

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РСФСР
СВЕРДЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО
КРАСНОГО ЗНАМЕНИ МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

БАДАЕВ Феликс Иосифович

УДК 612.216.2:616-089.5-031.81:616-053.9

**ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ ИСКУССТВЕННАЯ
ВЕНТИЛЯЦИЯ ЛЁГКИХ КАК КОМПОНЕНТ
АНЕСТЕЗИОЛОГИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ
У ЛИЦ ПОЖИЛОГО И СТАРЧЕСКОГО ВОЗРАСТА**

14.00.87 - Анестезиология и реаниматология

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Свердловск — 1987

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Характерные для нашего столетия демографические сдвиги в сторону увеличения продолжительности жизни населения приводят к закономерному росту числа больных пожилого и старческого возраста в хирургических клиниках. Количество операций у пациентов старше 60 лет в настоящее время достигает 30-60% от всех выполняемых в нашей стране хирургических вмешательств (Г.А.Рябов, Ю.С.Серегин, 1983; Э.К.Николаев, 1984). За последние годы отмечено значительное расширение показаний к оперативному лечению больных пожилого и старческого возраста при хирургической патологии различной локализации. Летальность же у данной категории больных остается еще достаточно высокой: по большинству статистических данных в 2 раза выше, чем у больных всех других возрастных групп (П.В.Рыжов, 1964). Обусловлено это обширной сопутствующей патологией пожилых больных, а также возрастными изменениями системы кровообращения: снижением сердечного выброса, нарушением сократительной способности миокарда.

Одним из неблагоприятных факторов, усугубляющих гемодинамические расстройства во время операции, является искусственная вентиляция легких. Возникающие при ней нарушения легочного кровообращения, уменьшение венозного возврата крови к сердцу могут обусловить выраженные сдвиги гемодинамики (Р.Н.Лебедева, В.М.Штейнбок, 1974; А.П.Эйльбер, И.Г.Хейфец, 1977). Вопросам влияния искусственной вентиляции легких на кровообращение больных старше 60 лет во время операции посвящены единичные работы (Я.М.Камышов, 1963; Э.К.Николаев, 1984). Между тем, широкое распространение этого метода в анестезиологии требует поиска путей к снижению отрицательного влияния искусственной вентиляции легких на гемодинамику.

Появившийся в последние годы новый метод искусственной вен-

тиляция легких (ИВЛ) - высокочастотная искусственная вентиляция легких (ВЧ ИВЛ) как будто бы обладает значительно меньшим влиянием на гемодинамику (Ш.Э.Атаханов,1984; U.Borg et al.,1980; C.W.Otto et al.,1983; R.V.Smith, M.F.Babinski,1983). Но сообщений, посвященных использованию данного вида вентиляции у пожилых больных в доступной литературе мы не встретили. Лишь в некоторых работах встречаются упоминания о применении ВЧ ИВЛ у единичных больных пожилого и старческого возраста (J.Eriksson et al.,1974,1980; G.Barusco, G.P.Giron,1982; A.Sladen et al.,1984). Всё перечисленное определило актуальность предпринятого исследования.

Основной целью работы явилось изучение газообмена и гемодинамики при ВЧ ИВЛ и обоснование целесообразности её применения как компонента анестезиологического пособия у лиц пожилого и старческого возраста.

Задачи исследования: 1) провести апробацию модифицированного аппарата ИВЛ-Б(ЭОЛ) в эксперименте и определить пригодность и безопасность применения его в клинической практике;

2) отработать оптимальные режимы ВЧ ИВЛ;

3) изучить влияние высокочастотной вентиляции на состояние газообмена и гемодинамики пожилых больных при операциях на легких, органах брюшной полости, при урологических операциях, выявить достоинства и недостатки метода у каждой группы больных, сформулировать показания к применению у них ВЧ ИВЛ.

Научная новизна работы состоит в том, что впервые на значительном материале изучены особенности газообмена и гемодинамики при применении ВЧ ИВЛ в процессе различных операций у больных старше 60 лет, а также выявлены некоторые особенности механизма газообмена при высокочастотной вентиляции.

Основные положения, подлежащие рассмотрению и защите:

- модернизированный серийный аппарат ИВЛ-Б(ЭОЛ) позволяет при вентиляции частотами 60-200·мин⁻¹ и продолжительностью фаз вдо-
вания, равной 33 и 50% длительности дыхательного цикла, надежно
обеспечить адекватный газообмен и не влияет на сурфактантную си-
стему альвеол;

- предложенная методика ВЧ ИВЛ имеет существенные преимущества
перед традиционными методами ИВЛ у больных пожилого и старческо-
го возраста не зависимо от области оперативного вмешательства.
Она обеспечивает адекватный газообмен, стабильный сердечный вы-
брос при сниженном общем периферическом сосудистом сопротивлении
и неизменённой работе левого желудочка сердца, что создает опти-
мальные условия для функционирования сердечно-сосудистой системы;

- при операциях на легких у лиц пожилого и старческого возра-
ста однолегочный вариант высокочастотной вентиляции, сохраняя
все достоинства традиционной однолегочной вентиляции, лишен её
основных недостатков: опасности возникновения гипоксемии из-за
развившегося ателектаза легкого на стороне операции, а также де-
прессии гемодинамики, обусловленной высоким давлением в дыха-
тельных путях;

- однолегочная высокочастотная вентиляция при операциях на лег-
ких показана у всех больных не зависимо от возраста. При вмеша-
тельствах на органах брюшной полости и урологических операциях
показания к ВЧ ИВЛ ограничиваются только вмешательствами у боль-
ных пожилого и старческого возраста. У пациентов моложе 60 лет
этот вид вентиляции не имеет преимуществ перед традиционной ИВЛ.
Достоинства ВЧ ИВЛ проявляются тем больше, чем старше возраст
больного.

