

## ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫЙ ПЕРИОД

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2014

УДК 615.835.32:616.12-089.168.1-06

### **Использование неинвазивной вентиляции для профилактики клинически значимых легочных осложнений в раннем послеоперационном периоде у кардиохирургических пациентов**

*Л.А. Бокерия, Е.З. Голухова, А.Т. Медресова, С.Н. Казановская*

ФГБУ «Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» (директор – академик РАН и РАМН Л.А. Бокерия) РАМН; Рублевское шоссе, 135, Москва, 121552, Российская Федерация

Бокерия Лео Антонович, академик РАН и РАМН, директор ФГБУ «НЦССХ им. А.Н. Бакулева» РАМН; Голухова Елена Зеликовна, доктор мед. наук, профессор, чл.-корр. РАМН, заведующий отделением; Медресова Асель Тураровна, канд. мед. наук, кардиохирург, e-mail: assel\_medres@mail.ru; Казановская Светлана Николаевна, научн. сотр., психолог, специалист по реабилитации

**Цель.** Несмотря на значительный прогресс в пре-, интра- и послеоперационном уходе, нарушения функции дыхания являются самыми частыми осложнениями после абдоминальных и кардиоторакальных операций. Цель настоящего исследования – оценить эффективность неинвазивной вентиляции легких (НВЛ) в снижении послеоперационных легочных осложнений (ПЛО) у кардиохирургических пациентов группы высокого риска.

**Материал и методы.** В исследование включили 61 пациента с высоким риском по созданной нами шкале вероятности развития ПЛО после различных кардиохирургических вмешательств. Больные были разделены на две группы: 1) группа НВЛ (основная группа) – пациенты, которым в раннем послеоперационном периоде проводили НВЛ и занятия дыхательной гимнастикой ( $n = 30$ ; 22 мужчины, 8 женщин); 2) контрольная группа, в которой больным назначали стандартное лечение в виде оксигенотерапии и дыхательной гимнастики ( $n = 31$ ; 26 мужчин, 5 женщин). Возраст больных колебался от 18 до 73 лет (в среднем  $54,4 \pm 10$ ). Наличие клинически значимого легочного осложнения в раннем послеоперационном периоде (до 5 сут после операции) и продолжительность госпитализации после операции являлись соответственно первой и второй конечными точками исследования. Всем пациентам в послеоперационном периоде (вплоть до выписки) ежедневно проводили сеансы дыхательных упражнений и перкуSSIONного и постурального массажа с элементами растирания и вибрации, выполняемого на мышцах спины. В основной группе НВЛ с подачей кислорода со скоростью 4–7 л/мин подключалась через 3 ч после экстубации пациента и проводилась сеансами в двухуровневом режиме (ViPAP). Общая продолжительность НВЛ (от момента начала до прекращения использования метода) составила 12–18 ч.

**Результаты.** Неинвазивная вентиляция легких достоверно снизила частоту клинически значимых ПЛО (первая конечная точка), которые в основной группе были отмечены у 8 (26,7%) пациентов, а в контрольной – у 21 (67,7%) больного. Но продолжительность послеоперационной госпитализации пациентов (вторая конечная точка) была достоверно выше в основной группе ( $15,2 \pm 3,7$  сут против  $12,1 \pm 5,9$  сут группы контроля;  $p = 0,0173$ ), что, скорее всего, связано с более тяжелым состоянием пациентов и наличием большего числа других (нелегочных) осложнений в данной группе. Осложнения, связанные с НВЛ, не встречались, возможно, благодаря интермиттирующему режиму применения этого метода.

**Заключение.** Неинвазивная вентиляция является высокоэффективным методом профилактики послеоперационных легочных осложнений у кардиохирургических пациентов с высоким риском их развития.

**Ключевые слова:** послеоперационное легочное осложнение; респираторная физиотерапия; неинвазивная вентиляция легких; положительное давление в дыхательных путях.

### **Noninvasive ventilation to prevent clinically significant postoperative pulmonary complications after cardiac surgery**

*L.A. Bockeria, E.Z. Golukhova, A.T. Medressova, S.N. Kazanovskaya*

A.N. Bakoulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery of Russian Academy of Medical Sciences; Rublevskoe shosse, 135, Moscow, 121552, Russian Federation

Bockeria Leo Antonovich, Academician of Russian Academy of Sciences and Russian Academy of Medical Sciences, Director of A.N. Bakoulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery of Russian Academy of Medical Sciences;

Golukhova Elena Zelikovna, MD, DM, Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Medical Sciences, Chief of Department;

Medressova Assel Turarovna, MD, PhD, Cardiac Surgeon, e-mail: assel\_medres@mail.ru;

Kazanovskaya Svetlana Nikolaevna, Research Associate, Psychologist, Rehabilitation Specialist

**Objective.** Despite numerous advances in pre-, intra-, and postoperative care, postoperative pulmonary complications (PPC) are the most common complications observed and managed after abdominal or cardiothoracic surgery. The aim of this study was to assess the efficacy of noninvasive ventilation (NIV) in prevention postoperative pulmonary complications after cardiac surgery in patients at increased risk.

**Material and methods.** The study included 61 patients after various cardiac surgery at high risk for the PPC developing scale we have created, which were divided into two groups: 1) NIV group (main group) – patients in the early postoperative period were conducted NIV plus breathing exercises ( $n = 30$ ; 22 men and 8 women); 2) control group – was prescribed the standard treatment – oxygen therapy and breathing exercises ( $n = 31$ ; 26 men and 5 women). Age of patients ranged from 18 to 73 years (mean  $54.4 \pm 10$ ). The presence of clinically significant pulmonary complications in the early postoperative period (up to 5 days after surgery), and length of hospital stay after surgery were the first and second endpoints of the study. All patients in the postoperative period (up to discharge) held daily sessions of the breathing exercises and percussion and postural massage with elements of rubbing and vibration, performed on the back muscles. In the main group NIV with oxygen (4–7 l/min) was connected 3 hours after extubation to the patient and held sessions in bi-level positive airway pressure mode (BiPAP). The total duration of NIV (from the beginning until the termination of the method) was 12–18 hours.

