst — на 14,4 мл/см вод. ст. ($p < 0,05$) и ДО — на 2,4 мл/кг ($p < 0,05$). Показатель Qs/Qt при этом снижался на 8,2% ($p < 0,05$). Степень повышения PaO_2/FiO_2 и улучшения динамической торакопультмональной податливости находились в отчетливой корреляционной связи ($r = 0,43$; $p = 0,022$).

Оценивая гемодинамические эффекты маневра, отметили, что повышение P_{max} до $30,9 \pm 0,2$ см вод. ст. сопровождалось уменьшением сердечного выброса на 18% за счет снижения ударного объема в сочетании с увеличением давлений наполнения левых и правых отделов сердца и умеренным снижением артериального давления. После перехода к ИВЛ в подобранном режиме все показатели гемодинамики самостоятельно возвращались к исходному уровню. Ни в одном из наблюдений дисфункция оперированного сердца в результате «открытия альвеол» не прогрессировала, назначения или повышения дозировок симпатомиметических препаратов не потребовалось. Полученные данные продемонстрировали не только эффективность, но и безопасность использованной меры коррекции НОФЛ в ранние сроки после ИК.

Результаты выполненных исследований и накопленный клинический опыт показали, что, благодаря использованию предоперационной побудительной спиро-

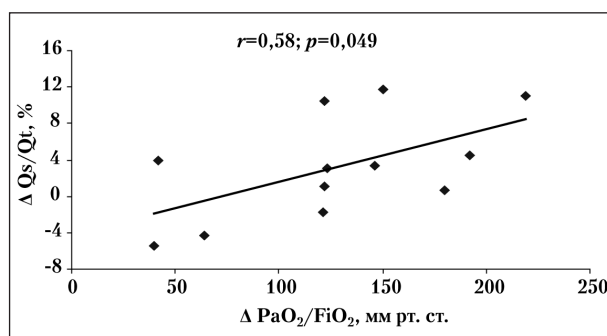


Рис. 4. Взаимосвязь между интраоперационной динамикой Qs/Qt и PaO_2/FiO_2 у больных с постперфузионным НОФЛ.

метрии и по показаниям маневра «открытия альвеол», частота НОФЛ, препятствующих РА в операционной, может быть снижена с 40 до 5–7%.

НОФЛ после вмешательств с ИК имеет полиэтиологичный характер, отчетливо проявляющийся у больных ИБС [16]. У этой категории больных исходная функция легких может быть существенно нарушена за счет длительной гиподинамии [16, 17], сопутствующей ХОБЛ, особенно характерной для курильщиков [18, 19] и ожирения [7]. Интегральным показателем нарушения функции внешнего дыхания у обследованных больных явилось существенное снижение ИЕЛ. При этом достоверными предикторами артериальной гипоксемии после ИК оказались ожирение, а также исходно сниженные значения PaO_2/FiO_2 и Cst [15]. Еще одним фактором НОФЛ при ИБС может стать активное лечение нитропрепаратами, изменяющими вентиляционно-перфузионные отношения [16].

Интраоперационные факторы, предрасполагающие к НОФЛ при хирургическом лечении ИБС, можно разделить на несколько групп. Первая — это те или иные осложнения, приводящие к значительному удлинению ИК, массивной гемотрансфузии, отеку легких на фоне острой левожелудочковой недостаточности и др. [16, 20]. Вторая группа факторов связана с неспецифическими патологическими эффектами операционной травмы и ИК, в основе которых лежит системная воспалительная реакция (СВР), вызывающая острое повреждение легких (ОПЛ) [3]. Однако частота острого респираторного дистресс-синдрома (ОРДС) после операций с ИК не высока, составляя 0,4–2% [7, 21, 22]. В последние годы в генезе НОФЛ у кардиохирургических больных большее значение придают не патологическим эффектам ИК, а ОПЛ, ассоциированному с гемотрансфузией (TRALI) [23]. Выявляемость TRALI может достигать 2,3% наблюдений от числа больных, получавших компоненты донорской крови [1]. Показано, что повышенная проницаемость легочных сосудов, как проявление ОПЛ, прямо коррелирует с объемом эритроцитарной массы, назначенной во время операций реваскуляризации миокарда. Более того, указывают, что частота послеоперационного НОФЛ у больных, оперированных с ИК и без использования последнего, не отличается [23]. В этой связи, представляют интерес

данные о повышении риска НОФЛ вследствие особенностей выполняемого оперативного вмешательства (выделение внутренней грудной артерии, вскрытие плевральных полостей и др.), способствующих ателектазироваанию легочной ткани [4, 15, 16].