Практическая ценность работы заключается в том, что на ос-
новании полученных данных были разработаны показания к применению

ВЧ ИВЛ у больных пожилого и старческого возраста. Показано, что у пациентов с сопутствующими заболеваниями сердечно-сосудистой системы и обструктивными поражениями органов дыхания существенно снижается риск оперативных вмешательств. Отработана методика применения ВЧ ИВЛ у лиц пожилого и старческого возраста. Рекомендуются оптимальные режимы проведения ВЧ ИВЛ у лиц пожилого и старческого возраста.

Апробация работы. Материалы исследования доложены на заседаниях Свердловского областного научного общества анестезиологов и реаниматологов в 1984-1986 гг.; годичной научной сессии Свердловского государственного медицинского института (1985); УИ Пленуме правления Всероссийского научного медицинского общества анестезиологов и реаниматологов (Волгоград, 1986).

По теме диссертации опубликовано 5 работ.

Внедрение результатов работы. Разработанный метод высокочастотной вентиляции легких внедрен в практику анестезиологических отделений Свердловской областной клинической больницы № 1, городской клинической больницы № 7, 354 окружного военного госпиталя, Латвийского республиканского пульмонологического центра. Издано информационное письмо "Высокочастотная искусственная вентиляция легких". По материалам диссертации оформлено и внедрено 6 рационализаторских предложений.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 125 страницах машинописного текста и состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы, включающего 116 отечественных и 104 иностранных источников. Работа иллюстрирована 14 таблицами и 14 рисунками.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материал и методы исследования. Для проведения ВЧ ИВЛ был модернизирован серийный аппарат ИВЛ-Б(ЭОЛ) производственного объединения "Красногвардеец", в котором пневматический генератор был заменен на электронный, а пневматический распределитель на электро-пневматический вентиль ВВ-32ш.

Апробация модернизированного аппарата ЭОЛ была проведена в ходе экспериментального исследования на 25 беспородных собаках массой $17,3 \pm 3,1$ кг (14-24 кг), анестезированных тиопенталом натрия. Всем животным проводилась вентиляция с частотами 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180 и 200 циклов в минуту. Соотношение вдох/выдох при каждой частоте устанавливалось 1:2 (длительность фазы вдоха равна 33% дыхательного цикла) и 1:1 (длительность фазы вдоха - 50% дыхательного цикла). Поскольку минутный объем струйной вентиляции зависит от давления, подаваемого на респиратор, то это давление при каждой частоте менялось ступенчато на 0,2 ати в пределах от 0,5 до 1,5 ати с регистрацией каждый раз минутного объема вентиляции. ВЧ ИВЛ продолжалась от 2 до 6 час. Регистрировались минутная вентиляция легких волкметром 45084 (ГДР), давление в трахее (Ртр) и пищеводе датчиком низкого давления W-101 монитора БМГ-401 (ГДР), давление в аорте и легочной артерии прямым методом. Адекватность газообмена оценивали по направлению газов артериальной крови ($PaCO_2$ и PaO_2), определяемому микрометодом Аострупа на аппарате фирмы "Radiometr" (Дания). Сурфактантная система альвеол исследовалась методом отагагмометрии и физическим методом Паттла.

Клиническая часть работы включала обследование 133 больных от 60 до 85 лет (средний возраст $65,0 \pm 0,7$ лет), оперированных в клиниках хирургических болезней педиатрического факультета и

урологии ОГМИ на базе Свердловской областной клинической больницы № I и в Свердловском областном пульмонологическом центре.

Из числа оперированных больных женщин было 30 (22,6%), мужчин - 103 (77,4%). Риск анестезии III ст. был отмечен у 40,6% больных, IV ст. - у 57,1%, VI ст. - у 2,3% больных. Предоперационное обследование выявило, что у 114 больных (85,7%) имеются сопутствующие заболевания сердечно-сосудистой и бронхолегочной систем. Все больные были разделены на 3 группы по области оперативного вмешательства: 1) больные, оперированные по поводу аденомы предстательной железы или опухоли мочевого пузыря - 63 пациента; 2) больные, оперированные на желудке, желчных путях, а также по поводу больших послеоперационных грыж верхней половины живота - 40 пациентов; 3) больные, оперированные на легких - 30 пациентов.

В каждой из этих групп больных проводилась как традиционная, так и ВЧ ИВЛ. Традиционная вентиляция проводилась с частотой 16-18 циклов в минуту, продолжительность вдоха составляла 33% длительности дыхательного цикла, минутная вентиляция легких рассчитывалась по номограмме Энгстрема-Герцога. Высоочастотная вентиляция проводилась с частотой $100 \cdot \text{мин}^{-1}$, продолжительность вдоха составляла 33% длительности дыхательного цикла, минутная вентиляция превышала расчетную по номограмме Энгстрема-Герцога на 80-100%.

Для изучения газообмена регистрировались минутная вентиляция легких, давление в трахее и пищеводе, напряжение газов в крови. Центральную гемодинамику исследовали с помощью импедансной электрометриграфии тетраполярным реографом РПГ 2-02 и биполярным реографом РГ 4-01 с расчетом ударного индекса (УИ), сердечного индекса (СИ), общего периферического сосудистого сопротивления (ОПС), работы левого желудочка сердца ($W_{\text{ЛЖ}}$).