**Results.** Noninvasive ventilation significantly reduced the presence of clinically significant PPC (the first endpoint), which in the main group were observed in 8 (26.7%) patients, while in the control group – 21 (67.7%) patients. But the duration of postoperative hospitalization (second endpoint) was significantly higher in the study group ( $15.2 \pm 3.7$  days vs  $12.1 \pm 5.9$  control group;  $p = 0.0173$ ), which is likely due to heavier patients condition and the presence of a larger number of other (non-pulmonary) complications in this group. Complications associated with NIV, not met, probably due to intermittent mode of application of this method.

**Conclusion.** Noninvasive ventilation is a highly effective method for the prevention of postoperative pulmonary complications in patients undergoing cardiac surgery with a high risk of their development.

**Key words:** postoperative pulmonary complication; respiratory physical therapy; noninvasive positive-pressure ventilation; positive airway pressure.

---

## Введение

Послеоперационные легочные осложнения (ПЛО) являются самыми частыми и значимыми причинами увеличения заболеваемости и смертности у кардиохирургических пациентов и существенно повышают финансовые затраты госпиталя и здравоохранения на выхаживание таких больных [1]. Профилактика легочных осложнений – один из основных аспектов послеоперационного ухода за кардиохирургическими пациентами. Респираторная физиотерапия занимает важное место в решении этой проблемы [1]. Однако вопросы ее эффективности в снижении процента ПЛО остаются спорными [2–8].

В зарубежных странах одним из методов респираторной физиотерапии также является неинвазивная вентиляция легких (НВЛ) [9], которая с успехом применяется для профилактики развития ПЛО у пациентов различного хирургического профиля [10].

Имеющиеся к настоящему времени исследования, посвященные использованию НВЛ у пациентов после операций на сердце, в основном оценивали эффективность режима постоянного положительного давления в дыхательных путях, или continuous positive airway pressure (CPAP) [11–15]. Результаты этих испытаний оказались противоречивыми с недостаточным количеством доказательств предотвращения легочных осложнений после операций на сердце с помощью дыхательной физиотерапии [16]. Однако в недавнем проспективном рандомизированном исследовании A. Zarbock и соавт. [17] было продемонстрировано улучшение показателей оксигенации артериальной крови, снижение частоты развития пневмонии, частоты реинтубации и повторного поступления в отделение интенсивной терапии при использовании режима CPAP. Метод НВЛ в режиме с двумя уровнями положительного давления, или

bi-level positive airway pressure (BiPAP), применяется у пациентов различного терапевтического и хирургического профиля с риском развития постэкстубационной дыхательной недостаточности [18, 19]. Использованию этого режима после операций на сердце посвящены единичные работы [13, 20], что и определило актуальность данной научной работы.

Цель исследования – оценить эффективность НВЛ в снижении послеоперационных легочных осложнений у кардиохирургических пациентов группы высокого риска.

### Материал и методы

В исследование включили 61 пациента с высоким риском по созданной нами шкале вероятности развития ПЛО (табл. 1). Больные были разделены на две группы: 1) группа НВЛ (основная группа) – пациенты, которым в раннем послеоперационном периоде проводили НВЛ и занятия дыхательной гимнастикой ( $n=30$ ; 22 мужчины, 8 женщин); 2) контрольная группа, в которой больным назначали стандартное лечение в виде оксигенотерапии и дыхательной гимнастики ( $n=31$ ; 26 мужчин, 5 женщин).

Всем пациентам были выполнены операции на сердце в отделениях неинвазивной аритмологии и хирургического лечения комбинированной патологии и хирургического лечения ишемической болезни сердца и малоинвазивной коронарной хирургии НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН

с 2008 по 2011 г. Возраст больных колебался от 18 до 73 лет (в среднем  $54,4 \pm 10$ ).

Пациенты достоверно не различались по таким основным характеристикам дооперационного периода, как возраст, пол, индекс массы тела, фракция выброса левого желудочка и др. В основной группе было больше операций, выполненных в условиях искусственного кровообращения (ИК) с остановкой сердца, меньше операций коронарного шунтирования без ИК и большее количество больных с продолжительностью постельного режима после интубации 4 сут и более. Продолжительность операции, механической вентиляции и длительность пребывания пациентов в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) не различались между группами (табл. 2).

Диагноз ПЛО устанавливался согласно критериям E.N.J. Hulzebos и соавт. [21] за исключением артериальной гипоксемии, которая определялась как насыщение гемоглобина артериальной крови кислородом ( $\text{SaO}_2$ ) менее 94% и отношение парциального напряжения кислорода в артериальной крови к фракции вдыхаемого кислорода ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ) менее 200 мм рт. ст. (при искусственной вентиляции легких). Клинически значимыми ПЛО считались при наличии двух или более пунктов во II классе осложнений или одного пункта в III или IV классе осложнений (табл. 3) [21]. Наличие клинически значимого легочного осложнения в раннем послеоперационном

Таблица 1

#### Распределение баллов по факторам риска развития послеоперационных легочных осложнений (по данным однофакторного и многофакторного анализа Receiver Operator Characteristic (ROC) 135 пациентов после различных операций на сердце)

Фактор риска	Балл
Индекс массы тела $> 25 \text{ кг/м}^2$	26
Инфаркт миокарда в анамнезе	16
Резервный объем выдоха $< 1,0 \text{ л}$	9
Количество дренажей в грудной полости $> 2$	26
Длительность операции $> 330 \text{ мин}$	8
Продолжительность постельного режима после интубации $\geq 4 \text{ сут}$	15

Примечание. Сумма баллов: менее 40 – низкая вероятность развития ПЛО, 40–51 – средняя, более 51 – высокая.

