

## ПРИМЕНЕНИЕ МАНЕВРА ОТКРЫТИЯ ЛЕГКИХ У БОЛЬНЫХ С ОСТРОЙ ДЫХАТЕЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ ПОСЛЕ КАРДИОХИРУРГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

А. А. Еременко, Д. И. Левиков, В. М. Егоров, Д. Е. Зорин, Р. Ю. Борисов

ГУ Российский научный центр хирургии РАМН им. Б. В. Петровского

### Use of Lung Opening Maneuver in Patients with Acute Respiratory Failure After Cardiosurgical Operations

A. A. Yeremenko, D. I. Levikov, V. M. Yegorov, D. Ye. Zorin, R. Yu. Borisov

B. V. Petrovsky Russian Surgery Center, Russian Academy of Medical Sciences

Послеоперационная дыхательная недостаточность относится к наиболее распространенным осложнениям, и является одной из основных причин послеоперационной летальности. Одним из наиболее эффективных методов респираторной терапии этого синдрома является маневр «открытия легких». *Задачи исследования.* Оценить влияние рекрутирующего маневра на показатели газообмена, биомеханических свойств легких и на показатели гемодинамики. Определить возможность выполнения в полном объеме маневра «открытия легких» у пациентов, перенесших кардиохирургические вмешательства. *Материалы и методы.* В исследование были включены 19 пациентов с послеоперационной дыхательной недостаточностью в возрасте от 53 до 70 лет. Показанием к проведению рекрутирующего маневра служило снижение индекса оксигенации ниже 250 мм рт. ст. при проведении ИВЛ с  $\text{FiO}_2 \geq 0,5$ , соотношением длительности вдоха к выдоху 1:1–3:1, и ПДКВ 5–10 см вод. ст. *Результаты.* Перед выполнением рекрутирующего маневра у пациентов отмечалось снижение индекса оксигенации до  $139 \pm 36$  мм рт. ст. Показатель  $C_{\text{din}}$  составлял в среднем  $41,1 \pm 8,4$  мл/см вод. ст. После проведения рекрутирующего маневра у всех больных было отмечено возрастание индекса оксигенации до  $371 \pm 121$  мм рт. ст. и показателя  $C_{\text{din}}$  до  $64,3 \pm 10$  мл/см вод. ст. При проведении рекрутирующего маневра у 14 пациентов отмечалась артериальная гипотензия, скорректированная применением вазопрессоров. У одного пациента развился пневмоторакс, который был своевременно дренирован. *Заключение.* Применение маневра «открытия легких» приводит к значительному улучшению показателей газообмена и механических свойств легких. При проведении этого маневра возможно снижение артериального давления и развитие пневмоторакса. *Ключевые слова:* рекрутирующая вентиляция, «открытые легкие».

Postoperative respiratory failure is a most common complication and a main cause of postoperative death. The lung opening maneuver is a most effective method of respiratory therapy for this syndrome. *Objective.* To evaluate the impact of recruiting maneuver on gas exchange parameters, the biomechanical properties of the lung, and hemodynamic parameters. To determine whether the lung opening maneuver can be fully performed in patients undergoing cardiac surgery. *Materials and methods.* The study covered 19 patients aged 53 to 70 years who had postoperative failure. The indication for the recruiting maneuver was a decrease in the oxygenation index below 250 mm Hg during assisted ventilation (AV) with  $\text{FiO}_2 \geq 0.5$ , an inspiratory-expiratory phase ratio of 1:1 to 3:1, and a positive end-expiratory pressure of 5–10 cm  $\text{H}_2\text{O}$ . *Results.* A decrease in the oxygenation index to  $139 \pm 36$  mm Hg was observed before the recruiting maneuver was applied.  $C_{\text{din}}$  averaged  $41.1 \pm 8.4$  ml/cm  $\text{H}_2\text{O}$ . After use of the recruiting maneuver, there were increases in the oxygenation index up to  $371 \pm 121$  mm Hg and in  $C_{\text{din}}$  up to  $64.3 \pm 10$  ml/cm  $\text{H}_2\text{O}$  in all the patients. When the recruiting maneuver was employed, 14 patients were observed to have elevated blood pressures corrected with a vasopressor. One patient developed pneumothorax that was drained in proper time. *Conclusion.* The application of the lung opening maneuver leads to a considerable improvement of gas exchange parameters and lung mechanical properties. *Key words:* recruiting ventilation, «opened lung».