Исследование центральной гемодинамики проводилось до начала вентиляции, через 30 мин. традиционной ИВЛ и через 30 и 60 минут ВЧ ИВЛ. У больных, оперированных на легких, исходными считали показатели, зарегистрированные при двулегочной традиционной ИВЛ.

Достоверность изменений средних значений параметров оценивалась по критерию Стьюдента.

Метод анестезии. Премедикация во всех случаях включала атропин 0,4-0,6 мг, промедол 0,25-0,3 мг/кг и димедрол 0,25-0,3 мг/кг. Вводный наркоз осуществлялся седуксеном 0,3 мг/кг и калипсолом 2-2,5 мг/кг. Поддержание анестезии проводилось капельной инфузией 0,1% раствора калипсола в дозе 2-2,5 мг/кг/час. Через 60-90 мин. наркоза дополнительно вводился седуксен в дозе 10 мг. В начале операции и в наиболее травматичные ее моменты дополнительно вводился фентанил в дозе 0,1 мг.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Апробация аппарата в эксперименте. Показатели минутной вентиляции легких, напряжения газов крови, давление в трахее в зависимости от частоты вентиляции представлены в табл. I. Из приведенных данных видно, что адекватный газообмен достигался при всех режимах вентиляции, хотя оптимальное соотношение показателей PaCO_2 , PaO_2 и Pqr наблюдалось при частотах 100 и 120 циклов в минуту с длительностью фазы вдувания, равной 33% дыхательного цикла. Среднее давление в аорте, как и среднее давление в легочной артерии оставались стабильными в течение всего наркоза и вентиляции у всех животных и составляли соответственно $117,5 \pm 8,9$ и $16,3 \pm 6,9$ мм рт.ст. Причем по сравнению со спонтанным дыханием эти показатели с началом вентиляции и в процессе её не изменялись.

Колесания показателей поверхностного натяжения гомогениза-

Таблица I

Показатели минутной вентиляции легких (МВЛ), давления в трахее (Ртр) и напряжения газов крови (РаО₂ и РаСО₂) при ВЧ ИВЛ у собак (М±m) n = 25

Частота вентиляции мин ⁻¹	Длительность фазы вдоха, %	М В Л л.мин ⁻¹	Пиковое давление в трахее см вод.ст.	РаСО ₂ кПа	РаО ₂ кПа
30	33	16,2±2,7	9,8±1,3	5,8±0,5	24,5±4,6
	50	18,1±3,0	10,6±1,5	5,2±0,4	24,0±3,9
80	33	18,6±3,4	8,2±0,8	5,3±0,3	23,1±4,2
	50	20,2±3,1	8,8±0,9	5,4±0,5	24,1±4,1
100	33	19,2±2,8	7,0±0,7	4,9±0,6	26,0±3,8
	50	20,8±1,9	7,9±1,2	4,8±0,3	26,5±3,8
120	33	18,0±2,2	6,5±0,9	5,2±0,3	24,8±2,7
	50	18,6±3,1	7,0±1,4	4,9±0,5	23,7±4,0
140	33	16,8±3,2	6,0±0,8	5,7±0,2	26,8±4,3
	50	18,0±2,7	7,2±1,0	5,5±0,3	26,1±4,1
160	33	19,4±3,8	5,9±0,7	5,5±0,3	27,3±3,8
	50	19,2±2,9	6,9±1,0	5,7±0,5	25,7±2,3
180	33	20,5±4,0	5,5±1,0	5,8±0,4	23,3±3,9
	50	21,1±3,1	6,0±0,8	5,5±0,3	24,4±4,4
200	33	21,3±2,9	5,0±0,6	5,9±0,5	25,1±4,8
	50	20,8±3,1	5,5±0,8	6,0±0,6	22,5±4,5

тов кусочков легких от $6,61 \pm 0,06$ до $6,78 \pm 0,06$ мН/м и коэффициента Паттла от $0,8 \pm 0,02$ до $0,88 \pm 0,02$ не выходят за пределы нормальных величин (Ю.Н.Шанин, А.Л.Костяченко, 1969; М.К.Магомедов с соавт., 1979), что свидетельствует об отсутствии повреждающего действия ВЧ ИВЛ, продолжающейся в течение 2-6 часов, на сурфактантную систему альвеол.

Исходя из результатов экспериментов, в клинике была использована одна частота вентиляции - $100 \cdot \text{мин}^{-1}$ при длительности фазы вдоха равной 33% дыхательного цикла.

Традиционная и высокочастотная ИВЛ при урологических операциях. Проведение ИВЛ как традиционным, так и высокочастотным методами обеспечивало адекватный газообмен у всех больных: при традиционной ИВЛ p_{CO_2} составило $5,46 \pm 0,3$ кПа, а p_{O_2} - $22,3 \pm 2,7$ кПа, при ВЧ ИВЛ эти показатели были соответственно $5,1 \pm 0,1$ и $21,9 \pm 1,4$ кПа. При изучаемых методах вентиляции существенно различались показатели давления в дыхательных путях. Так, если при традиционной ИВЛ пиковое давление в трахее составляло $15,5 \pm 0,5$ см вод.ст., то при ВЧ ИВЛ оно было значительно ниже - $6,1 \pm 0,4$ см вод.ст. Отсюда можно предположить, что внутригрудное давление в процессе ВЧ ИВЛ за счет меньшего дыхательного объема было ниже, а это у пожилых больных с сопутствующей сердечно-сосудистой патологией и сниженными возможностями компенсации имеет немаловажное значение.