Таблица 2

## Основные данные группы неинвазивной вентиляции легких и контроля

Параметр	Группа НВЛ (n = 30)	Группа контроля (n = 31)	Уровень значимости, p
Возраст, лет	54,47 ± 7,05	57,61 ± 8,15	0,112
Пол, n			
мужской	22	26	0,32
женский	8	5	0,32
Индекс массы тела	30,89 ± 3,68	31,03 ± 4,43	0,899
Курение не менее 8 нед до операции, n	6	10	0,28
Хроническая обструктивная болезнь в анамнезе, n	4	2	0,32
Фракция выброса левого желудочка, %	59,73 ± 8,51	55,65 ± 8,15	0,060
Спектр оперативных вмешательств, n			
протезирование и/или пластика клапанов сердца	10	1	0,0024
КШ в условиях ИК с остановкой сердца	2	0	0,24
КШ в условиях ИК без остановки сердца (параллельная перфузия)	2	3	0,52
КШ без ИК (МИРМ, ОРСАВГ)	11	20	0,015
КШ + протезирование и/или пластика клапанов сердца	2	1	0,49
КШ без ИК (МИРМ, ОРСАВГ) + каротидная эндартерэктомия	0	3	0,12
резекция аневризмы ЛЖ с пластикой с КШ или без него	2	3	0,52
операции при врожденных пороках сердца	1	0	0,49
ИК с остановкой сердца, n	15	2	0,0001
ИК без остановки сердца (параллельная перфузия), n	4	6	0,39
Без ИК, n	11	23	0,0032
Длительность операции, мин	331,3 ± 59,0	349,4 ± 64,1	0,26
Продолжительность постельного режима после интубации, n			
1 сут	0	1	0,51
2 сут	22	24	0,71
3 сут	0	3	0,12
4 сут	8	2	0,035
5 сут	0	1	0,51
Продолжительность механической вентиляции, ч*	17,4 ± 8,1	16,2 ± 10,3	0,63
Продолжительность пребывания пациента в ОРИТ, ч	19,14 ± 6,8	18,1 ± 9,7	0,629

\* Определялась как продолжительность от момента интубации до способности пациентом самостоятельно задавать нормальную частоту дыхания и обеспечивать необходимым дыхательным объемом без поддержки вентилятора.

Примечание. КШ – коронарное шунтирование; ИК – искусственное кровообращение; МИРМ – миниинвазивная реваскуляризация миокарда; ОРСАВГ (off-pump coronary artery bypass grafting) – коронарное шунтирование без искусственного кровообращения; ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии.

Таблица 3

## Градации послеоперационных легочных осложнений

Класс	Осложнение
I	Кашель сухой; микроателектаз; диспноэ
II	Кашель продуктивный; бронхоспазм; гипоксемия; ателектаз; гиперкапния преходящая; отрицательная реакция на медикаментозное лечение легких
III	Плевральный выпот, требующий выполнения торакоцентеза; пневмония подозреваемая; пневмония подтвержденная; пневмоторакс
IV	Дыхательная недостаточность

периоде (до 5 сут после операции) и продолжительность госпитализации после операции являлись соответственно первой и второй конечными точками исследования (см. табл. 3).

В до- и послеоперационном периодах пациентам выполнялись следующие исследования: 1) сбор данных анамнеза; 2) физикальное обследование; 3) электрокардиография; 4) эхокардиография; 5) исследование функции внешнего дыхания (ФВД) и силы дыхательной мускулатуры; 6) обзорное рентгенологическое исследование органов грудной полости; 7) лабораторные исследования; 8) прикроватный мониторинг артериального давления, частоты сердечных сокращений, частоты дыхания (ЧД) и пульсоксиметрии в раннем послеоперационном периоде. Для сопоставимости значений образцы артериальной крови перед экстубацией забирали при  $FiO_2$ , равном 0,5, после экстубации – при одинаковой скорости подачи кислорода (4 л/мин) в контрольной и основной группах (во время НВЛ).

После операции пациентов переводили в ОРИТ, где больных активизировали и при наличии показаний экстубировали. При стабильном удовлетворительном состоянии через 3 ч (группа НВЛ) и 3–10 ч (контрольная группа) после экстубации пациентов переводили в отделение. Всем пациентам в послеоперационном периоде (вплоть до выписки) ежедневно проводили сеансы дыхательных упражнений и перкуссионного и постурального массажа с элементами растирания и вибрации, выполняемого на мышцах спины.

В основной группе НВЛ проводили с помощью аппарата VENTlogic BiLevel-ST Home Ventilation Appliance через ороназальную маску JOYCE vented со встроенной системой выдоха различных размеров (S, M и L) с использованием клапана подключения кислорода VENTI-O<sub>2</sub>, увлажнителя вдыхаемого воздуха VENTlick и бактериальных фильтров (Weinmann, Германия) (рис. 1). Начинали НВЛ с подачей



Рис. 1. Применение НВЛ у пациента Т., 59 лет (операция – многокомпонентная пластика митрального клапана), после перевода из ОРИТ в отделение неинвазивной аритмологии и хирургического лечения комбинированной патологии

кислорода со скоростью 4–7 л/мин через 3 ч после экстубации пациента и проводили в интермиттирующем режиме с продолжительностью сеансов не менее 1 ч в дневное время и не менее 2 ч – в ночное. Перерывы между циклами НВЛ длились 1–2 ч. Неинвазивную вентиляцию легких проводили во вспомогательно-контролируемом режиме ST (Spontaneous/Timed), который является двухуровневым (BiPAP), с установкой инспираторного и экспираторного положительного давления в дыхательных путях (соответственно ИДДП и ЭДДП). В нашем исследовании в зависимости от ориентировочных параметров (дыхательный объем 8–10 мл/кг массы тела пациента, ЧД менее 25 в минуту,  $SpO_2$  более 94% и расслабление вспомогательной дыхательной мускулатуры) ИДДП устанавливалось в основном на 10 см вод. ст. (7–11 см вод. ст.), а ЭДДП – на 4 см вод. ст. (4–6 см вод. ст.). Общая продолжительность НВЛ (от момента начала до прекращения использования метода) составила 12–18 ч. Специально для НВЛ седативные препараты пациентам не назначали.