Послеоперационная дыхательная недостаточность (ДН) у больных, оперированных на сердце и магистральных сосудах, относится к наиболее распространенным осложнениям, приводящим к существенному увеличению продолжительности лечения и является одной из основных причин послеоперационной летальности [1]. Наиболее частыми причинами ДН в раннем послеоперационном периоде являются микроателектазирование легких, синдром острого повреждения легких и острый респираторный дистресс-синдром (шоковое или постперфузионное легкое). Для нормализации газообмена принципиально важно расправить

или «рекрутировать» невентилируемые участки легких. С 1990-х гг. в клиническую практику введен метод рекрутирования альвеол, получивший название «открытые легкие» [2]. Теоретической основой этого метода является закон Лапласа, в соответствии с которым, для поддержания альвеол в расправленном состоянии необходимо меньшее давление в дыхательных путях, чем для расправления спавшихся альвеол. Практически рекрутирующий маневр заключается в открытии спавшихся альвеол высоким давлением вдоха (40–70 см вод. ст.) в течение 10 дыхательных циклов и поддержанием альвеол и бронхиол в расправленном состоя-

Данные о характере оперативного вмешательства, продолжительности ИК, объеме кровопотере и осложнениях в раннем послеоперационном периоде

№	Операция	Длительность (мин)		Суммарная кровопотеря (мл)	Сопутствующие осложнения раннего п/о периода
		ИК	ИМ		
1	Тромбэктомия и пластика ЛЖ, МКШ, ЗАКШ	116	85	1050	ДН, ССН
2	Резекция аневризмы восходящего отдела аорты. Протезирование восходящего отдела аорты и частично дуги аорты.	145	98	2950	ДН, ССН, Печ.Н
3	Иссечение отслоенной интимы брюшного отдела аорты с резекцией и освобождением всех устьев висцеральных ветвей.	—	—	1400	ДН, ПН, Э
4	Репротезирование брюшного отдела аорты на уровне висцеральных ветвей.	—	—	2200	ДН
5	МКШ+ЗАКШ	89	47	1650	ДН, ССН, Э
6	2МКШ+АКШ	—	—	600	ДН, ССН
7	ПАК	158	126	1500	ДН, ССН, ПН
8	Бифуркационное аорто-сонно-подключичное протезирование справа	—	—	800	ДН, ССН
9	ПМК	301	163	2800	ДН, ССН, ППН, Э
10	Удаление опухоли ЛП	139	70	1700	ДН, ССН
11	МКШ+ЗАКШ	99	58	1600	ДН, ССН
12	МКШ+ЗАКШ	81	60	1100	ДН, ССН
13	МКШ+АКШ	69	33	2400	ДН, ССН
14	Тромбэктомия и пластика ЛЖ, МКШ, 4АКШ	134	100	1000	ДН, ССН
15	МКШ+2АКШ	134	66	2900	ДН, ССН
16	МКШ+ЗАКШ	79	59	900	ДН, ССН, Э
17	МКШ+2АКШ	93	43	3500	ДН
18	5АКШ	131	104	3600	ДН, ССН, Э
19	Бифуркационное аорто-бедренное протезирование с ушиванием дефекта в НПВ	—	—	5000	ДН, ССН, ПН, КН

**Примечание.** ИК — искусственное кровообращение; ИМ — ишемия миокарда; ЛЖ — левый желудочек; ЛП — левое предсердие; МКШ — маммарокоронарное шунтирование; АКШ — аортокоронарное шунтирование; ПАК — протезирование аортального клапана; ПМК — протезирование митрального клапана; НПВ — нижняя полая вена; ДН — дыхательная недостаточность; ССН — сердечно-сосудистая недостаточность; Э — энцефалопатия; ПН — почечная недостаточность; КН — кишечная недостаточность; Печ. Н — печеночная недостаточность.

нии за счет ПДКВ на 2 см вод. ст. выше точки нижнего изгиба на кривой объем-давление [3].

Применение метода «открытых легких» описано у различных категорий пациентов, в том числе и у больных после кардиохирургических вмешательств [4]. По мнению большинства авторов, он эффективен и безопасен. Наиболее частым осложнением метода является транзиторная гипотензия, развивающаяся в результате высокого давления на вдохе, необходимого для расправления альвеол. Как правило, эпизоды гипотензии кратковременны, снижение артериального давления незначительно и легко корригируется введением вазопрессоров [5, 6]. Тем не менее, остается неясным вопрос о возможности проведения реkrутирующей ИВЛ с высокими давлениями вдоха у кардиохирургических больных, в особенности у пациентов с сердечно-сосудистой недостаточностью.

