

На правах рукописи.

Квасников Борис Борисович

Рекрутирование лёгких при помощи высокочастотной осцилляторной вентиляции на ранних стадиях синдрома острого повреждения лёгких у детей первого года жизни после операции на открытом сердце.

14.00.37. – «Анестезиология и реаниматология»

14.00.44. – «Сердечно – сосудистая хирургия»

Автореферат диссертации на соискание
ученой степени кандидата медицинских
наук.

Москва 2007.

Работа выполнена в Научном Центре сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н.Бакулева РАМН.

Научные руководители:

Академик РАМН, профессор	Бокерия Лео Антонович
Доктор медицинских наук, профессор	Лобачева Галина Васильевна

Официальные оппоненты:

член – корреспондент РАМН, профессор - Гельфанд Борис Романович,
(специальность «анестезиология и реаниматология» шифр 14.00.37).

доктор медицинских наук - Горбачевский Сергей Валерьевич,
(специальность «сердечно – сосудистая хирургия» шифр 14.00.44).

Защита диссертации состоится «25» мая 2007 года в «—» часов на заседании специализированного совета Д 001.015.01 по защите диссертаций при Научном Центре сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н.Бакулева РАМН (121552, Рублевское шоссе, 135, конференц-зал №3).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Научного Центра.

Автореферат разослан «5» апреля 2007 года.

Ученый секретарь

специализированного совета

доктор медицинских наук

Д.Ш. Газизова

Актуальность исследования.

Новорожденные и грудные дети со сложными ВПС являются наиболее тяжелой категорией кардиохирургических больных. Исходная тяжесть состояния, сочетание её с различного рода генетической патологией, снижение механизмов как местного, так и общего иммунитета - все эти факторы в значительной степени определяют склонность данной категории пациентов к развитию тяжелых осложнений после кардиохирургических операций (Бураковский В.И. с соавт., 1972; Лобачева Г.В., 2000; Chang AC. et al., 1998). Операция с искусственным кровообращением - это мощнейший стресс для организма маленького пациента. Поэтому все дети раннего возраста, перенесшие операцию на «открытом» сердце входят в группу риска развития различного рода послеоперационных осложнений (Лобачева Г.В., 2000). Основными причинами развития лёгочного повреждения у таких детей являются: длительный наркоз, экстракорпоральное кровообращение, особенности проведения ИВЛ во время кардиохирургической операции, исходно скомпрометированные лёгкие, потребность в проведении «агрессивной» ИВЛ в послеоперационном периоде (Бураковский В.И., Бокерия Л.А., 1988; Меньшугин И.Н., 1998; Calvin Ng et al., 2002). Агрессивная ИВЛ в условиях уже существующего поражения лёгких способна вызвать и/или усугубить дальнейшее повреждение лёгочной паренхимы (Webb NH et al., 1974; Dreyfuss et al., 1985; Ricard J-D et al., 2003). Это способствует развитию таких осложнений как: вентилятор-индуцированное повреждение легких, разрушение эндогенного сурфактанта, прогрессирование синдрома системного воспалительного ответа, и, как следствие, синдрома полиорганной недостаточности, септического синдрома (Кассиль В.Л. с соавт., 2003; ARDSNetwork, 2000). Многие из

перечисленного является причинами сохраняющейся высокой смертности в данной группе больных. Всё вышесказанное послужило поводом для поиска новых подходов в терапии больных с острым повреждением лёгких (СОПЛ). Результатом явилась концепция «лёгочнопротективной» ИВЛ, позволившая редуцировать смертность при данной патологии на 22% (NHLBI ARDSNetwork, 2000). Вследствие эффектов пермиссивной гиперкапнии, применение лёгочнопротективной стратегии при проведении традиционной ИВЛ (CMV) у больных с тяжёлой патологией сердечно-сосудистой системы невозможно (Кассиль В.Л. с соавт., 2003; Russel JA. et al., 1999; Tobin MJ., 1997). Настоящей альтернативой для данной категории больных стала высокочастотная осцилляторная вентиляция (ВЧОВ), полностью соответствующая требованиям «лёгочнопротективной» ИВЛ, но без нежелательных эффектов (пермиссивная гиперкапния) (Singh JM. et al., 2003; Brower RG. et al., 2001; Provo HFOV, 2002). Совсем недавно появились работы, посвященные ВЧОВ, как безопасному методу рекрутирующей вентиляции, примененной у детей с СОПЛ (Moganasundram S., et al., 2002; Singh JM. et al., 2003). В отечественной литературе на сегодняшний день полностью отсутствуют работы по применению ВЧОВ как метода безопасного рекрутирования нестабильных лёгочных альвеол на ранних стадиях СОПЛ у детей кардиохирургического профиля. Именно этот факт и определил цель данного исследования.

Цель и задачи исследования.