Неинвазивную вентиляцию легких прекращали, если у пациента в течение 4 ч

самостоятельного дыхания воздухом и без поддержки показатели были следующими (по В.Л. Кассилю и др., 2004 [22], с изменениями):

- частота дыхания менее 25 в минуту;
- $\text{SaO}_2$  более 94%;
- $\text{PaO}_2$  более 55 мм рт. ст.;
- парциальное напряжение углекислого газа в артериальной крови ( $\text{PaCO}_2$ ) 45 мм рт. ст. и менее;
- отсутствие участия вспомогательной дыхательной мускулатуры.

Противопоказаниями для проведения НВЛ являлись [23–25]: 1) некооперативность пациента с медицинским персоналом; 2) анатомические абнормальности, ожоги и травмы лица, которые служат препятствием для наложения маски; 3) высокий риск аспирации: избыточная бронхиальная секреция, рвота, тяжелое гастроинтестинальное кровотечение или кровохарканье; 4) остановка дыхания; 5) остановка сердца и нестабильность гемодинамики.

Статистическая обработка данных выполнена на персональном компьютере с помощью пакета прикладных программ Statistica 6.0 для Windows. Результаты представлены как  $M \pm \sigma$  (среднее значение  $\pm$  стандартное отклонение). Для сравнения количественных показателей в исследуемых группах и определения различий между ними использовали критерий Стьюдента и непараметрический U-критерий Манна–Уитни. Для выявления различий между группами по частоте встречаемости признаков использовали критерий  $\chi^2$  и точный критерий Фишера с построением четырехпольных таблиц. Различия считали статистически достоверными при уровне значимости  $p < 0,05$ .

### Результаты и обсуждение

Исходно до операции средние значения показателей пневмотахометрии и силы дыхательных мышц (максимальное экспираторное и инспираторное давления) в обеих группах достоверно не различались и находились в пределах нормальных значений,

кроме резервного объема выдоха (менее 1,0 л) и максимальной произвольной вентиляции легких (на нижней границе нормы) (табл. 4). По результатам данной работы, НВЛ оказала положительное влияние на некоторые показатели ФВД. На 5-е сутки после операции в основной группе по сравнению с контрольной значения показателей статических легочных объемов и емкостей (форсированная жизненная емкость легких, резервный объем выдоха) были выше с достоверным повышением жизненной емкости легких ( $p < 0,05$ ), что согласуется с исследованиями S. Celebi и соавт. [20], а также P. Matte и соавт. [13]. При сравнении значений между группами на 10-е сутки после операции не было обнаружено достоверных различий.

Исходно до операции показатели газового состава артериальной крови не различались между группами и были в пределах нормальных значений. Средние значения показателя рН артериальной крови, хоть и были достоверно выше в группе НВЛ, соответствовали нормальным значениям в обеих группах. Значения  $\text{PaCO}_2$  увеличивались после экстубации и также соответствовали нормальным цифрам без статистически значимых различий между группами.

$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  перед экстубацией было одинаковым в группах (группа НВЛ –  $299,9 \pm 72,9$ ; группа контроля –  $293,6 \pm 97,1$ ;  $p = 0,775$ ). Значения показателей газообмена были достоверно выше в основной группе в отношении  $\text{PaO}_2$  через 6 и 12 ч после экстубации (через 3 и 9 ч после начала применения НВЛ) и  $\text{SaO}_2$  через 12 ч после экстубации и через 1 ч после прекращения применения НВЛ (рис. 2). Также была отмечена тенденция к снижению этих показателей в течение периода наблюдения в контрольной группе и динамика увеличения в основной группе с сохранением положительного эффекта через 1 ч после прекращения НВЛ. Похожие результаты были получены в других исследованиях [13, 17, 26–28]. Значения  $\text{SaO}_2$  по результатам лабораторных анализов соответствовали дан-

Таблица 4

**Динамика показателей функции внешнего дыхания  
и силы дыхательной мускулатуры основной и контрольной групп**

Показатель <sup>1</sup>	До операции		5-е сутки после операции		10-е сутки после операции	
	группа НВЛ	группа контроля	группа НВЛ	группа контроля	группа НВЛ	группа контроля
ЖЕЛ	92,6 ± 14,8	86,7 ± 11,3	71,3 ± 12,3	61,5 ± 13,8*	79,2 ± 15,6	72,7 ± 15,4
ОФВ <sub>1</sub>	107,7 ± 20,1	106,0 ± 18,0	82,7 ± 19,2	76,8 ± 13,9	90,4 ± 19,9	89,3 ± 19,2
ФЖЕЛ	102,7 ± 20,4	99,2 ± 16,8	77,1 ± 19,3	70,1 ± 12,6	84,3 ± 18,2	82,7 ± 18,2
ПОСВ	89,2 ± 23,0	80,2 ± 12,7	73,4 ± 20,2	64,1 ± 16,3	79,1 ± 17,8	74,8 ± 19,8
ОФВ <sub>1</sub> /ЖЕЛ	109,4 ± 8,8	111,4 ± 12,6	109,1 ± 12,2	116,1 ± 12,5	109,5 ± 11,9	114,8 ± 18,1
ОФВ <sub>1</sub> /ФЖЕЛ	110,1 ± 8,5	111,8 ± 8,7	112,6 ± 7,6	113,9 ± 7,2	112,6 ± 9,9	112,7 ± 7,7
МОС25%	92,0 ± 27,0	84,2 ± 16,2	73,0 ± 16,1	67,7 ± 17,9	80,7 ± 18,9	80,6 ± 21,8
МОС50%	94,5 ± 25,1	104,4 ± 27,8	72,2 ± 19,3	76,9 ± 19,7	89,1 ± 32,9	84,0 ± 28,1
МОС75%	102,9 ± 36,0	102,6 ± 33,3	87,6 ± 36,5	77,6 ± 25,5	95,3 ± 45,7	94,0 ± 39,7
СОС25–75%	96,5 ± 21,6	103,5 ± 24,2	77,4 ± 18,9	78,2 ± 21,0	90,5 ± 31,2	88,4 ± 30,5
ДО, л	0,92 ± 0,43	0,97 ± 0,34	0,96 ± 0,35	0,99 ± 0,22	0,86 ± 0,31	0,94 ± 0,29
Ровыд, л	0,78 ± 0,59	0,68 ± 0,37	0,67 ± 0,43	0,48 ± 0,41	0,69 ± 0,46	0,73 ± 0,58
Ровд, л	2,11 ± 0,84	2,07 ± 0,78	1,22 ± 0,47	1,1 ± 0,6	1,44 ± 0,44	1,39 ± 0,52
МВЛ	79,7 ± 25,6	74,1 ± 18,3	66,13 ± 19,8	60,5 ± 16,1	74,0 ± 18,2	70,2 ± 17,0
МЭД	170,14 ± 40,5	172,3 ± 30,7	125,3 ± 29,7	131,3 ± 42,1	128,9 ± 23,6	136,6 ± 27,8
МИД	131,15 ± 43,1	135,4 ± 37,9	101,9 ± 33,7	91,5 ± 26,0	100,5 ± 28,8	97,8 ± 26,4