Цель исследования: оценить эффективность реkrутирующего маневра «открытия легких» при лечении послеоперационной острой дыхательной недостаточности у кардиохирургических больных.

В процессе исследования решали следующие задачи:

1. Оценить влияние реkrутирующего маневра на показатели газообмена и биомеханических свойств легких.

2. Определить возможность выполнения в полном объеме маневра «открытия легких» у пациентов, перенесших кардиохирургические вмешательства.

3. Оценить влияние реkrутирующего маневра «открытия легких» на показатели гемодинамики.

## Материалы и методы

В исследование были включены 19 пациентов (12 мужчин, 7 женщин) в возрасте от 53 до 70 лет (средний возраст  $61,2 \pm 5,2$  лет), у которых ближайший послеоперационный период осложнился развитием острой дыхательной недостаточности. Данные о характере оперативного вмешательства, продолжительности искусственного кровообращения и ишемии миокарда, объеме кровопотере и осложнениях в раннем послеоперационном периоде приведены в таблице 1.

В ходе исследования определяли следующие показатели: парциальное напряжение кислорода и углекислого газа, насыщение гемоглобина кислородом в артериальной и венозной крови, показатели динамической податливости легких ( $C_{din}$ ), максимальное давление в дыхательных путях ( $P_{max}$ ), артериальное (АД) и центральное венозное давления (ЦВД), частоту сердечных сокращений (ЧСС).

Газовый состав крови и концентрацию оксигемоглобина определяли на газоанализаторе ABL-625 («Radiometer», Дания) непосредственно до и через 15–30 минут после выполнения реkrутирующего маневра. Далее определение газового состава крови проводили с интервалом 2–6 часов в течение всего периода пребывания пациентов на ИВЛ.

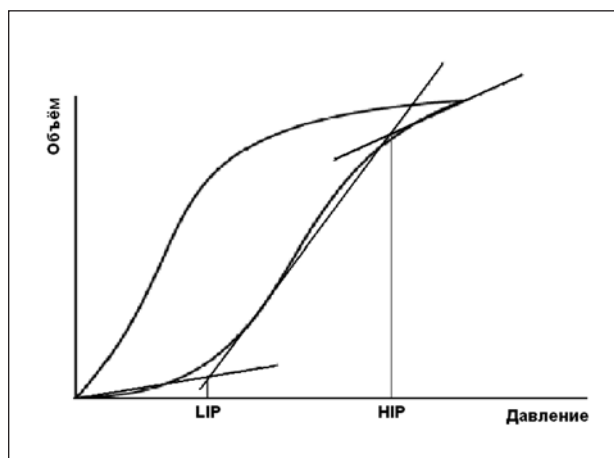


Рис. 1. Схема определения LIP на кривой «давление — объем».

По оси абсцисс — дыхательный объем, по оси ординат — величина давления в дыхательных путях; LIP — точка нижнего перегиба, HIP — точка верхнего перегиба.

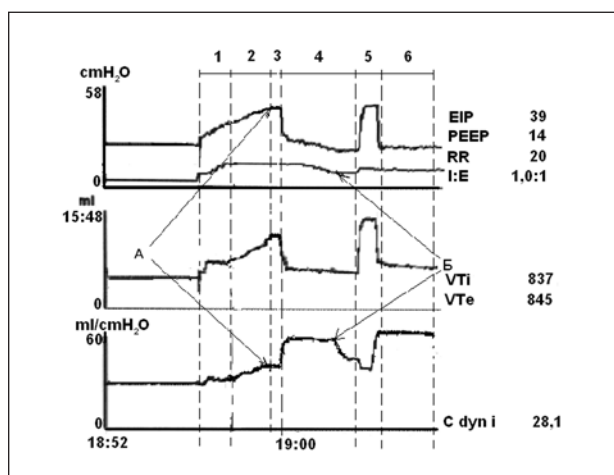


Рис. 2. Схема проведения маневра открытия легких (воспроизведена с экрана монитора аппарата Servo-I при использовании функции «Open lung tool»).