Целью работы явилась оценка эффективности и безопасности рекрутирования нестабильных участков легких на ранних стадиях СОПЛ методом высокочастотной осцилляторной вентиляции у детей первого года жизни, оперированных по поводу сложных ВПС. Для выполнения исследования были поставлены следующие задачи:

1. Определить факторы риска развития синдрома острого повреждения лёгких у детей первого года жизни кардиохирургического профиля.
2. Изучить влияние значений статической кривой давление-объём(P-V) на выбор параметров реkrутирующей вентиляции.
3. Оценить изменения газообмена при проведении реkrутирования альвеол лёгких методом ВЧОВ.
4. Оценить гемодинамическую переносимость метода у детей грудного возраста, оперированных на «открытом» сердце.
5. Опираясь на полученные результаты, дать оценку эффективности реkrутирования лёгочных альвеол посредством высокочастотной осцилляторной вентиляции на ранних стадиях СОПЛ/ОРДС.

Научная новизна.

1. Впервые в НЦ ССХ им. Бакулева А.Н. в терапии СОПЛ/ОРДС у детей грудного возраста, перенесших операции на «открытом» сердце, высокочастотная осцилляторная вентиляция применяется как метод реkrутирования нестабильных лёгочных альвеол на ранних стадиях патологического процесса.
2. Впервые в НЦ ССХ им. Бакулева А.Н. метод ВЧО применяется не как способ терапии критической дыхательной недостаточности или наиболее тяжелых случаев СОПЛ/ОРДС, а как «лёгчнопротективный» режим механической вентиляции лёгких, предотвращающий развитие вентилятор-индуцированного повреждения лёгких, возникшего при проведении «агрессивной» традиционной ИВЛ у детей первого года жизни с СОПЛ/ОРДС.
3. Впервые в практике НЦ ССХ им. Бакулева А.Н. оценка механических свойств лёгких, определение безопасных границ проводимой ИВЛ и подбор параметров реkrутирующей высокочастотной осцилляторной

вентиляции осуществлялся на основании данных, полученных при построении статической PV диаграммы.

Практическая значимость работы.

Предполагается, что использование современных подходов к ИВЛ в комплексном лечении синдрома острого повреждения лёгких, особенно на ранних стадиях его развития, позволит:

1. Пересмотреть подход к респираторной терапии детей первого года жизни с развившимся синдромом острого повреждения лёгких после операций на «открытом» сердце.
2. Сделать более эффективной и безопасной респираторную терапию у данной категории кардиохирургических больных.
3. Снизить риск развития синдрома полиорганной недостаточности, развивающегося за счёт прогрессирования системного воспалительного ответа, поддерживаемого агрессивными режимами ИВЛ.

Положения, выносимые на защиту:

1. Построение инспираторной части статической петли «давление-объём» позволяет получить наиболее достоверные данные об изменении механических свойств дыхательной системы и на их основании подобрать эффективные и безопасные параметры реkrутирующей вентиляции методом высокочастотной осцилляторной вентиляции лёгких.
2. Рекрутирующая вентиляция методом высокочастотной осцилляторной ИВЛ, параметры которой подбирались на основании данных статической кривой «давление-объём» приводит к улучшению артериальной оксигенации и сопровождается снижением величины индекса оксигенации, что отражает её меньшую агрессивность в сравнении с традиционной ИВЛ.

3. Рекрутирование нестабильных участков лёгких на ранних стадиях СОПЛ/ОРДС при помощи высокочастотной осцилляторной вентиляции имеет хорошую гемодинамическую переносимость у детей первого года жизни после операций на «открытом» сердце и сопровождается улучшением показателей гемодинамического профиля.

Структура диссертации.

Диссертация изложена на 111 страницах и состоит из введения, выводов, практических рекомендаций и четырёх глав, включающих обзор литературы, материалы и методы исследования, результаты исследования, обсуждение полученных результатов. Работа иллюстрирована 5 рисунками и 19 таблицами. Указатель литературы включает 29 работ отечественных и 101 зарубежных авторов. Диссертационная работа выполнена в Отделе Реанимации и Интенсивной терапии (руководитель - доктор медицинских наук, проф. Г.В.Лобачева) Института Кардиохирургии имени В.И.Бураковского НЦ ССХ им. А.Н.Бакулева РАМН (директор - академик РАМН Л.А.Бокерия).

Клиническая характеристика больных.

Критериями включения больных в исследуемую группу явились: развитие СОПЛ/ОРДС в ближайший послеоперационный период; время от момента манифестации синдрома не более 24 часов; констатация «агрессивных» параметров ИВЛ, требуемых для поддержания адекватного газообмена. Численность группы составила 27 детей ($n=27$). Средний возраст составил $8,6 \pm 4,0$ мес. (от 3 дн. с.р. до 1,1 лет), масса тела пациентов $7,15 \pm 2,27$ кг. (от 2,8 до 12 кг.).