<sup>1</sup> Кроме ДО, Ровыд и Ровд показатели даны в процентах от должной величины.

\* $p < 0,05$  (при сравнении двух групп).

Примечание. ЖЕЛ – жизненная емкость легких; ОФВ<sub>1</sub> – объем форсированного выдоха за 1 с; ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких; ПОСВ – пиковая объемная скорость выдоха; ОФВ<sub>1</sub>/ЖЕЛ; в международных рекомендациях ОФВ<sub>1</sub>/ФЖЕЛ – индекс Тиффно; МОС25%, МОС50%, МОС75% – максимальная объемная скорость на 25, 50, 75% ФЖЕЛ соответственно; СОС25–75% – средняя объемная скорость воздушного потока в средней части экспираторного маневра между 25 и 75% ФЖЕЛ; ДО – дыхательный объем; Ровыд – резервный объем выдоха; Ровд – резервный объем вдоха; МВЛ – максимальная произвольная вентиляция легких; МЭД – максимальное экспираторное давление; МИД – максимальное инспираторное давление.

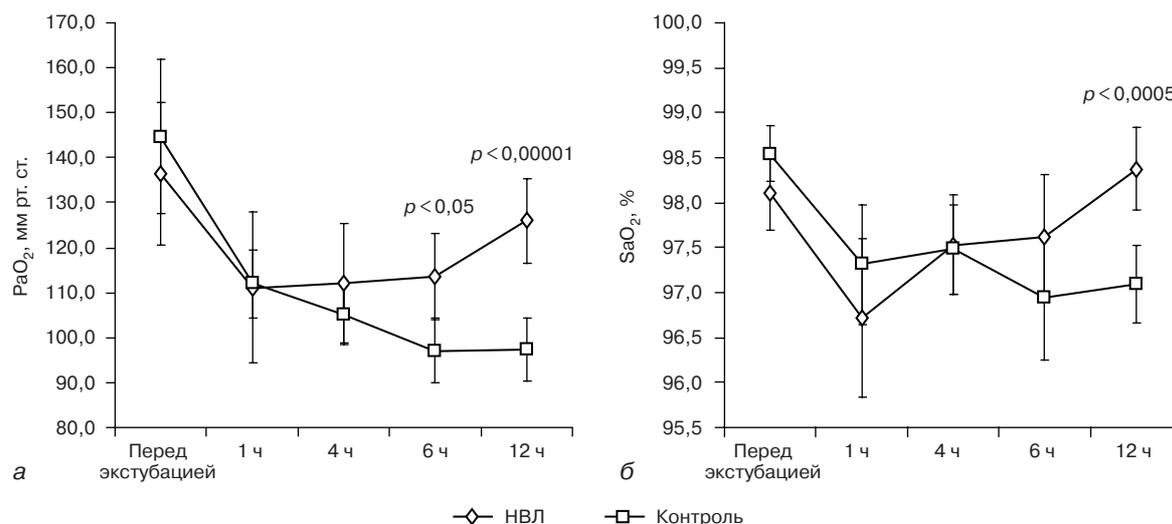


Рис. 2. Динамика средних значений показателей в группах НВЛ и контроля:

а –  $PaO_2$  (мм рт. ст.); б –  $SaO_2$

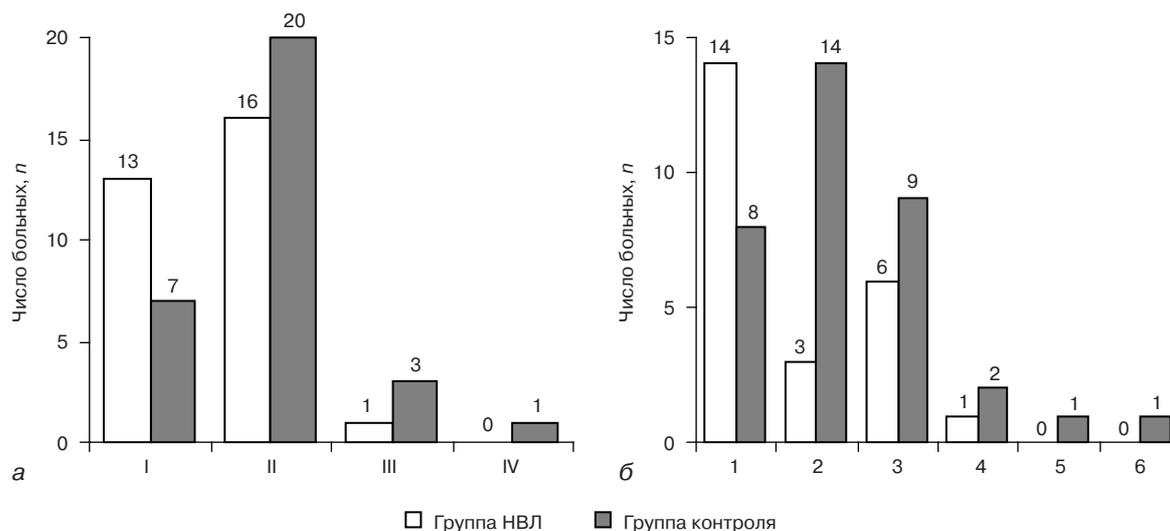


Рис. 3. Распределение пациентов в группах НВЛ и контроля:

а – по классам ПЛО; б – по характеру ПЛО.