Цифрами отмечены этапы проведения реkrутирующего маневра. EIP ( $P_{max}$ ) — максимальное давление в дыхательных путях; PEEP (ПДКВ) — положительное давление в конце выдоха; RR — частота дыхания; I:E — отношение длительности вдоха к длительности выдоха;  $V_{ti}$  — дыхательный объем на вдохе;  $V_{te}$  — дыхательный объем на выдохе;  $C_{din}$  — динамическая податливость легких. А-точка открытия легких. Определяется по прекращению прироста  $C_{din}$  и соответствует показателю  $P_{max}$ ; Б-точка закрытия легких. Определяется по началу снижения  $C_{din}$  и соответствует значению ПДКВ.

Артериальное давление измеряли прямым методом с использованием канюли, установленной в лучевую артерию, и прикроватных мониторов AS/3 («Datex Ohmeda», Финляндия) и BSM-4103K («Nihon Kohden», Япония).

Показатели динамической податливости легких определяли в режиме реального времени с помощью мониторингового блока респиратора Servo-i («Maquet», Швеция).

Индекс оксигенации (ИО) рассчитывали как отношение  $PaO_2/FiO_2$ .

Протокол проведения реkrутирующего маневра. Показанием к проведению реkrутирующего маневра служило снижение индекса оксигенации ниже 250 мм рт. ст. при проведении ИВЛ с  $FiO_2 \geq 0,5$ , соотношением длительности вдоха к выдоху 1:1–3:1, и ПДКВ 5–10 см вод. ст.

Для проведения маневра открытия легких использовался респиратор Servo-i («Maquet», Швеция), имеющий функцию «Open lung tool». Этапы проведения реkrутирующего маневра с использованием функции «Open lung tool» представлены на рис. 2.

Перед процедурой для исключения обструкции бронхиального дерева выполняли диагностическую фибробронхоскопию. Кроме того, на основании физикальных данных и рентгенограммы исключали наличие пневмоторакса и скопления жидкости в плевральной полости. Маневр выполняли при полной релаксации и седации больного. В связи с риском возникновения артериальной гипотензии перед проведением маневра проводили адекватное восполнение ОЦК, после чего к венозной линии подключали автоматический дозирующий шприц Perfusor с раствором норадреналина в разведении 50 мкг на 50 мл физраствора. Во время проведения реkrутирующего маневра устанавливали режим вентиляции по давлению (PCV) с соотношением длительности вдоха к выдоху 1:1. Предполагаемая точка закрытия, т. е. давление в дыхательных путях, при котором начинается коллапс альвеол на выдохе, определялась как точка нижнего перегиба (LIP) на кривой поток-объем при нулевом ПДКВ (рис. 1).

Для вычисления значения этого параметра по кривой «давление — объем» следует опустить перпендикуляр на ось «давление» из точки перехода сравнительно плавной в более отвесную часть кривой вдоха.

После определения предполагаемой «точки закрытия» ПДКВ устанавливали на уровне на 2 см вод. ст. превышающее значение LIP. Повышение ПДКВ проводилось с шагом в 3–5 см вод. ст. в течение 10–15 минут (рис. 2, этап 1).

На втором этапе определяли «точку открытия», т. е. минимальное давление в дыхательных путях, при котором к концу вдоха все альвеолы расправлены. Для этого постепенно с шагом 1–2 см вод. ст. повышали давление вдоха ( $P_i$ ). Повышение  $P_i$  проводили под контролем  $C_{din}$  в режиме реального времени. При увеличении  $P_i$  и соответственно  $P_{max}$ , происходит рост податливости легких (рис. 2, этап 2). «Точка открытия» соответствует минимальному значению  $P_{max}$ , при котором прекращается увеличение  $C_{din}$ .

На следующем этапе выполняли определение реальной точки закрытия. Для этого снижали ПДКВ с шагом в 1 см  $H_2O$ . Точку закрытия определяли как максимальное значение ПДКВ, при котором начинается снижение  $C_{din}$  (рис. 2, этап 4). Точка закрытия, определенная таким образом, может не соответствовать значению LIP.

После определения точек открытия и закрытия ПДКВ устанавливали на 2 см выше точки закрытия и производили повторное открытие альвеол. Для этого постепенно повышали давление вдоха до достижения точки открытия. При данных значениях  $P_{max}$  выполняли 10 аппаратных вдохов (рис. 2, этап 3), после чего давление вдоха вновь снижали до уровня, позволяющего получить ДО в пределах 6–8 мл/кг, а ПДКВ оставляли в пределах значений, превышающих реальную точку закрытия на 2 см  $H_2O$ . При этом отмечали резкое увеличение податливости легких.