Всем больным были выполнены кардиохирургические операции в условиях ИК по поводу сложных ВПС. Больных с изолированной пластикой ДМЖП было 8 человек, у 3-х пациентов выполнялась анатомичес-

кая коррекция транспозиции магистральных сосудов с ДМЖП, протезирование митрального клапана у 2-х пациентов, резекция коарктации аорты с одномоментной пластикой ДМЖП у 4-х детей, реимплантация левой коронарной артерии в корень аорты у 2-х больных, у 8-ми детей выполнялась радикальная коррекция конотрункуса. При этом у 4-х пациентов (14,8%) ещё до оперативного вмешательства имелась тяжёлая недостаточность кровообращения, обусловленная сниженной контрактильностью миокарда и требующая инфузии инотропных средств в сочетании с диуретической терапией. У 4-х детей (14,8%) ранее были выполнены «закрытые» кардиохирургические операции: у одного-суживание лёгочной артерии по Мюллеру-Альберту; двое подверглись закрытой баллонной атриосептотомии по поводу рестриктивного МПС при ТМА, одному ребёнку выполнена ТЛБВП аортального клапана. Трое детей (11%) из 27-ми находились на момент оперативного вмешательства в периоде новорожденности. Причины развития СОПЛ/ОРДС отражены в таблице.

Таблица 1. Этиологические факторы развития СОПЛ и ОРДС.

Причина	СОПЛ	ОРДС
Постперфузионный синдром	8 чел. (29,6%)	1 чел. (3,7%)
Кардиогенный шок		9 чел. (33,3%)
Постреанимационная болезнь		1 чел. (3,7%)
Передозировка амиодароном		1 чел. (3,7%)
Аспирационный синдром	3 чел. (11,2%)	
Сепсис		4чел. (14,8%)

У 7-ми больных с ОРДС (25,9%) и 2-х с СОПЛ (7,4%) данный синдром входил в состав синдрома полиорганной недостаточности. Компоненты системной и органной патологии, встречаемые у больных с СОПЛ/ОРДС в послеоперационном периоде представлены в таблице 2.

Таблица 2. Частота поражения других систем и органов у больных с СОПЛ/ОРДС, как составной части синдрома полиорганной недостаточности (n=9).

Органно-системные поражения, входящие в состав СПОН.	Частота развития
Острая сердечная недостаточность	100%
Острая почечная недостаточность	44%
Поражения ЦНС различной степени тяжести	100%
ДВС синдром	78%
ССВО	89%

При проведении ИВЛ, на момент констатации «агрессивных» параметров вентиляции у 9-ти детей (33,3%) были выявлены признаки вентилятор-индуцированного повреждения лёгких (таблица 3.)

Таблица 3. Характеристика проявлений вентилятор-индуцированного повреждения лёгких (ВИПЛ) при проведении «агрессивной» ИВЛ у больных с СОПЛ/ОРДС (n=9).

Тип ВИПЛ	Проявления ВИПЛ	Частота развития
Баротравма и/или волюмотравма (ДО > 12 мл/кг)	▪ Интерстициальная эмфизема лёгких	6 чел. (66,7%)
	▪ Односторонний пневмоторакс	3 чел. (33,3%)
Ателектотравма	Ателектаз верхней доли правого лёгкого.	4 чел. (44,4%)

Всем больным после констатации того, что параметры проводимой вентиляции являются потенциально опасными для развития вентилятор-индуцированного повреждения лёгких и перед переводом на ВЧО выполнялось построение статической PV- кривой. Анализ компонентов

инспираторной части данной кривой позволил оценить механические свойства лёгких; определить безопасные и максимально эффективные параметры вентиляции, позволяющие рекрутировать нестабильные участки лёгочных единиц, избегая при этом перераздувания лёгких и дерекрутирования. Во всех случаях, как на этапе традиционной вентиляции лёгких, так и во время проведения ВЧО применялась ингаляция оксида азота (II) в дозах 4-30 ppm. В терапии СОПЛ/ОРДС у 23-ти детей (85,2%) применялось эндотрахеальное введение экзогенного нативного сурфактанта в дозе 100 мг/кг. трёхкратно. В 16-ти случаях (59,2%) из 27-ми как до, так и во время проведения ВЧО проводилась позиционная терапия; у остальных 11-ти детей изменение положения тела было невозможно вследствие неушитой грудной клетки. У всех детей на начальном этапе проведения ВЧО с целью «снятия» высокой работы дыхания и лучшей адаптации к вентиляции применялся медикаментозный сон в сочетании с миорелаксацией, что достигалось инфузией фентанила в дозе 5-7 мкг/кг/час и болюсными введениями пипекурония бромид 80-100 мкг/кг. При необходимости углубления фармакологического сна дополнительно в/в болюсно вводили мидазолам в дозе 0,2-0,3 мг/кг. В инфузионной терапии детей с СОПЛ/ОРДС придерживались стратегии ограничения волемической нагрузки ($1/2$ - $2/3$ от объёма физиологической потребности в жидкости при условии нормоволемии) и при необходимости использовали диуретические препараты (фуросемид 1-2 мг/кг в/в болюсно; маннитол 0,5 гр/кг в/в капельно за 10-15 мин.). В кардиотонической поддержке использовали

весь спектр катехоламинов. Однако после стабилизации состояния ребёнка, сопровождавшейся улучшением показателей системной гемодинамики, приоритет отдавали добутамину и допамину в невысоких дозах, тогда как от инфузии адреналина старались отойти, учитывая его

влияние как на ОПСС, так и на ЛСС.