1 – кашель продуктивный; 2 – артериальная гипоксемия ( $p=0,0023$ ); 3 – ателектаз; 4 – плевральный выпот, требующий торакоцентеза; 5 – пневмония подозреваемая; 6 – дыхательная недостаточность

ным пульсоксиметрии прикроватного монитора, что позволяет использовать неинвазивный метод определения  $SaO_2$  вместо инвазивного.

Показатели общего анализа крови и газового состава венозной крови достоверно не различались между группами и находились в пределах допустимых значений.

Сравнительный анализ показал, что в контрольной группе по сравнению с основной наблюдалось больше ПЛО II класса и выше (рис. 3, а). Пациентов с продуктивным кашлем было больше в группе НВЛ, но другие осложнения (ателектаз, плевральный выпот, требующий торакоцентеза) встречались реже или отсутствовали (пневмония подозреваемая, дыхательная недостаточность) (рис. 3, б). Артериальная гипоксемия достоверно чаще встречалась в контрольной группе

(группа НВЛ – 3 (10%); группа контроля – 14 (45%);  $p=0,0023$ ).

Неинвазивная вентиляция легких достоверно снизила наличие клинически значимого ПЛО (первая конечная точка), которые в основной группе были отмечены у 8 (26,7%) пациентов, а в контрольной – у 21 (67,7%) больного (табл. 5). Но продолжительность послеоперационной госпитализации пациентов (вторая конечная точка) была достоверно выше в основной группе ( $15,2 \pm 3,7$  сут против  $12,1 \pm 5,9$  группы контроля;  $p=0,0173$ ), что, скорее всего, связано с более тяжелым состоянием пациентов и наличием большего числа других (нелегочных) осложнений в данной группе (табл. 6). Полученные данные сопоставимы с результатами исследования S. Selebi и соавт. [20]. Отказов от применения этой методики со стороны больных встре-

Таблица 5

**Влияние неинвазивной вентиляции легких на конечные точки исследования**

Конечные точки исследования	Группа НВЛ	Группа контроля	Уровень значимости, $p$
Первая – наличие клинически значимого ПЛО, $n$	8	21	0,0013
Вторая – продолжительность послеоперационной госпитализации, сут	$15,2 \pm 3,7$	$12,1 \pm 5,9$	0,0173

Таблица 6

**Другие (нелегочные) осложнения  
послеоперационного периода основной и контрольной групп**

Параметр, n	Группа НВЛ	Группа контроля	Уровень значимости, p
Нарушения ритма	7	2	0,066
Почечная недостаточность	2	1	0,49
Сухой перикардит	4	1	0,17
Экссудативный перикардит	10	6	0,21
Вторичный остеосинтез грудины	0	1	0,51
Другое	2	2	0,68

чено не было. Осложнения, связанные с НВЛ (мацерация, эрозии и некрозы кожи спинки носа, слезотечение и др.), не встречались, возможно, благодаря интермиттирующему режиму применения этого метода.

Таким образом, применение двухуровневого режима неинвазивной вентиляции с использованием лицевой маски достоверно снизило развитие клинически значимых послеоперационных легочных осложнений по сравнению с группой пациентов, которым проводили только сеансы респираторных упражнений.

### Выводы

1. Неинвазивная вентиляция легких, проводимая в комплексе лечебных мероприятий, улучшает показатели внешнего дыхания и газообмена с сохранением положительного эффекта после прекращения использования метода у данной категории пациентов.

2. Неинвазивная вентиляция является высокоэффективным методом профилактики послеоперационных легочных осложнений у кардиохирургических пациентов с высоким риском их развития.

3. Интермиттирующее применение двухуровневого режима неинвазивной вентиляции у пациентов после операций на сердце является комфортным для больных, эффективно снижает процент развития легочных осложнений и не сопровождается какими-либо осложнениями, присущими данному методу.

### Литература

1. Wynne R., Botti M. Postoperative pulmonary dysfunction in adults after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass: clinical significance and implications for practice. *Am. J. Crit. Care.* 2004; 13: 384–93.
2. Jenkins S.C., Soutar S.A., Loukota J.M. et al. Physiotherapy after coronary artery surgery: are breathing exercises necessary? *Thorax.* 1989; 44: 634–9.
3. Jenkins S.C., Soutar S.A., Loukota J.M., Johnson L.C., Moxham J. A comparison of breathing exercises, incentive spirometry and mobilisation after coronary artery surgery. *Physiother. Theory Pract.* 1990; 6: 117–26.
4. Johnson D., Kelm C., To T. et al. Postoperative physical therapy after coronary artery bypass surgery. *Am. J. Respir. Crit Care Med.* 1995; 152: 953–8.
5. Stiller K., Montarello J., Wallace M. et al. Efficacy of breathing and coughing exercises in the prevention of pulmonary complications after coronary artery bypass graft. *Chest.* 1994; 105: 741–7.
6. Stiller K., Crawford R., McInnes M. et al. The incidence of pulmonary complications in patients not receiving prophylactic chest physiotherapy after cardiac surgery. *Physiother. Theory Pract.* 1995; 11: 205–8.
7. Sutton P., Pavia D., Bateman J., Clarke S. Chest physiotherapy: a review. *Eur J. Respir. Dis.* 1982; 63: 188–201.
8. Thornlow D.K. Is chest physiotherapy necessary after cardiac surgery? *Crit. Care Nurs.* 1995; 47: 39–46.
9. Romanini W., Muller A.P., de Carvalho K.A.T., Olandoski M., Faria-Neto J.R., Mendes F.L., Sardetto E.A., da Costa F.D.A., Guarita-Souza L.C. The effects of intermittent positive pressure and incentive spirometry in the postoperative of myocardial revascularization. *Arq. Bras. Cardiol.* 2007; 89 (2): 94–9.
10. Hess D.R., Stelfox H.T., Schmidt U. Noninvasive positive-pressure ventilation: a silver bullet for extubation failure? *Respir. Care.* 2007; 52 (11): 1454–6.
11. Ingwersen U.M., Larsen K.R., Bertelsen M.T., Kiil-Nielsen K., Laub M., Sandermann J. et al. Three different mask physiotherapy regimens for prevention