При ИВЛ аппаратом PO-5 уже через 30 мин. регистрировалось снижение УИ на $9,6 \pm 5,6\%$ (табл.2), что при сохраненной частоте сердечных сокращений приводило к снижению СИ на $10,8 \pm 4,2\%$, ОПС повышалось на $19,7 \pm 8,6\%$ ($p < 0,05$). Иная динамика показателей кровообращения наблюдалась при ВЧ ИВЛ. УИ через 30 мин. вентиляции достоверно возрастал на $16,2 \pm 3,8\%$, а к 60 минуте вентиляции превышал исходные значения на $24,3 \pm 3,3\%$; при этом частота сер-

Таблица 2

Показатели гемодинамики у больных при урологических операциях ($M \pm m$)

Показатель	Исходные данные n=63 (1)	Традиционная ИВЛ n=20 (2)	ВЧ ИВЛ (n=43)		Достоверность различий - P				
			30' (3)	60' (4)	I-2	I-3	I-4	2-3	2-4
ЧСС мин ⁻¹ %	92,7±3,5	90,9±2,9	80,2±2,1	76,1±2,2	<0,01	<0,01	<0,05	<0,001	
	100	99,6±3,6	93,7±3,3	90,0±3,3	<0,05	<0,05		<0,05	
САД мм рт.ст. %	113,3±4,5	115,5±4,6	103,8±2,9	102,9±2,7		<0,05	<0,05	<0,02	
	100	103,8±4,6	95,7±2,7	94,8±2,7		<0,05			
ОПС дин·сек ⁻¹ ·см ⁻⁵ %	2233±138	2686±195	2085±93	2128±102	<0,05			<0,01	<0,01
	100	119,7±8,6	92,8±3,0	93,1±3,3	<0,05	<0,02	<0,05	<0,01	<0,01
V _{ле} л·м·мин ⁻¹ %	5,7±0,3	5,4±0,3	5,5±0,3	5,5±0,3					
	100	91,6±5,9	103±5,3	101±7,9					
УИ мл·м ⁻² %	24,6±1,2	21,8±1,2	28,8±1,0	29,9±1,0		<0,01	<0,001	<0,001	<0,001
	100	90,4±5,6	116,2±3,8	124,3±3,3	<0,05	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
СИ л·мин ⁻¹ ·м ⁻² %	2,23±0,09	2,0±0,1	2,3±0,08	2,25±0,08	<0,05			<0,05	<0,05
	100	89,2±4,2	106,2±4,1	106,7±4,8	<0,01			<0,02	<0,05

дечных сокращений постепенно снижалась и СИ поддерживался на исходном дооперационном уровне; ОПС снижалось на $7,2 \pm 3,0\%$ ($p < 0,05$) при неизменной \dot{V}_L . Поддержание сердечного выброса за счет ударного объема при некотором снижении ЧОС и незначительном снижении постнагрузки, что наблюдается при ВЧ ИВЛ, обеспечивает стабильный и наиболее экономный режим работы сердечно-сосудистой системы.

Ближайший послеоперационный период у всех больных протекал без каких-либо нарушений жизненно важных функций при оптимальных функциональных и лабораторных показателях. Однако, имела место существенная зависимость эффективности трахеобронхиального дренажа от вида проводимой вентиляции. Если больным с хроническим бронхитом, а таких было большинство, проводилась ВЧ ИВЛ, то уже в ближайшие часы после операции у них восстанавливался эффективный дренаж трахеобронхиального дерева, и без каких-либо внешних воздействий откашливалось самостоятельно значительное количество жидкой мокроты, тогда как больным после традиционной ИВЛ для восстановления эффективного дренажа мокроты требовалось назначение отхаркивающих средств, проведение перкуссионного массажа грудной клетки, а иногда активное отаспывание мокроты из трахеи катетером. Мокрота у этих больных имела более вязкий характер и самостоятельно больные откашливали её с большим трудом.

Таким образом, высокочастотная искусственная вентиляция легких, обеспечивая эффективную вентиляцию и газообмен в процессе операции и наркоза у урологических больных, создает более благоприятные по сравнению с традиционной ИВЛ условия для кровообращения и способствует эффективному трахеобронхиальному дренажу в послеоперационном периоде. Отсутствие отрицательных гемодинамических эффектов при ВЧ ИВЛ позволяет считать её методом выбора у больных старше 60 лет, особенно при наличии сопутствующей пато-

логии сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Традиционная и высокочастотная вентиляция при операциях на органах брюшной полости. Изменения параметров газообмена и гемодинамики при двух видах вентиляции у больных, оперируемых на органах брюшной полости, были аналогичными таковым у урологических больных. Показатели ЧОС и САД на всех этапах исследования при обоих видах вентиляции характеризовались стабильностью, что свидетельствовало о достаточно адекватной анестезии (табл.3).

При традиционной ИВЛ по сравнению с исходным дооперационным уровнем на 18% ($p < 0,01$) возрастало общее периферическое сопротивление и уменьшались как ударный, так и сердечный индексы соответственно на 7 и 14% ($p < 0,01$), что сопровождалось снижением работы левого желудочка сердца на 16,3% ($p < 0,001$).