Методика построения статической кривой давление – объём.

Учитывая исключительное значение при выборе параметров безопасной и максимально эффективной вентиляции больных с острым лёгочным повреждением, построение статической PV-диаграммы должно стать рутинным методом исследования, осуществляемым у постели больного. В данной работе, для получения статической PV-диаграммы был использован модифицированный квазистатический метод постоянного потока (constant flow method). Анализ подвергались следующие составляющие статической PV- диаграммы: **нижнее колено кривой** (lower inflection point или LIP) и соответствующее ему **давление перегиба (Pflex)** - давление, необходимое для раскрытия наибольшей части коллабированных и нестабильных дыхательных единиц лёгких и поддержания их в открытом состоянии; **верхнее колено кривой** (upper inflection point или UIP) и, соответствующее ему давление (P_{uir}), обозначающее максимальную величину альвеолярного давления, допустимую при проведении ИВЛ.

Методика проведения рекрутирующей вентиляции методом высокочастотной осцилляторной вентиляции на ранних стадиях СОПЛ/ОРДС.

Отсутствие 25% регресса величины индекса оксигенации и 25% прироста коэффициента оксигенации в ответ на «ужесточение» вентиляции, свидетельствовало о том, что проводимая ИВЛ малоэффективна и потенциально опасна для развития вентилятор -

индуцированного повреждения лёгких, что являлось показанием к началу проведения ВЧОВ. Потенциально опасными для развития ВИПЛ считали совокупность следующих параметров традиционной вентиляции (CMV), необходимых для поддержания адекватного газообмена:

- f (частота аппаратных циклов) более 40 в мин.
- P_{insp} свыше 25 см.вод.ст. для новорожденных детей и свыше 30 см.вод.ст. старше 1-го месяца.
- MAP свыше 12-14 см. вод.ст.
- потребность в токсических концентрациях кислорода ($FiO_2 > 0.6$) более 8 часов ИВЛ, при величине $PEEP_e$ свыше + 8-10 см.вод.ст.
- величина индекса оксигенации (IO) > 6.

Высокочастотная осцилляторная вентиляция всем больным проводилась согласно концепции «открытого лёгкого», основными задачами которой считается: расправление и стабилизация ателектазов (т.е. рекрутирование и предотвращение дерекрутирования нестабильных участков лёгких); увеличение альвеолярной поверхности для газообмена; уменьшение внутрилёгочного шунтирования; улучшение соотношения вентиляция/перфузия. Для достижения перечисленных задач нами использовались следующие элементы управления аппаратом ВЧО 3100A Sensor Medics:

CDP или P_{aw} (постоянное раздувающее давление)-основной изменяемый параметр. Отвечает за оксигенацию, обеспечение достаточного раздувания и поддержания внутрилёгочного объёма, необходимого для предотвращения спадения рекрутированных лёгочных единиц. Первоначальная величина CDP устанавливалась из расчёта **$P_{flex} + 4$ см.Н₂O**. Если после старта ВЧО с установленным CDP не происходило увеличения оксигенации, начинали пошаговое увеличение среднего

давления (длина шага 2 см. вод.ст.) до максимально достижимой артериальной оксигенации, не сопровождающейся отрицательными гемодинамическими эффектами. При этом FiO_2 старались удерживать на безопасных значениях (менее 0.6).

Delta P (ΔP) – амплитуда колебательного давления. Отвечает за элиминацию углекислоты из организма при проведении ВЧО. Является «движущим» давлением, необходимым для раскрытия ателектазированных и консолидированных альвеол и мелких бронхиол. Уровень ΔP при старте ВЧО регулировался таким образом, чтобы визуально определялась минимальная экскурсия грудной клетки или чтобы правый купол диафрагмы находился в 9-м межреберье (по заднему контуру) на фронтальной рентгенограмме органов грудной клетки. У 9-ти детей с синдромом утечки воздуха амплитуда колебаний устанавливалась на уровне, при котором правый купол диафрагмы находился в 7-м межреберье (по заднему контуру) на фронтальной рентгенограмме органов грудной клетки.

Фракция вдыхаемого кислорода (FiO_2) при старте ВЧО устанавливалась в соответствии с той, что использовалась при CMV. В дальнейшем, при улучшении газообмена, редукции FiO_2 отдавался больший приоритет, нежели изменению CDP. Только после того, как FiO_2 становилась безопасной (0.5 и ниже), начинали пошаговое (длина шага - 2 см.вод.ст.) уменьшение среднего давления в дыхательных путях (CDP).

Частота осцилляций (Hz), процент времени вдоха (% T_{in}), основной поток выбиралась согласно принятым в НЦ ССХ им. Бакулева протоколам проведения высокочастотной осцилляторной вентиляции лёгких.

Переход к традиционной искусственной вентиляции лёгких, осуществлялся при достижении следующих условий:

- Достигнута стабилизация общего состояния, включая системную гемодинамику; наблюдается редукция признаков синдрома полиорганной недостаточности.

- Индекс оксигенации менее 4, при условии использования нетоксич-

ных фракций кислорода и величины CDP не превышающей 15-16 см.вод.ст.