Наконец, в отдельную группу факторов следует выделить неблагоприятные эффекты собственно ИВЛ, длительного вынужденного положения на операционном столе, использования гипероксической дыхательной смеси и прекращения ИВЛ во время ИК [10]. Есть веские основания полагать, что НОФЛ вследствие этих факторов возникает в результате рентгеногегативного микроателектазирования [10, 12]. При кардиохирургических операциях последнее может охватывать 50% и более легочной паренхимы, приводя к значимому росту Q_s/Q_t [11, 12].

Больным с НОФЛ, развившемся в результате интраоперационных осложнений, а также больным с ОПЛ на фоне СВР или после гемотрансфузии, очевидно, противопоказана РА в операционной [6]. Напротив, больные ИБС с НОФЛ, обусловленным исходными нарушениями биомеханики дыхания и вентиляционно-перфузионных отношений, а также интраоперационным микроателектазироваанием, должны рассматриваться как кандидаты на максимально раннее прекращение ИВЛ, играющей в этой ситуации не столько лечебную, сколько потенциально ятрогенную роль [24, 25]. Профилактика и коррекция рассматриваемого варианта НОФЛ могут быть обеспечены как специальными мерами предоперационной подготовки системы дыхания [4], так и оптимизацией интраоперационной респираторной поддержки [26]. Именно в этом направлении были ориентированы исследования по коррекции ОФЛ при РА больных ИБС [8, 14].

Простая и доступная методика побудительной спирометрии стимулирует максимальное усилие на вдохе с целью наиболее полного заполнения альвеол воздухом путем развития длительного максимального вдоха, активно включающего в работу все отделы легких. Это обеспечивает профилактику и коррекцию ателектазов [27, 28]. Увеличивающееся расправление легких и усиление кашля способствуют также очищению бронхов от мокроты, что особенно актуально для больных ХОБЛ. Благодаря высокой эффективности предоперационной побудительной спирометрии существенно улучшились интраоперационные показатели ОФЛ и биомеханики дыхания, а частота НОФЛ, препятствующих РА, снизилась более чем в 2 раза [8]. Тем не менее, как показали дальнейшие исследования, НОФЛ связанные с ухудше-

нием биомеханики легких требуют не только профилактических, но и активных корректирующих мер, в частности использования маневра «открытия альвеол».

Теоретическим обоснованием этой меры респираторной поддержки являются данные о необходимости создать повышенное давление в дыхательных путях для расправления альвеол в спавшемся и нестабильном состоянии [29]. В дальнейшем ИВЛ с адекватно подобранным ПДКВ должна обеспечить профилактику ателектазирования. Первоначально использованный у больных с ОРДС [29] маневр оказался эффективной мерой нормализации оксигенирующей функции легких в ранние сроки после кардиохирургических операций [30]. «Открытие альвеол» с последующим сохранением режима ИВЛ на подобранном уровне обеспечило отчетливый нормализующий эффект на ОФЛ и позволило выполнить РА [14]. Высокая немедленная эффективность маневра и наличие корреляционной связи между приростом PaO_2/FiO_2 и C_{dyn} подтверждают роль микроателектазирования, как основной причины НОФЛ. Следует отметить, что использованный протокол предусматривал кратковременное (10–12 дыхательных циклов) и относительно умеренное повышение давления в дыхательных путях (P_{max} от 27 до 37 см вод. ст.). Такой «щадящий» вариант маневра оказался вполне приемлем для расправления интраоперационных микроателектазов и не вызывал значимых расстройств кровообращения.