При ВЧ ИВЛ ОПС в процессе операции оставалось на исходном дооперационном уровне, но было достоверно ниже, чем при традиционной ИВЛ. УИ при ВЧ ИВЛ на 17-18% ($p < 0,001$) превшал таковой показатель при традиционной ИВЛ, что способствовало поддержанию сердечного выброса на исходном уровне. При этом работа левого желудочка сердца, несмотря на увеличение ударного объема, несколько снизилась и достоверно не отличалась от ЧЛж при традиционной вентиляции.

Весьма значительно при двух исследуемых видах вентиляции отличались цифровые данные пикового давления в дыхательных путях: при ВЧ ИВЛ давление в трахее было в 3 раза меньше, чем при традиционной ИВЛ ($p < 0,001$). Это обуславливало меньшие колебания транспульмонального давления и более благоприятные условия внутригрудной гемодинамики при ВЧ ИВЛ.

Полученные данные свидетельствуют, что при традиционной ИВЛ в ходе операций на органах брюшной полости у больных старше 60 лет возникает депрессия гемодинамики, выражающаяся в снижении

Показатели гемодинамики и газообмена при операциях на органах
брюшной полости у больных старше 60 лет ($M \pm m$) ($n=40$)

Показатель	Исходные данные (1)	Традици- онная ИМЛ (2)	ВЧ ИМЛ		Достоверность различий - P				
			30' (3)	60' (4)	I-2	I-3	I-4	2-3	2-4
ЧСС мин ⁻¹ %	87,3±3,2	78,9±2,7	76,1±2,4	73,8±2	<0,05	<0,01	<0,001		
	100	91,7±2,6	88,7±2,5	86,3±2,5	<0,01	<0,001	<0,001		
САД мм H %	110,3±3,0	105,9±2,4	102,9±2,1	103,2±2,0		<0,05	<0,05		
	100	96,8±1,7	94,5±2,0	94,6±1,9	<0,05	<0,01	<0,01		
ОПС дин·см ⁻⁵ ·сек ⁻¹ %	2428±138	2826±173	2426±117	2429±126	<0,05			<0,05	<0,05
	100	118,2±4,7	102,4±3,4	102,4±3,9	<0,001			<0,001	<0,001
W/ж кГм·мин ⁻¹ %	5,55±0,38	4,47±0,27	4,81±0,28	4,81±0,26	<0,05				
	100	83,7±3,4	91,7±5,0	92,2±5,0	<0,001				
УИ мл·м ⁻² %	25,8±1,4	23,9±1,3	28,0±1,5	28,8±1,5				<0,05	<0,01
	100	93,3±2,6	109,5±2,4	113,1±3,6	<0,01	<0,02	<0,001	<0,001	<0,001
СИ л·мин ⁻¹ ·м ⁻² %	2,24±0,11	1,88±0,1	2,11±0,11	2,13±0,11	<0,02				
	100	85,4±3,1	96,1±3,5	97,5±4,1	<0,001			<0,01	<0,05

такого интегрального показателя кровообращения, как минутный объем сердца. При ВЧ ИВЛ у этой же категории больных создаются условия для поддержания сердечного выброса на исходном уровне, что при снижении ОПС и W_{O_2} свидетельствует об отсутствии дополнительной нагрузки и дополнительных требований к сердечной мышце со стороны применяемого метода вентиляции.

Традиционная и высокочастотная ИВЛ при операциях на легких. При операциях на легких наиболее сложным с точки зрения патофизиологии ИВЛ является этап однолегочной вентиляции. Именно на этом этапе возникают наибольшие нарушения вентиляции и кровообращения. Исходя из этих особенностей, мы сравнили параметры гемодинамики и газообмена при однолегочной традиционной (ОИВЛ) и однолегочной высокочастотной (ОВЧВ) вентиляции. Исходное состояние, с которым сравнивали изменения при однолегочной вентиляции, характеризовалось показателями, зарегистрированными при двулегочной традиционной вентиляции легких (ДИВЛ) после торакотомии.

С началом однолегочной традиционной вентиляции существенно изменялись некоторые параметры гемодинамики и газообмена. Так, при достаточной минутной вентиляции легкого, когда элиминация CO_2 оставалась удовлетворительной, оксигенация артериальной крови резко падала на $47,8 \pm 3,0\%$ от исходного значения, что было обусловлено шунтированием крови из ателектазированного легкого. На $56,9 \pm 5,0\%$ возрастало давление в дыхательных путях. Значительно страдала гемодинамика (табл.4): ОПС увеличивалось на $58,2 \pm 14,4\%$, что сопровождалось снижением УИ на $27,8 \pm 3,2\%$ и СИ на $38,7 \pm 5,1\%$ по отношению к двулегочной традиционной ИВЛ. Совершенно иной динамика показателей вентиляции и кровообращения наблюдалась при переходе от двулегочной традиционной к однолегочной высокочастотной вентиляции легкого. В этом случае достигалась не только эффективная вентиляция, но и оптимальная оксигенация

Таблица 4

Показатели гемодинамики при операциях на легких у больных
старше 60 лет ($M \pm m$) ($n = 30$)