- Показатели газового состава артериальной крови находятся в следующих пределах: pH 7.35-7.45; $p_{aO_2}/F_{iO_2} > 300$; p_{CO_2} 35-45 mm. Hg при величине ΔP 45 см.вод.ст. и менее.

Регистрируемые показатели.

На протяжении всего времени нахождения больных в ОРИТ непрерывно регистрировались: ЭКГ в одном из трёх стандартных отведений, артериальное давление (систолическое, среднее, диастолическое) через артериальную канюлю, давление в левом предсердии (мм.рт.ст.) через установленный в операционной катетер. Центральное венозное давление измерялось через дистальный порт многопросветных венозных катетеров. С целью оценки внутрисердечной гемодинамики проводилось УЗИ сердца и магистральных сосудов методом двухмерной эхокардиографии с помощью аппарата «Sonos – 3500» фирмы «Hewlett Packard» сразу после поступления в ОРИТ и далее двукратно в сутки. Мониторинг кислотно-основного состояния (КЩС) и газового состава артериальной и смешанной венозной крови осуществлялся сразу при поступлении в ОРИТ из операционной и далее каждые 3 часа или через 30 минут после перехода с традиционной вентиляции на ВЧО, а также каждый раз, когда изменялись параметры проводимой ИВЛ. Рентгенография органов грудной клетки проводилась по традиционному протоколу или при необходимости оценки эффективности ВЧО. При

проведении ИВЛ постоянно мониторировались её основные параметры. Изменения статического комплайенса фиксировали до и после проведения рекрутирующей вентиляции. Индекс оксигенации рассчитывался при констатации «агрессивной» ИВЛ, переходе с CMV к ВЧО, и далее каждые 6,12,24,36,48.....72 часа проведения ВЧО, отражая изменения оксигенации и степень «агрессивности» проводимой ИВЛ.

Математическая обработка результатов исследования.

Для сравнительной оценки исследуемых параметров до ВЧО и на ее фоне, использовался двухвыборочный t-тест Стьюдента. Статистическая и графическая обработка материала произведена на персональном компьютере IBM/PC в аналитическом приложении к программе Excel 7.0 for Windows. Работа выполнена в текстовом редакторе Winword 7.0 for Windows.

Результаты исследования.

Анализ составляющих инспираторной части статической PV кривой выявил чёткую зависимость между частотой развития признаков вентилятор-индуцированного повреждения лёгких и превышением величины пикового инспираторного давления (P_{insp}) при традиционной ИВЛ значения давления верхнего колена (P_{up}). Давление перегиба (P_{flex}), соответствующее давлению в дыхательных путях, при котором происходит массовое расправление (рекрутирование) нестабильных альвеол определилось у 23-х (85,2%) из 27-ми больных. У 4-х детей наблюдалось отсутствие нижнего колена: исходная линейная зависимость прироста внутрилёгочного объёма от давления свидетельствовала о более неоднородном поражении лёгочных альвеол. Именно у этих детей наблюдалось одновременное сочетание признаков как баро- и волюмотравмы (интерстициальная эмфизема и односторонний пневмоторакс), так и ателектотравмы (тотальные верхнедолевые

ателектазы). В среднем величина Pflex составила $10,3 \pm 2,48$ см.Н₂O (6,5-15 см.Н₂O), что свидетельствовало о средней степени повреждения лёгких у большинства пациентов. Величина коэффициента оксигенации (раО₂/FiO₂) и индекса оксигенации (IO) перед проведением высокочастотной осцилляторной вентиляции составляли $205,8 \pm 23,8$ мм.рт.ст. и $9,07 \pm 1,05$ соответственно, что указывало на неэффективность и агрессивность проводимой традиционной ИВЛ (CMV). Статический комплайнс дыхательной системы перед началом рекрутирующей вентиляции в среднем составлял 0,44 мл/см.Н₂O/кг. массы тела, что указывало на снижение данного показателя относительно нормальных значений. У всех детей уже через 3 часа после старта ВЧОВ отмечен достоверный рост артериальной оксигенации и редукция индекса оксигенации, что позволило сделать вывод, что проводимая вентиляция является более эффективной и менее агрессивной, по сравнению с традиционной.

Таблица 4. Динамика изменения отношения раО₂/FiO₂, IO и фракции кислорода (FiO₂) до и через 3 часа после старта ВЧО у детей с СОПЛ/ОРДС.