Следующим этапом является точное определение точки закрытия. Для этого с шагом в 1 см вод. ст. снижается ПДКВ. Точка закрытия определяется как максимальное значение ПДКВ, при котором начинается снижение показателя  $C_{din}$  (рис. 2, этап 4). Точка закрытия, определенная таким образом, может не соответствовать значению LIP.

После того, как определены точки открытия и закрытия ПДКВ устанавливается на 2 см вод. ст. выше точки закрытия и производится повторное открытие альвеол. Для этого постепенно повышается давление вдоха, так чтобы значение  $P_{max}$  дошло до точки открытия. Выполняются 10 аппаратных вдохов при этом значении  $P_i$  (рис. 2, этап 5), после чего давление вдоха вновь снижается и продолжается ИВЛ с этими параметрами (рис. 2, этап 6).

Реkrутирующий маневр проводили под постоянным контролем АД и ЧСС. При АД<sub>сис</sub> ниже 80 мм. рт. ст. увеличение давле-

Показатели оксигенации и механики дыхания в процессе проведения рекрутирующего маневра

№	Индекс оксигенации (мм рт. ст.)		Податливость легких (мл/см вод. ст.)		P <sub>max</sub> (см вод. ст.)	«Точка закрытия» (см вод. ст.)
	до	после	до	после		
1	101	266	28	49	38	6
2	138	261	32	54	42	10
3	163	267	51	63	44	6
4	204	350	37	62	46	12
5	155	258	47	68	48	10
6	163	290	31	58	38	8
7	138	385	45	74	44	10
8	109	240	36	58	36	6
9	103	373	44	81	50	12
10	139	297	46	61	48	12
11	223	553	53	87	64	10
12	127	501	34	71	66	12
13	150	250	43	65	36	8
14	108	316	47	65	46	10
15	208	407	51	71	46	14
16	175	608	34	48	72	12
17	153	508	44	56	48	12
18	120	578	29	62	56	14
19	168	347	54	69	46	16

ния на вдохе прекращали, даже если «точка открытия» не была достигнута. Определение точки закрытия проводилось по протоколу. Повторный рекрутирующий маневр (этап 5) проводился с таким P<sub>max</sub>, при котором АД<sub>сист</sub> оставалось выше 80 мм рт. ст.

Перед проведением маневра открытия легких в дыхательный контур между бактериально-вирусным фильтром и эндотрахеальной трубкой устанавливали закрытую аспирационную систему «Cathu» фирмы Unomedical (Дания), которая позволяет осуществлять удаление трахеобронхиального секрета при продолжающейся ИВЛ. Использование традиционного, «открытого» способа удаления секрета дыхательных путей неизбежно связано с разгерметизацией дыхательного контура (отсоединением интубационной трубки) и спаданием альвеол, что требует повторения маневра открытия после каждой санации трахео-bronхиального дерева.

## Результаты и обсуждение

Перед выполнением рекрутирующего маневра у пациентов отмечалось существенное снижение артериальной оксигенации (среднее значение ИО  $139 \pm 36$  мм рт. ст.). У 9 больных ИО был ниже 150 мм рт. ст., и только у 2 пациентов ИО был выше 200 мм рт. ст. Показатель податливости легких также был значительно ниже нормы и составлял в среднем  $41,1 \pm 8,4$  мл/см вод. ст., а у 8 пациентов C<sub>din</sub> была ниже 40 мл/см вод. ст.

После проведения рекрутирующего маневра у всех больных было отмечено значительное улучшение показателей газообмена (ИО увеличился в среднем до  $371 \pm 121$  мм рт. ст.) и податливости легких (показатель C<sub>din</sub> возрос до  $64,3 \pm 10$  мл/см вод. ст.). У 5 пациентов, ИО превышал 450 мм рт. ст. У остальных больных также отмечено значительное возрастание этого показателя, и минимальный прирост ИО достигал 127 мм рт. ст. (таблица 2).