Показатель	Вид вентиляции			Достоверность различий		
	ДИВЛ (исходные данные) (1)	ОИВЛ (2)	ОВЧВ (3)	P		
				I-2	I-3	2-3
ЧСС мин ⁻¹ %	79,4±2,7 100	79,0±4,2 99,6±4,6	80 ±4,5 98,5±4,9			
САД мм рт.ст. %	95,3±2,5 100	99,4±5,5 102,3±5,7	81,3±3,7 83,4±4,4		< 0,01 < 0,01	< 0,001 < 0,001
ОПС дин·см ⁻⁵ ·сек ⁻¹ %	1698±210 100	2740,6±283 158,2±14,4	1263,3±81,7 80,4± 8,0	< 0,01 < 0,001	< 0,05 < 0,01	< 0,001 < 0,001
ВЛК кгм·мин ⁻¹ %	6,4±1,1 100	4,7±0,6 74,5±8,3	5,8±0,6 87,8±10,9		< 0,001	
УИ мл·м ⁻² %	32,4±4,9 100	22,3±2,0 72,2±8,2	35,8±1,7 116,9±8,0	< 0,05 < 0,001	< 0,05	< 0,001 < 0,001
СИ л·мин ⁻¹ ·м ⁻² %	3,0±0,4 100	2,1±0,1 61,3±9,1	3,4±0,25 110,8±9,8	< 0,05 < 0,001		< 0,001 < 0,001
ЦВД см вод.ст. %	10,4±0,6 100	12,4±0,7 118,9±7,2	14,7±0,6 141,8±6,0	< 0,05 < 0,05	< 0,001 < 0,001	< 0,05 < 0,05

артериальной крови. Напряжения кислорода недостоверно снижались лишь на $7,3 \pm 6,4\%$ и оставались на достаточно высоком уровне ($21,6 \pm 1,4$ кПа). Давление в бронхе росло, но в значительно меньшей степени, чем при ОИМЛ: на $21,3 \pm 5,1\%$. Снижение ОПС при ВЧВ на $19,6 \pm 8,0\%$ сопровождалось увеличением УИ на $16,9 \pm 8,0\%$, СИ имела тенденцию к незначительному росту; на $12,2 \pm 10,9\%$ снижалась работа левого желудочка сердца.

Полученные в прошлом исследование результаты показывают, что при переходе от ДИВЛ к ОИМЛ резко возрастает внутрибронхиальное и внутригрудное давление, что ведет к увеличению трансторакиального давления, нарушению легочного кровотока, увеличению физиологического мертвого пространства, шунтированию крови справа налево и, в результате, к гипоксемии. Вместе с этим уменьшение венозного возврата крови наряду с развитым сосудистым спазмом, направленным на поддержание перфузии жизненно важных органов, приводит к снижению ударного объема сердца. При ВЧ ИВЛ внутрибронхиальное давление возрастает в меньшей степени, а внутриплевральное давление по сравнению с ДИВЛ снижается, что способствует облегчению венозного возврата крови к сердцу и улучшению легочного кровотока. В результате создаются благоприятные условия для сердечной деятельности, что проявляется в увеличении минутного объема сердца при достоверном снижении работы левого желудочка.

Высокочастотная вентиляция легких в возрастном аспекте. Для выяснения целесообразности применения ВЧ ИВЛ у больных до 60 лет мы провели сравнительное исследование гемодинамики при двух видах вентиляции в ходе различных операций у пациентов разных возрастных групп. Для этой цели помимо исследования больных старше 60 лет мы провели аналогичное исследование при традиционной и

высокочастотной ИВЛ у 33 больных среднего возраста. Из них 18 больных были оперированы на легких (средний возраст $47,2 \pm 2,4$ лет) и 15 больных - на органах брюшной полости (средний возраст $43,7 \pm 2,6$ лет). При предоперационном обследовании этих больных ни у кого из них не были выявлены сопутствующие заболевания сердечно-сосудистой системы.

Анализ результатов данного исследования показал, что, не смотря на отсутствие сердечно-сосудистых заболеваний у больных моложе 60 лет, однолегочная традиционная вентиляция сопровождается у них значительным снижением УИ и СИ при одновременном нарастании ОПС, ОВЧВ как у пожилых, так и у молодых больных обеспечивает более полноценный газообмен при меньшем росте внутригрудного давления, а это в свою очередь сопровождается адекватным сердечным выбросом и низкими показателями ОПС (табл.5). Следовательно, ВЧ ИВЛ является методом выбора у больных любого возраста в случаях, когда необходимо проведение однолегочной вентиляции. При однолегочной высокочастотной вентиляции создаются условия, при которых нарушения гемодинамики и газообмена значительно менее выражены.

В табл.6 приведены параметры гемодинамики при традиционной и высокочастотной вентиляции, взятые в процентах к исходному дооперационному уровню, у больных среднего возраста, оперированных на органах брюшной полости. Все показатели в процессе двух видов вентиляции у этих больных достоверных отличий не имели. Это свидетельствует о достаточной силе и скорости компенсаторных реакций, которые обеспечивают у больных среднего возраста стабильный гомеостаз в условиях адекватной анестезии при любом виде ИВЛ. Следовательно, у лиц моложе 60 лет ВЧ ИВЛ не имеет преимуществ перед традиционными методами ИВЛ.