- of post-operative pulmonary complications after heart and pulmonary surgery. *Intensive Care Med.* 1993; 19: 294–8.
12. Jousela I., Rasanen J., Verkkala K., Lamminen A., Makelainen A., Nikki P. Continuous positive airway pressure by mask in patients after coronary surgery. *Acta Anaesthesiol. Scand.* 1994; 38: 311–6.
  13. Matte P., Jacquet L., Van Dyck M., Goenen M. Effects of conventional physiotherapy, continuous positive airway pressure and non-invasive ventilatory support with bilevel positive airway pressure after coronary artery bypass grafting. *Acta Anaesthesiol. Scand.* 2000; 44 (1): 75–81.
  14. Pinilla J.C., Oleniuk F.H., Tan L., Rebeyka I., Tanna N., Wilkinson A. et al. Use of a nasal continuous positive airway pressure mask in the treatment of postoperative atelectasis in aortocoronary bypass surgery. *Crit. Care Med.* 1990; 18: 836–40.
  15. Stock M.C., Downs J.B., Cooper R.B., Levenson I.M., Cleveland J., Weaver D.E. et al. Comparison of continuous positive airway pressure, incentive spirometry, and conservative therapy after cardiac operations. *Crit. Care Med.* 1984; 12: 969–72.
  16. Pasquina P., Tramer M.R., Walder B. Prophylactic respiratory physiotherapy after cardiac surgery: systematic review. *BMJ.* 2003; 327 (7428): 1379.
  17. Zarbock A., Mueller E., Netzer S., Gabriel A., Feindt P., Kindgen-Milles D. Prophylactic nasal continuous positive airway pressure following cardiac surgery protects from postoperative pulmonary complications. *Chest.* 2009; 135 (5): 1252–9.
  18. Ferrer M., Esquinas A., Arancibia F., Bauer T.T., Gonzalez G., Carrillo A. et al. Noninvasive ventilation during persistent weaning failure. A randomized controlled trial. *Am. J. Respir. Crit Care Med.* 2003; 168 (1): 70–6.
  19. Nava S., Gregoretti C., Fanfulla F., Squadrone E., Grassi M., Carlucci A., Beltrame F., Navalesi P. Noninvasive ventilation to prevent respiratory failure after extubation in high-risk patients. *Crit. Care Med.* 2005; 33 (11): 2465–70.
  20. Celebi S., Köner Ö., Menda F., Omay O., Günay I., Suzer K., Cakar N. Pulmonary effects of noninvasive ventilation combined with the recruitment maneuver after cardiac surgery. *Anesth. Analg.* 2008; 107: 614–9.
  21. Hulzebos E.H.J., Helder P.J.M., Favie N.J., De Bie R.A., de la Riviere A.B., Van Meeteren N.L.U. Preoperative intensive inspiratory muscle training to prevent postoperative pulmonary complications in high-risk patients undergoing CABG surgery: a randomized clinical trial. *JAMA.* 2006; 296 (15): 1851–7.
  22. Кассиль В.Л., Выжигина М.А., Лескин Г.С. Искусственная и вспомогательная вентиляция легких. М.: Медицина; 2004: 480.
  23. Авдеев С.Н. Неинвазивная вентиляция легких при острой дыхательной недостаточности. М.: ФГУ «НИИ Пульмонологии» Росздрава; 2007: 40.
  24. Aboussouan L.S., Ricaurte B. Noninvasive positive pressure ventilation: Increasing use in acute care. *Cleve Clin. J. Med.* 2010; 77 (5): 307–16.
  25. Jaber S., Chanques G., Jung B. Postoperative noninvasive ventilation. *Anesthesiology.* 2010; 112 (2): 453–61.
  26. Kindgen-Milles D., Buhl R., Gabriel A., Böhner H., Müller E. Nasal continuous positive airway pressure. A method to avoid endotracheal reintubation in postoperative high-risk patients with severe nonhypercapnic oxygenation failure. *Chest.* 2000; 117 (4): 1106–11.
  27. Lopes C.R., de A. Brandão C.M., Nozawa E., Auler J.O.C., Jr. Benefits of non-invasive ventilation after extubation in the postoperative period of heart surgery. *Rev. Bras. Cir. Cardiovasc.* 2008; 23 (3): 344–50.
  28. Pennock B.E., Kaplan P.D., Carlin B.W., Sabangan J.S., Magovern J.A. Pressure support ventilation with a simplified ventilatory support system administered with a nasal mask in patients with respiratory failure. *Chest.* 1991; 100 (5): 1371–6.