При проведении рекрутирующих маневров значение P<sub>max</sub> колебалось от 36 до 72 см вод. ст., и составило в среднем  $48,1 \pm 10$  см вод. ст. В пяти слу-

чаях максимальное давление в дыхательных путях составило 50 см вод. ст. и более. Практически у всех пациентов в ходе проведения маневра отмечалось снижение АД. У пяти пациентов снижение АД было незначительным. Несмотря на то, что продолжительность эпизодов гипотензии не превышала 2–3 минут, у 4 пациентов снижение АД на фоне введения вазопрессоров было значительным, что не позволило увеличить давление в дыхательных путях выше 40 см вод. ст. У 10 пациентов удалось увеличить P<sub>max</sub> до 44–48 см вод. ст. Ни у одного из пациентов после проведения маневра не было отмечено снижения оксигенации венозной крови или изменения уровня лактата артериальной крови.

В результате проведения рекрутирующего маневра стойкое улучшение артериальной оксигенации достигнуто у 16 больных. 14 из них были экстубированы в течение 7 последующих суток. Продолжительность ИВЛ после проведения маневра у них составила от 12 до 146 часов, в среднем  $56,6 \pm 41,9$  часов. У 3-х пациентов потребовалось проведение продленной ИВЛ, продолжительностью 240 и 270 часов. Послеоперационный период у этих больных протекал с клиникой прогрессирующей полиорганной недостаточности. Причинами летальных исходов явились прогрессирующая сердечно-сосудистая недостаточность в двух случаях и мезентериальный тромбоз у одной пациентки.

При проведении рекрутирующего маневра у одного пациента развился пневмоторакс, который был своевременно дренирован. Это осложнение не привело к ухудшению состояния больного и не потребовало изменения стратегии респираторной поддержки.

В патогенезе послеоперационной дыхательной недостаточности значительная роль отводится

микроателектазированию различных участков легких. Микроателектазы легких в ближайшем послеоперационном периоде выявляются у 54–73% больных при рентгенологическом исследовании и у 90% пациентов при использовании компьютерной томографии [7, 8]. Причинами дыхательной недостаточности у кардиохирургических больных могут быть ХОБЛ, особенности операций, связанные с длительным нахождением пациента на спине и отсутствием вентиляции в задне-базальных отделах легких, прекращением вентиляции и перфузии легких во время ИК, необходимостью проведения продолжительной ИВЛ с положительным давлением на вдохе, повреждением сурфактантной системы легких, сдавлением легочной ткани при некоторых хирургических доступах, активацией реакции системного воспалительного ответа при шоке различной этиологии, неадекватном или длительном ИК, массивной кровопотере, гемолизе и других осложнениях, приводящих в СОПЛ и ОРДС. D. Ashbaugh, (1967 г.) впервые употребивший термин респираторный дистресс-синдром, предложил использовать большие дыхательные объемы для расправления легких. Дальнейшие исследования показали, что вентиляция с большими (12 мл/кг) дыхательными объемами не предотвращает ателектазирование легких и, более того, усугубляет тяжесть дыхательной недостаточности [9, 10]. В исследованиях последних лет доказано повреждающее действие ИВЛ, связанной с баротравмой, волюмотравмой и биотравмой, что послужило основой для разработки концепции протективной ИВЛ [11].

Среди многочисленных методов респираторной и вспомогательной терапии метод открытия легких представляется патогенетически обоснованным и перспективным. Он может использоваться на ранних стадиях развития СОПЛ и ОРДС. Возможность полного расправления ателектазированных участков легких и последующая ИВЛ с низким дыхательным объемом и оптимальным значением ПДКВ предотвращает развитие ИВЛ-индуцированного повреждения легких, и соответственно, может приводить к снижению продолжительности ИВЛ и связанных с ней осложнений [12, 13].

Понятие «открытые легкие» подразумевает такое состояние легочной ткани, при котором не выявляются ателектазы, фракция внутрилегочного шунтирования крови менее 10%, а  $PaO_2$  превышает 450 мм рт. ст. при ингаляции 100% кислорода [2]. При значении фракции внутрилегочного шунтирования крови менее 10%, зависимость  $PaO_2$  от  $FiO_2$  становится практически линейной, поэтому одним из критериев полного открытия альвеол является повышение ИО свыше 450 мм рт. ст., независимо от фракции кислорода на вдохе. Другим критерием эффективности проведен-

ного маневра может быть компьютерная томография легких, на которой не будут выявляться ателектазы.