Таблица 5

Показатели центральной гемодинамики при однологочной традиционной и высокочастотной вентиляции в процентах к двулегочной традиционной вентиляции у больных до 60 лет, оперированных на легких ($M \pm m$)

Показатель	ОИВЛ n=18	ОВЧВ n=18	P
ЧСС	98,9 ± 1,9	100,8 ± 1,9	> 0,05
САД	97,5 ± 3,3	91,1 ± 2,8	> 0,05
ОПС	142,9 ± 13,0	79,1 ± 3,9	< 0,001
$W_{\text{ЛЖ}}$	72,5 ± 5,0	110,9 ± 9,8	< 0,001
УИ	68,4 ± 4,4	130,0 ± 7,2	< 0,001
СИ	72,4 ± 5,2	125,6 ± 7,6	< 0,001

Таблица 6

Показатели центральной гемодинамики при традиционной и высокочастотной вентиляции в процентах к дооперационному уровню у больных до 60 лет при абдоминальных операциях ($M \pm m$)

Показатель	Традиционная ИВЛ n=15	ВЧ ИВЛ n=15	P
ЧСС	98,5 ± 6,0	93,9 ± 6,0	> 0,05
САД	104,0 ± 6,6	101,4 ± 4,1	> 0,05
ОПС	127,0 ± 10,9	112,8 ± 9,9	> 0,05
$W_{\text{ЛЖ}}$	100,0 ± 12,1	104,7 ± 8,6	> 0,05
УИ	94,3 ± 3,7	95,0 ± 4,2	> 0,05
СИ	93,4 ± 10,4	92,0 ± 10,8	> 0,05

В процессе исследования возник вопрос: будут ли изменяться параметры гемодинамики при ВЧ ИВЛ у пожилых больных с увеличением их возраста. Мы провели сравнительный анализ параметров цент-

ральной гемодинамики при традиционной ИВЛ и ВЧ ИВЛ у двух групп больных старше 60 лет. Первую группу составили 40 больных, средний возраст - $64,1 \pm 0,9$ лет; из числа этих больных 12% были старше 70 лет. Вторую группу составили 43 больных, средний возраст - $67,8 \pm 0,6$ лет ($p < 0,05$); в их числе больные в возрасте старше 70 лет составили 37% ($p < 0,001$). При операциях, проведенных на фоне традиционной ИВЛ, достоверных различий в основных параметрах гемодинамики не наблюдалось. В тех же случаях, когда компонентом анестезиологического пособия являлась ВЧ ИВЛ, у больных более пожилого возраста достоверно возрастал минутный объем сердца, снижалось ОПС при статистически не значимых различиях в работе левого желудочка сердца. Из приведенных фактов следует, что чем старше возраст, тем достоинства ВЧ ИВЛ проявляются в большей степени. Следовательно, при операциях показания к использованию ВЧ ИВЛ должны ставиться тем чаще, чем старше возраст больного.

Некоторые данные к объяснению газообмена при струйной

ВЧ ИВЛ. Процесс импульсного вдувания кислорода в дыхательные пути при ВЧ ИВЛ представляет собой процесс с существенными изменениями характеристик потока за очень малые промежутки времени. Период процесса составляет 0,6 сек., из которых 0,2-0,22 сек. осуществляется вдувание кислорода. При этом наблюдается эффект эжекции атмосферного воздуха. При исследовании течения газа в системе "аппарат-легкие" были использованы безинерционные манометры полиграфа "Салют", показания которых фиксировались на ленте самописца. Величина статического давления измерялась перед входным диффузором, на срезе сопла и в двух точках по длине эндотрахеальной трубки (рис. I и 2).

Минутная вентиляция легких, измерявшаяся воллиметром, составляла около $20 \text{ л} \cdot \text{мин}^{-1}$. Следовательно, усредненный расход воздушно-кислородной смеси, поступающей в эндотрахеальную трубку, со-

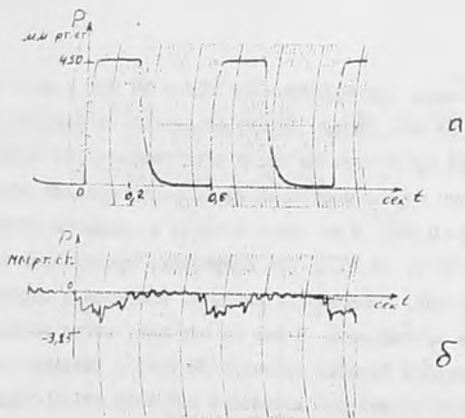


Рис. 1. Изменение во времени статического давления на входе /а/ и на срезе /б/ сопла.

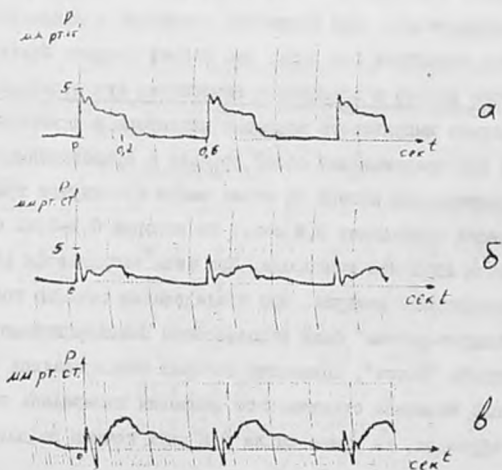


Рис. 2. Изменение во времени статического давления по длине эндотрахеальной трубки: а/ перед входом в эндотрахеальную трубку, б/ 3 см от начала эндотрахеальной трубки; в/ конец эндотрахеальной трубки.

ставлял $V = 0,8 \text{ л} \cdot \text{сек}^{-1}$ или $m = 1,04 \text{ г} \cdot \text{сек}^{-1}$.

Скорость потоков определялась из уравнения неразрывности:

$$\dot{V} = u \cdot F$$

где \dot{V} - объемный расход; u - скорость;
 F - площадь сечения сопла.