Полагаем, что обоснованные меры коррекции НОФЛ позволили свести к минимуму частоту отказов от РА в связи с относительной артериальной гипоксемией и способствовали широкому внедрению активной анестезиолого-реаниматологической тактики ведения больных, оперированных с ИК по поводу ИБС.

Заключение

Таким образом, можно констатировать, что эффективная профилактика и коррекция относительной артериальной гипоксемии, обусловленной взаимосвязанными нарушениями биомеханических свойств легких и вентиляционно-перфузионного отношения, у кардиохирургических больных ИБС может быть обеспечена за счет предоперационной побудительной спирометрии и применения по показаниям маневра «открытия альвеол» в ранние сроки после ИК. Комплексный подход к оптимизации ОФЛ позволяет снизить частоту НОФЛ, препятствующих РА в операционной, с 40 до 5–7%.

Литература

1. Карпун Н. А., Мороз В. В., Афонин А. Н. и соавт. Острое повреждение легких, ассоциированное с трансфузией, у кардиохирургических больных. Общая реаниматология 2008; IV (3): 23–29.
2. Hein O. V., Birnbaum J., Wernecke K. et al. Prolonged intensive care unit stay in cardiac surgery: risk factors and long-term-survival. Ann. Thorac. Surg. 2006; 81 (3): 880–885.
3. Rady M. Y., Ryan T., Starr N. J. Early onset of acute pulmonary dysfunction after cardiovascular surgery: risk factors and clinical outcome. Crit. Care Med. 1997; 25(11): 1831–1839.
4. Yamagishi T., Ishikawa S., Ohtaki A. et al. Postoperative oxygenation following coronary artery bypass grafting. A multi-variate analysis of perioperative factors. J. Cardiovasc. Surg. 2000; 41 (2): 221–225.
5. Шумаков В. И., Козлов И. А., Хотеев А. Ж. и соавт. Опыт широкого внедрения ранней активизации больных, оперируемых с использованием искусственного кровообращения. Грудная и сердечно-сосудистая хирургия 2003; 2: 28–32.
6. Козлов И. А., Дзыбинская Е. В. Ранняя активизация больных после операций с искусственным кровообращением по поводу ишемической болезни сердца. Общая реаниматология 2008; IV (6): 48–53.
7. Weiss G. W., Merlin G., Koganov E. et al. Postcardiopulmonary bypass hypoxemia: a prospective study on incidence, risk factors, and clinical significance. J. Cardiothorac. Vasc. Anesth. 2000; 14 (5): 506–513.
8. Козлов И. А., Баландюк А. Е., Кричевский Л. А. Побудительная спирометрия как мера подготовки системы дыхания к искусственной вентиляции лёгких. Вестн. интенс. терапии 2005; 2: 60–63.