Очевидно, что компьютерная и электроимпедансная томография не могут широко использоваться в качестве критерия степени открытия альвеол, поскольку доступны в ограниченном числе лечебных учреждений. В этой связи в клинической практике можно ориентироваться на динамику ИО, динамической податливости легких и на определение точек открытия и закрытия легких. Наиболее целесообразно применять аппараты, имеющие функцию «Open lung tool», например, Servo-I (Maquet, Швеция). Это не только позволяет определять давления открытия и закрытия с точностью до 1 см вод. ст., но и обеспечивает условия безопасности для больного в процессе манипуляции.

Во многих работах, посвященных применению метода открытых легких, приводятся результаты рекрутирующего маневра, несоответствующие определению состояния полного открытия. Так Wolf S. с соавт. (2002) получили прирост ИО со  $132 \pm 88$  до  $325 \pm 64$  мм рт. ст., а Wauer H. с соавт. (2003) со  $137 \pm 41$  до  $381 \pm 150$  мм рт. ст. A Schreiter D. с соавт. (2004) отмечали сохранение ателектазированных участков легочной ткани объемом до 706 мл после выполнения рекрутирующего маневра. Вместе с тем, причиной недостаточного повышения индекса оксигенации, помимо микроателектазирования легких, могут быть паренхиматозные повреждения легких или нарушения микроциркуляции в малом круге кровообращения, в результате которых развивается значительное увеличение фракции внутрилегочного шунтирования.

Результат маневра также зависит от методики его проведения. Многие исследователи в качестве рекрутирующего маневра применяют кратковременное повышение давления на вдохе до 40–45 см вод. ст., продолжительностью от двух до десяти дыхательных циклов [3, 6, 14]. Такой подход приводит к улучшению артериальной оксигенации, но не может гарантировать полного расправления ателектазов. Одним из факторов, ограничивающим возможность достижения полного открытия легких, явилась нестабильность гемодинамики, проявившаяся в артериальной гипотензии. Несмотря на инфузию вазопрессоров, снижение АД различной степени выраженности при  $P_{max}$  более 40–50 см вод. ст. наблюдалось у всех больных. В этой связи, при улучшении артериальной оксигенации в результате частичного открытия альвеол у больных с нестабильной гемодинамикой не следует стремиться к полному выполнению протокола.

Потенциальным осложнением маневра является пневмоторакс, который был получен у одного из обследованных нами больных. В этой связи при его проведении необходим тщательный клиничес-

кий и рентгенологический контроль. Кроме того, персонал должен быть готов к выполнению экстренного дренирования плевральной полости. Вместе с тем, в одном наблюдении нами был выполнен маневр открытия легких у больного с двухсторонней негерметичностью легких при дренировании обеих плевральных полостей с хорошим клиническим эффектом. Безопасность проведения данного способа лечения значительно повышается при использовании закрытой аспирационной системы «Cathy». После выполнения маневра открытия легких отмечается увеличение количества отделяемой мокроты, что требует проведения повторных эпизодов санации трахеобронхиального дерева. Традиционный метод аспирации содержимого трахеи сопровождается разгерметизацией дыхательного контура, нивелированием ПДКВ и достигнутых положительных эффектов специальных режимов ИВЛ. Использование закрытой аспирационной системы «Cathy», за счет особенностей ее конструкции, позволяет осуществлять санацию трахеи без разгерметизации контура, уменьшить длительность процедуры и не прибегать к повторению маневра открытия легких. Важность этого момента обуславливается еще и тем, что каждый эпизод проведения маневра открытия легких сопровождается значимыми нарушениями гемодинамики, что имеет особое значение, и в обязательном порядке должно учитываться у кардиохирургических больных. Герметизм дыхательного контура позволяет не только сохранять установленные параметры вентиляции и уровень ПДКВ при оставлении альвеол в открытом состоянии, но и способствует профилактике инфекционных осложнений ИВЛ.