	Индекс оксигенации	PaO ₂ /FiO ₂ (mmHg)	FiO ₂
Традиционная ИВЛ перед стартом ВЧО	$9,07 \pm 1,05$ (5,14-16,3)	$205,8 \pm 23,8$ (86-296)	$0,8 \pm 0,1$ (0,6-1,0)
Через 3 часа после старта ВЧО	$6,08 \pm 0,92$ (3,08-15,2) p < 0,02	$309,5 \pm 23,3$ (125-396) p < 0,01	$0,55 \pm 0,06$ (0,4-0,6) p < 0,01

Через 8 часов после старта рекрутирующей вентиляции была достигнута ещё одна цель применения ВЧО: адекватная терапия гиповентиляции

(таблица 5). Одновременно с улучшением артериальной оксигенации к 3-му часу ВЧО у всех пациентов наблюдалось улучшение показателей системной гемодинамики (таблица 6). Параллельно редукции тахикардии, величины ЦВД и ДЛП наблюдался достоверный рост вели-

чин АД сист. с $63,75 \pm 1,3$ до $83,08 \pm 2,37$ mmHg ($p < 0,01$), АДдиаст. с $42,55 \pm 1,9$ до $51,83 \pm 2,48$ mmHg ($p < 0,01$), АДср. с $42,33 \pm 1,62$ до $64,24 \pm 2,35$ mmHg ($p < 0,01$), сопровождающийся снижением потребности в кардиотониках (таблица 7).

Таблица 5. Характеристика показателей КЩС артериальной крови у больных с СОПЛ/ОРДС до и в первые 8 часов рекрутирующей вентиляции методом высокочастотной осцилляторной вентиляции.

	рН	раСО ₂ (мм.рт.ст.)	ВЕ
Традиционная ИВЛ	$7,31 \pm 0,05$ (7,16-7,45)	$50,75 \pm 1,98$ (39-61)	$-5,2 \pm 1,83$ (от -9,7 до 2,0)
ВЧО через 8 часов после старта	$7,44 \pm 0,09$ (7,39-7,5) p < 0,01	$33,5 \pm 1,39$ (27-40) p < 0,01	$0,45 \pm 1,8$ (от -6,0 до 4,0) p < 0,01

Таблица 6. Изменения ЧСС, ЦВД, ДЛП у детей с СОПЛ/ОРДС на фоне проведения ВЧО.

	ЧСС (уд. в мин.)	ЦВД (мм.рт.ст.)	ДЛП (мм.рт.ст.)
Традиционная ИВЛ	$159,2 \pm 5,19$ (130-180)	$14,67 \pm 0,84$ (10-19)	$13,33 \pm 1,08$ (8-20)
На фоне проведения ВЧО	$142,9 \pm 4,34$ (116-161)	$11,33 \pm 0,61$ (7-14) p < 0,01	$10,25 \pm 0,65$ (6-14) p < 0,05

	p < 0,01		
--	--------------------	--	--

Достоверное ($p < 0,02$) возрастание величины парциального давления кислорода в смешанной венозной крови с $29,83 \pm 1,99$ до $35,92 \pm 1,5$ mmHg и насыщения SvO₂ с $50,83 \pm 1,85$ до $65 \pm 4,5\%$ ($p < 0,05$) к 3-му часу проведе

ния рекрутирующей вентиляции косвенно свидетельствует об увеличении производительности сердечно - сосудистой системы у детей с СОПЛ/ОРДС и о возрастании доставки кислорода к тканям.

Таблица 7. Изменения кардиотонической поддержки во время проведения рекрутирующей вентиляции лёгких методом ВЧО.

	Добутамин (n=15)	Допамин (n=22)	Адреналин (n=13)	Индекс оксигенации
Традиционная ИВЛ	$9,21 \pm 1,8$ (2,6-18)	$6,04 \pm 0,93$ (2-10)	$0,09 \pm 0,01$ (0,04-0,15)	$9,07 \pm 1,05$ (5,14-16,3)
Через 3 часа ВЧО	$7,08 \pm 1,15$ (2,6-13) p < 0,05	$5,24 \pm 0,6$ (2-8) p > 0,05	$0,06 \pm 0,02$ (0,04-0,1) p < 0,02	$6,08 \pm 0,92$ (3,08-15,2) p < 0,02

Вопрос о переходе к традиционной ИВЛ решался после оценки положительной динамики достигнутой:

1. в оксигенации артериальной крови (на основании увеличения коэффициента оксигенации).
2. в «смягчении» вентиляционной поддержки, основанной на показателе индекса оксигенации (ИО менее 4)
3. в рентгенологической картине патологии
4. в состоянии системной гемодинамики

К моменту решения вопроса о переходе к традиционной вентиляции достигнуты значительные улучшения механических свойств лёгких, о

чём напрямую свидетельствовал прирост величины статического комплайенса в среднем с $4,3 \pm 0,9$ мл/см.Н₂О до $10,4 \pm 3,2$ мл/см.Н₂О и, косвенно, редукция индекса оксигенации в среднем на 43,7% и увеличение отношения PaO_2/FiO_2 на фоне использования невысоких фракций кислорода (таблица 8).

Таблица 8. Изменения основных показателей, определяющих эффективность рекрутирующей вентиляции, к моменту перехода к традиционной ИВЛ.

	Индекс оксигенации	PaO_2/FiO_2 (мм.рт.ст.)	FiO_2
Через 3 часа после старта ВЧО	$6,08 \pm 0,92$ (3,08-15,2)	$309,5 \pm 23,3$ (125-396)	$0,55 \pm 0,06$ (0,4-0,6)
Перед прекращением ВЧО	$3,39 \pm 0,43$ (2,5-4) $p < 0,01$	$377,7 \pm 12,15$ (302-450) $p < 0,01$	$0,42 \pm 0,04$ (0,4-0,5) $p < 0,01$

Сопоставление параметров традиционной ИВЛ до и сразу после проведения рекрутирующей вентиляции также позволили судить об изменениях механических свойств лёгких в лучшую сторону.