## References

1. Wynne R., Botti M. Postoperative pulmonary dysfunction in adults after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass: clinical significance and implications for practice. *Am. J. Crit. Care.* 2004; 13: 384–93.
2. Jenkins S.C., Soutar S.A., Loukota J.M. et al. Physiotherapy after coronary artery surgery: are breathing exercises necessary? *Thorax.* 1989; 44: 634–9.
3. Jenkins S.C., Soutar S.A., Loukota J.M., Johnson L.C., Moxham J. A comparison of breathing exercises, incentive spirometry and mobilisation after coronary artery surgery. *Physiother. Theory Pract.* 1990; 6: 117–26.
4. Johnson D., Kelm C., To T. et al. Postoperative physical therapy after coronary artery bypass surgery. *Am. J. Respir. Crit Care Med.* 1995; 152: 953–8.
5. Stiller K., Montarello J., Wallace M. et al. Efficacy of breathing and coughing exercises in the prevention of pulmonary complications after coronary artery bypass graft. *Chest.* 1994; 105: 741–7.
6. Stiller K., Crawford R., McInnes M. et al. The incidence of pulmonary complications in patients not receiving prophylactic chest physiotherapy after cardiac surgery. *Physiother. Theory Pract.* 1995; 11: 205–8.
7. Sutton P., Pavia D., Bateman J., Clarke S. Chest physiotherapy: a review. *Eur J. Respir. Dis.* 1982; 63: 188–201.
8. Thornlow D.K. Is chest physiotherapy necessary after cardiac surgery? *Crit. Care Nurs.* 1995; 47: 39–46.
9. Romanini W., Muller A.P., de Carvalho K.A.T., Olandoski M., Faria-Neto J.R., Mendes F.L., Sardetto E.A., da Costa F.D.A., Guarita-Souza L.C. The effects of intermittent positive pressure and incentive spirometry in the postoperative of myocardial revascularization. *Arq. Bras. Cardiol.* 2007; 89 (2): 94–9.
10. Hess D.R., Stelfox H.T., Schmidt U. Noninvasive positive-pressure ventilation: a silver bullet for

- extubation failure? *Respir. Care*. 2007; 52 (11): 1454–6.
11. Ingwersen U.M., Larsen K.R., Bertelsen M.T., Kiil-Nielsen K., Laub M., Sandermann J. et al. Three different mask physiotherapy regimens for prevention of post-operative pulmonary complications after heart and pulmonary surgery. *Intensive Care Med*. 1993; 19: 294–8.
  12. Jousela I., Rasanen J., Verkkala K., Lamminen A., Makelainen A., Nikki P. Continuous positive airway pressure by mask in patients after coronary surgery. *Acta Anaesthesiol. Scand*. 1994; 38: 311–6.
  13. Matte P., Jacquet L., Van Dyck M., Goenen M. Effects of conventional physiotherapy, continuous positive airway pressure and non-invasive ventilatory support with bilevel positive airway pressure after coronary artery bypass grafting. *Acta Anaesthesiol. Scand*. 2000; 44 (1): 75–81.
  14. Pinilla J.C., Oleniuk F.H., Tan L., Rebeyka I., Tanna N., Wilkinson A. et al. Use of a nasal continuous positive airway pressure mask in the treatment of postoperative atelectasis in aortocoronary bypass surgery. *Crit. Care Med*. 1990; 18: 836–40.
  15. Stock M.C., Downs J.B., Cooper R.B., Levenson I.M., Cleveland J., Weaver D.E. et al. Comparison of continuous positive airway pressure, incentive spirometry, and conservative therapy after cardiac operations. *Crit. Care Med*. 1984; 12: 969–72.
  16. Pasquina P., Tramer M.R., Walder B. Prophylactic respiratory physiotherapy after cardiac surgery: systematic review. *BMJ*. 2003; 327 (7428): 1379.
  17. Zarbock A., Mueller E., Netzer S., Gabriel A., Feindt P., Kindgen-Milles D. Prophylactic nasal continuous positive airway pressure following cardiac surgery protects from postoperative pulmonary complications. *Chest*. 2009; 135 (5): 1252–9.
  18. Ferrer M., Esquinas A., Arancibia F., Bauer T.T., Gonzalez G., Carrillo A. et al. Noninvasive ventilation during persistent weaning failure. A randomized controlled trial. *Am. J. Respir. Crit Care Med*. 2003; 168 (1): 70–6.
  19. Nava S., Gregoretti C., Fanfulla F., Squadrone E., Grassi M., Carlucchi A., Beltrame F., Navalesi P. Noninvasive ventilation to prevent respiratory failure after extubation in high-risk patients. *Crit. Care Med*. 2005; 33 (11): 2465–70.
  20. Celebi S., Köner Ö., Menda F., Omay O., Günay I., Suzer K., Cakar N. Pulmonary effects of noninvasive ventilation combined with the recruitment maneuver after cardiac surgery. *Anesth. Analg*. 2008; 107: 614–9.
  21. Hulzebos E.H.J., Helders P.J.M., Favie N.J., De Bie R.A., de la Riviere A.B., Van Meeteren N.L.U. Preoperative intensive inspiratory muscle training to prevent postoperative pulmonary complications in high-risk patients undergoing CABG surgery: a randomized clinical trial. *JAMA*. 2006; 296 (15): 1851–7.
  22. Kassil' V.L., Vyzhygina M.A., Leskin G.S. Artificial auxiliary ventilation. Moscow: Meditsina; 2004: 480 (in Russian).
  23. Avdeev S.N. Noninvasive ventilation in acute respiratory failure. Moscow; 2007: 40 (in Russian).
  24. Aboussouan L.S., Ricaurte B. Noninvasive positive pressure ventilation: Increasing use in acute care. *Cleve Clin. J. Med*. 2010; 77 (5): 307–16.
  25. Jaber S., Chanques G., Jung B. Postoperative noninvasive ventilation. *Anesthesiology*. 2010; 112 (2): 453–61.
  26. Kindgen-Milles D., Buhl R., Gabriel A., Böhner H., Müller E. Nasal continuous positive airway pressure. A method to avoid endotracheal reintubation in postoperative high-risk patients with severe nonhypercapnic oxygenation failure. *Chest*. 2000; 117 (4): 1106–11.
  27. Lopes C.R., de A. Brandão C.M., Nozawa E., Auler J.O.C., Jr. Benefits of non-invasive ventilation after extubation in the postoperative period of heart surgery. *Rev. Bras. Cir. Cardiovasc*. 2008; 23 (3): 344–50.
  28. Pennock B.E., Kaplan P.D., Carlin B.W., Sabangan J.S., Magovern J.A. Pressure support ventilation with a simplified ventilatory support system administered with a nasal mask in patients with respiratory failure. *Chest*. 1991; 100 (5): 1371–6.

Поступила 21.05.2014