9. Кричевский Л. А., Баландюк А. Е., Козлов И. А. Внесосудистая вода и оксигенирующая функция лёгких при операциях с искусственным кровообращением. Вестн. трансплантологии и искусств. органов 2004; 2: 24–28.
10. Hedenstierna G. Alveolar collapse and closure of airways: regular effects of anaesthesia. Clin. Physiol. Funct. Imaging 2003; 23 (3): 123–129.
11. Magnusson L., Zengulis V., Wicky S. et al. Atelectasis is major cause of hypoxaemia and shunt after cardiopulmonary bypass. Anesthesiology 1997; 87 (5): 1153–1163.
12. Magnusson L., Spahn D. R. New concepts of atelectasis during general anaesthesia. Br. J. Anaesth. 2003; 91 (1): 61–72.
13. Козлов И. А., Романов А. А. Биомеханика дыхания, внутрилегочная вода и оксигенирующая функция лёгких во время неосложнённых операций с искусственным кровообращением. Общая реаниматология 2007; III (3): 17–22.
14. Козлов И. А., Романов А. А. Манёвр открытия («мобилизация») альвеол при интраоперационном нарушении оксигенирующей функции лёгких у кардиохирургических больных. Анестезиология и реаниматология 2007; 2: 42–46.
15. Романов А. А. Предиораторы состояния оксигенирующей функции лёгких при неосложнённых операциях с искусственным кровообращением. Общая реаниматология 2007; III (5–6): 199–203.
16. Wynne R., Botti M. Postoperative pulmonary dysfunction in adult after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass: clinical significance and implications for practice. Am. J. Crit. Care 2004; 13 (5): 384–393.
17. Walthall H., Robson D., Ray S. Do any preoperative variables affect extubation time after coronary artery bypass graft surgery? Heart Lung 2001; 30 (3): 216–224.
18. Manganas H., Lacasse Y., Bourgeois S. et al. Postoperative outcome after coronary artery bypass grafting in chronic obstructive pulmonary disease. Can. Respir. J. 2007; 14 (1): 19–24.
19. Roques F., Nashef S.A., Michel P. et al. Risk factors and outcome in European cardiac surgery: analysis of the EuroScore multinational database of 19030 patients. Eur. J. Cardiothorac. Surg. 1999; 15 (6): 816–823.
20. Дементьева И. И., Чарная М. А., Морозов Ю. А. и соавт. Факторы риска развития дыхательной недостаточности после операций на сердце в условиях искусственного кровообращения. Вестн. интенс. терапии 2004; 3: 41–43.
21. Asimakopoulos G., Smith P., Ratnatunga C. P., Taylor K. M. Lung injury and acute respiratory distress syndrome after cardiopulmonary bypass. Ann. Thorac. Surg. 1999; 68 (3): 1107–1115.
22. Christenson J. T., Aeberhard J. M., Badel P. et al. Adult respiratory distress syndrome after cardiac surgery. Cardiovasc. Surg. 1996; 4 (1): 15–21.
23. Groeneveld A. B. J., Jansen E. K., Verheij J. Mechanisms of pulmonary dysfunction after on-pump and off-pump cardiac surgery: a prospective cohort study. J. Cardiothorac. Surg. 2007; 2 (1): 11–17.
24. Кассиль В. Л., Выжигина М. А., Лескин Г. С. Искусственная и вспомогательная вентиляция лёгких. М.: Медицина; 2004. 480.
25. Wrigge H., Zinserling J., Stuber F. et al. Effects of mechanical ventilation on release of cytokines into systemic circulation in patient with normal pulmonary function. Anesthesiology 2000; 93 (6): 1413–1417.
26. Zupancich E., Turani F., Munch C. et al. Different strategies of mechanical ventilation in CABG patients during post-surgical recovery. In: Abstracts, EACTA, Weimar, 2001. 58.
27. Горбеев Е. С. Побуждающая спирометрия — оптимальный метод послеоперационной профилактики ателектазов. Вестн. интенс. терапии 1997; 1–2: 65–68.
28. Krastins I., Corey M.L., McLeod A. et al. An evaluation of incentive spirometry in the management of pulmonary complications after cardiac surgery in a pediatric population. Crit. Care Med. 1982; 10 (8): 525–528.
29. Lachmann B. Open up the lung and keep the lung open. Intensive Care Med. 1992; 18 (6): 319–321.
30. Ерёмченко А. А., Левиков Д. И., Езоров В. М. и др. Применение манёвра открытия лёгких у больных с острой дыхательной недостаточностью после кардиохирургических операций. Общая реаниматология 2006; II (1): 23–28.

Поступила 02.01.09

Диссертации на соискание ученой степени доктора наук, защищенные после 01 июля 2004 года без опубликования основных научных результатов в ведущих журналах и изданиях, перечень которых утвержден Высшей аттестационной комиссией, будут отклонены в связи с нарушением п. 11 Положения о порядке присуждения ученых степеней.

Перечень журналов ВАК, издаваемых в Российской Федерации по специальности 14.00.37 «Анестезиология и реаниматология», в которых рекомендуется публикация основных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата медицинских наук:

- Анестезиология и реаниматология;
- Общая реаниматология.

Scandinavian Update 2009 on Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine

23–25 апреля 2009, Ставангер, Норвегия

<http://www.scandinavian-update.org>

Euroanesthesia 2009

6–9 июня 2009, Милан, Италия

<http://euroanesthesia.org>