Таблица 9. Изменения Cst, IO и основных параметров традиционной ИВЛ до и после рекрутирования лёгких методом ВЧОВ.

	Cst мл/см.Н ₂ О	P _{insp} см. Н ₂ О	MAP см. Н ₂ О	PEEP _e см. Н ₂ О	FiO_2	IO
До ВЧО	$4,3 \pm 0,9$ (1,7-8,7)	$29,25 \pm 3,6$ (24-35)	$13,37 \pm 3,52$ (12,6-17,5)	$7,25 \pm 1,6$ (5-10)	$0,8 \pm 0,17$ (0,6-1,0)	$9,07 \pm 1,05$ (5,1-16,3)
После ВЧО	$10,4 \pm 3,2$ (2,8-14,5) $p < 0,01$	$21,17 \pm 1,6$ (19-25) $p < 0,01$	$8,24 \pm 2,15$ (6,2-12,7) $p < 0,01$	$4,21 \pm 0,45$ (3,5-5) $p < 0,01$	$0,43 \pm 0,04$ (0,4-0,5) $p < 0,01$	$2,07 \pm 0,6$ (1,7-3,76) $p < 0,01$

За время проведения рекрутирующей вентиляции у 4-х детей с сочетанным проявлением вентилятор-индуцированного лёгочного повреждения (ателектазирование + СУВ) удалось полностью расправить сегментарные верхнедолевые ателектазы и редуцировать проявления синдрома утечки воздуха. У оставшихся детей с СУВ, при проведении ВЧО также наблюдалась редукция интерстициальной эмфиземы лёгких. Из 9-ти больных с синдромом комплексом полиорганной недостаточности у 7-ми (77,8%) после перехода к ВЧО, в первые 6 часов проведения рекрутирующей вентиляции, наблюдался регресс признаков СПОН, сочетавшийся с редукцией проявлений системного воспалительного ответа. В среднем для нормализации газообмена и улучшения механических свойств дыхательной системы, позволивших говорить о переходе к традиционной ИВЛ потребовалось проведение рекрутирующей вентиляции методом высокочастотной осцилляторной ИВЛ в течение $52,16 \pm 15,98$ часов (от 17 до 96 часов). Респираторная поддержка продолжалась в среднем 11,7 суток (от 2,5 до 52 дней).

Из 27-ми детей с СОПЛ/ОРДС, в лечении которых на ранних стадиях патологического процесса применялась ВЧОВ, как метод рекрутирования нестабильных альвеол, погибло 3-е пациентов (11,1%) на 3-е, 5-е и 32-е сутки после благополучного перехода к традиционной ИВЛ. Причинами смерти явились:

1. отёк головного мозга с вклинением ствола мозга в foramen occipitalae magnum (1 человек)
2. сепсис (2 человека)

Таким образом, от собственно дыхательной недостаточности не погиб ни один ребёнок, на основании чего можно сделать вывод, что проведение рекрутирования лёгких на ранних стадиях СОПЛ/ОРДС методом высокочастотной осцилляторной вентиляции в группе детей грудного

возраста, перенесших операции на открытом сердце, является эффективным и безопасным методом, позволяющим не только значительно улучшить артериальную оксигенацию, но и предотвратить дальнейшее повреждение лёгких ужесточающимися параметрами ИВЛ.

Выводы.

1. Основными причинами развития СОПЛ/ОРДС у детей первого года жизни, перенесших операции на «открытом» сердце являются длительное искусственное кровообращение и кардиогенный шок (синдром низкого сердечного выброса).
2. У новорожденных и грудных детей с СОПЛ/ОРДС построение статической PV диаграммы и определение значений P_{flex} и P_{uip} имеет исключительно важное значение, позволяющее проводить рекрутирующую вентиляцию лёгких методом ВЧОВ в безопасных пределах, избегая развития или дальнейшего потенцирования вентилятор-индуцированного повреждения наименее повреждённых при данной патологии участков лёгочной паренхимы (баро-, волюмо-, биотравма или ателектотравма).
3. Модифицированный квазистатический метод (constant flow method) получения PV-диаграммы является простым, не требующим дополнительного оборудования, но в то же время надежным и точным методом, позволяющим построить инспираторную часть PV-диаграммы не отсоединяя пациента от аппарата ИВЛ.
4. Проведение на ранних стадиях СОПЛ/ОРДС рекрутирования нестабильных лёгочных альвеол методом высокочастотной осцилляторной вентиляции у детей первого года жизни кардиохирургического профиля сопровождается достоверным улучшением показателей газообмена артериальной крови при применении менее агрессивных параметров вентиляции, о чём

свидетельствует достоверная редукция индекса оксигенации и признаков вентилятор-индуцированного повреждения лёгких.