#### Литература

1. Ashbaugh D. G., Bigelow D. B., Petty T. L., Levine B. E. Acute respiratory distress in adults. *Lancet* 1967; 2: 319–323.
2. Weismann Ch. Pulmonary complication after cardiac surgery. *Seminars cardiothoracic vascular anesthesia* 2004; 8 (3):185–211.
3. Hedenstierna G. Alveolar collapse and closure of airways: regular effects of anaesthesia. *Clin. Physiol. Funct. Imaging*, 2003; 23 (3): 123–129.
4. Jain U., Rao T. L., Kumar P. et al. Radiographic pulmonary abnormalities after different types of cardiac surgery. *J. Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 1991; 5 (6): 592–595.
5. Gattinoni L., Pelosi P., Vitale G. et al. Body position changes redistribute lung computed-tomographic density in patients with acute respiratory failure. *Anesthesiology* 1991; 74: 15–23.
6. Slutsky A. S., Tremblay L. N. Multiple system organ failure: is mechanical ventilation a contributing factor? *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1998; 157: 1721–1725.
7. Brower R. G., Shanholtz C. B., Fessler H. E. et al. Prospective, randomized, controlled clinical trial comparing traditional versus reduced tidal volume ventilation in acute respiratory distress syndrome patients. *Crit. Care Med* 1999; 27: 1492–1498.
8. Barbas C. S., de Matos G. F., Okamoto V. et al. Lung recruitment maneuvers in acute respiratory distress syndrome. *Respir. Care Clin. N. Am.* 2003; 9 (4): 401–418.
9. Valente Barbas C. S. Lung recruitment maneuvers in acute respiratory distress syndrome and facilitating resolution. *Crit. Care Med.* 2003; 31 (4 Suppl): 265–271.
10. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *Acute Respiratory Distress Syndrome Network.* 2000; 342: 1301–1308.

Таким образом, можно сказать, что у пациентов со стабильной гемодинамикой возможно достижение полного открытия альвеол под контролем динамики податливости легких ( $C_{din}$ ). В том случае, когда состояние гемодинамики, не позволяет достичь давления открытия легких, рекрутирующий маневр также приводит к существенному улучшению газообмена и механических свойств легких, но эффективность маневра несколько ниже. Учитывая, что большинство исследователей не сталкивались со значимой гипотензией в ходе выполнения рекрутирующего маневра, можно заключить, что лабильность гемодинамики в большей мере присуща пациентам кардиохирургического профиля.

#### Выводы

1. Рекрутирование альвеол с помощью маневра открытия легких является эффективным методом улучшения артериальной оксигенации и биомеханики дыхания у больных с острой дыхательной недостаточностью.
2. Маневр открытия легких осуществляют при постоянном мониторинге показателей центральной гемодинамики. Проведение маневра осуществляют после адекватного восполнения ОЦК, коррекцию артериальной гипотензии проводят с помощью инфузии кардиотонических препаратов и вазопрессоров.
3. С целью поддержания альвеол в открытом состоянии после проведения маневра необходимо применять системы для санации трахеи по закрытому контуру, поскольку традиционный метод аспирации трахеобронхиального секрета приводит к коллабированию альвеол.

11. Lachmann B. Open up the lung and keep the lung open. *Intens. Care Med.* 1992; 18: 319–321.
12. Schreiter D., Reske A., Stichert B. et al. Alveolar recruitment in combination with sufficient positive end-expiratory pressure increases oxygenation and lung aeration in patients with severe chest trauma. *Crit Care Med.* 2004; 32 (4): 968–975.
13. Reis M.D., Gommers D., Struijs A. et al. The open lung concept: effects on right ventricular afterload after cardiac surgery. *Br. J. Anaesth.* 2004; 93 (3): 327–332. Epub 2004 Jul 09.
14. Wolf S., Schurer L., Trost H. A. et al. The safety of the open lung approach in neurosurgical patients. *Acta Neurochir. Suppl.* 2002; 81: 99–101.
15. Wauer H., Groll G., Krausch D. et al. Clinical results with the «open lung concept». *Anaesthesiol. Reanim.* 2003; 28 (2): 38–44.
16. Knothe C., Huber T., Hiltl P. et al. Ventilation according to the «open lung» concept of multiple trauma patients. *Anesthesiol. Intensivmed. Notfallmed. Schmerzther.* 2000; 35 (5): 306–315.
17. Wauer H., Groll G., von Dossow V. et al. Experimental results of using the «open lung concept». *Anaesthesiol. Reanim.* 2002; 27 (2): 32–37.
18. Dyhr T., Bonde J., Larsson A. Lung recruitment manoeuvres are effective in regaining lung volume and oxygenation after open endotracheal suctioning in acute respiratory distress syndrome. *Crit. Care.* 2003; 7 (1): 9–10.
19. Ferguson N. D., Chiche J. D., Kacmarek R. M. et al. Combining high-frequency oscillatory ventilation and recruitment maneuvers in adults with early acute respiratory distress syndrome: the Treatment with Oscillation and an Open Lung Strategy (TOOLS) Trial pilot study. *Crit. Care Med.* 2005; 33 (3): 479–486.

Поступила 14.11.05