5. Проведение рекрутирующей вентиляции у детей с СОПЛ/ОРДС улучшает механические свойства лёгких, о чём свидетельствует достоверное увеличение значений статического комплайенса дыхательной системы, редукция «агрессивных» параметров традиционной ИВЛ в сравнении с первоначальными значениями.

6. Проведение рекрутирующей вентиляции лёгких методом ВЧО на ранних стадиях СОПЛ/ОРДС у детей первого года жизни после операции на «открытом» сердце, сопровождается улучшением основных показателей системной гемодинамики. Это подтверждается достоверным снижением степени тахикардии, величины ЦВД и ДЛП, в сочетании с увеличением величин АДсис, АДд, АДср. На фоне проведения рекрутирования методом ВЧОВ отмечено достоверное уменьшение потребности в кардиотонической поддержке. Достоверное улучшение показателей оксигенации смешанной венозной крови (pvO_2 ; SaO_2) говорит об увеличении доставки к тканям кислорода, что отражает, в том числе и увеличение сердечного выброса. Наличие достоверно подтверждённых улучшений показателей системной гемодинамики ставит данный метод рекрутирования лёгких в более предпочтительное положение перед традиционными в лечении ранних стадий СОПЛ/ОРДС у детей кардиохирургического профиля.

Практические рекомендации.

1. Выполнять построение статической PV-диаграммы, используя модифицированный квазистатический метод (constant flow method), **в каждом случае развития СОПЛ или ОРДС**, что позволит получать истинные (не искаженные различными факторами) данные об изменениях механических свойств дыхательной системы, происходящих на ранних стадиях патологического процесса. Составляющие части

инспираторной PV кривой (Pflex и Puir) необходимо использовать для интерпретации эффективности и безопасности проводимой ИВЛ с целью предотвращения вентилятор-индуцированного повреждения лёгких у детей грудного возраста с СОПЛ/ОРДС.

2. Вопрос о проведении рекрутирующей вентиляции методом ВЧОВ у детей кардиохирургического профиля с СОПЛ/ОРДС должен рассматриваться всякий раз, когда:

- констатировано проведение «агрессивной» ИВЛ не приводящей в течение 8 часов к одновременной редукции индекса оксигенации и увеличению коэффициента оксигенации на 25% от их исходных значений.
- необходимость «ужесточения» параметров традиционной ИВЛ привела к появлению признаков вентилятор-индуцированного повреждения лёгких.
- на фоне проведения «агрессивной» традиционной ИВЛ начали появляться или прогрессировать признаки СПОН.

3. Критериями эффективности проводимой при помощи ВЧОВ рекрутирующей вентиляции лёгких и перехода к традиционной ИВЛ у детей грудного возраста с СОПЛ/ОРДС считать:

- Увеличение отношения paO_2/FiO_2 свыше 300 mm Hg., редукцию величины индекса оксигенации менее 4.
- стабилизацию системной гемодинамики, для поддержания которой требуется инфузия инотропных и вазоактивных препаратов в терапевтических дозах.
- положительную динамику в рентгенологической картине заболевания.

Список работ, опубликованных по теме диссертации.

1. «Рекрутирующая вентиляция в респираторной терапии СОПЛ у детей раннего возраста, перенесших операции на открытом сердце». 10-я ежегодная сессия научного центра сердечно – сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева с всероссийской конференцией молодых учёных, Москва 14-16 мая 2006г., стр. (Авторы: Лобачёва Г.В., Квасников Б.Б., Харькин А.В.)
2. «Синдром острого повреждения лёгких в детской кардиохирургической практике». Анестезиология и реаниматология №3, 2006г., стр. 56-59 (Авторы: Б.Б. Квасников, А.В. Харькин, Г.В. Лобачёва, Л.А. Бокерия).
3. «ВЧОВ в терапии синдрома острого повреждения лёгких у новорожденных и грудных детей, перенесших операции на открытом сердце». 9-я ежегодная сессия научного центра сердечно – сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева с всероссийской конференцией молодых учёных, Москва 2005г., стр.24 (Автор: Квасников Б.Б.)
4. «Современные принципы респираторной терапии СОПЛ у детей раннего возраста, перенесших операции на открытом сердце». 11-й Всероссийский съезд сердечно – сосудистых хирургов. Тезисы докладов и сообщений, Москва, 2005г., стр. (Авторы: Квасников Б.Б., Лобачёва Г.В.).
5. «Применение экзогенного сурфактанта в комплексной терапии острой дыхательной недостаточности у детей после кардиохирургических вмешательств». Детские болезни сердца и сосудов №5, 2005г., стр. 67 (Авторы: Л.А. Бокерия, Г.В. Лобачёва, А.В. Харькин, Б.Б. Квасников, А.Ф. Манерова).
6. «Роль высокочастотной осцилляторной вентиляции лёгких в комплексном лечении синдрома острого повреждения лёгких у новорожденных и грудных детей, перенесших операции на открытом сердце». Всероссийская конференция «Критические пороки сердца

периода новорожденности». Москва, 11-12 марта 2005г. стр. 61 (Авторы: Лобачёва Г.В., Квасников Б.Б.)