В результате расчетов скорость потока на срезе сопла была равна $u = 240-280 \text{ м} \cdot \text{сек}^{-1}$. Импульс потока, исходящего из сопла, составлял $m \cdot u = 0,15-0,2 \text{ н}$. Полученные результаты усреднены по времени, поэтому было необходимо оценить насколько отличаются усредненные параметры струи газа от параметров газа в каждый момент времени. Расход газа был определен по формуле, приведенной Г.Н. Абрамовичем (1976):

$$\dot{m} = m' \frac{P \cdot F \cdot \gamma (\lambda)}{\sqrt{T}}$$

где P - абсолютное статическое давление, в Па;
 F - площадь сечения сопла, в м^2 ;
 T - температура торможения, в K° ;
 m' - численный коэффициент.

Из этой формулы получено значение расхода кислорода, равное $\dot{m} = 0,8 \text{ г} \cdot \text{сек}^{-1}$, а импульс струи при этом составил $m \cdot u = 0,209 \text{ н}$.

Итак, полученные в ходе расчетов значения параметров струи кислорода практически не отличаются от усредненных значений, измеренных вентилометром, что подтверждает возможность достаточно точной регистрации последним минутной вентиляции легких.

Далее рассмотрены изменения во времени параметров течения газа в воздуховодах. В первый момент подачи кислорода давление в коннекторе и эндотрахеальной трубке возрастает до максимального значения, а затем наблюдаются затухающие колебания с частотой порядка $12 \cdot \text{сек}^{-1}$. Это свидетельствует, что под воздействием кратковременного, но достаточно мощного импульса кислородной струи

($\mu = 0,21$ н) в упругой системе "трахея-легкие" возникает собственное колебание воздушного столба. Очевидно, что колебательный процесс резко интенсифицирует конвективный массообмен, и это, по-видимому, является одной из основных причин достаточной альвеолярной вентиляции легких.

Таким образом, проведенное исследование позволяет предположить, что одной из причин проникновения малого дыхательного объема до альвеол при ВЧ ИВЛ являются колебания статического давления в системе "трахея-легкие", возникающие под воздействием мощного импульса кислородной струи. Колебательный процесс, распространяющийся во все бронхи и бронхиолы, способствует более равномерному распределению воздушно-кислородной смеси в легких, приближающемуся к таковому при спонтанном дыхании.

ВЫВОДЫ

1. Аппарат ИВЛ-Б(ЭОЛ), модифицированный для ВЧ ИВЛ, надежно обеспечивает адекватный газообмен при частотах 60-200 циклов в минуту и периодах вдувания, равных 33 и 50% длительности дыхательного цикла, интритрахеальное и интритрудное давления значительно ниже, чем при традиционной ИВЛ. ВЧ ИВЛ не сопровождается нарушением сурфактантной системы альвеол. Оптимальные параметры вентиляции: частота - $100-120 \cdot \text{мин}^{-1}$, период фазы вдувания - 33% длительности дыхательного цикла, минутная вентиляция легких - $18-22 \text{ л} \cdot \text{мин}^{-1}$.

2. Изменения артериального давления, частоты сердечных сокращений, общего периферического сосудистого сопротивления и работы левого желудочка сердца при ВЧ ИВЛ у больных старше 60 лет минимальны и достоверно не отличаются от дооперационного уровня. Сердечный и особенно ударный индексы в процессе ВЧ ИВЛ у пожилых

больных возрастает, что свидетельствует о благоприятном влиянии данного метода вентиляции на минутный объем сердца.

3. Традиционная ИВЛ у больных старше 60 лет при урологических операциях и операциях на органах брюшной полости, обеспечивая адекватный газообмен, тем не менее сопровождается депрессивной гемодинамикой. ВЧ ИВЛ, не оказывая отрицательного воздействия на гемодинамику, тем самым способствует сохранению в ходе операции тех незначительных компенсаторных возможностей, которыми обладают органы и системы больных пожилого и старческого возраста.

4. Однолечный вариант ВЧ ИВЛ у пожилых больных при операциях на легких обеспечивает более стабильный газообмен и обладает меньшим отрицательным влиянием на кровообращение по сравнению с однолечной традиционной вентиляцией.

5. Изучение показаний и использованию ВЧ ИВЛ как компонента анестезиологического пособия показало, что при операциях на легких ВЧ ИВЛ предпочтительнее традиционной вентиляции независимо от возраста и наличия сопутствующих заболеваний. При урологических и абдоминальных операциях у больных моложе 60 лет ВЧ ИВЛ не имеет преимуществ перед традиционной ИВЛ.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. ВЧ ИВЛ возможно проводить только специальными аппаратами, имеющими малый объем сжатия. Это требование полностью реализовано в модификации аппарата ИВЛ-Б (ЗОЛ), где установлен электромагнитный вентиль ЭВ-32ш.

2. При проведении ИВЛ во время операций у больных пожилого и старческого возраста, особенно с сопутствующей патологией сердечно-сосудистой и дыхательной систем, более безопасным методом является струйная ВЧ ИВЛ.

3. Магистраль вдоха аппарата для ВЧ ИВЛ присоединяется к эндотрахеальной трубке через специальный коннектор. Увлажнение газовой смеси необходимо проводить в течение всего процесса высокочастотной струйной вентиляции. Оптимальным является метод капельной инфузии физиологического раствора перед сошлом коннектора со скоростью 44 мл·час⁻¹.

4. Наиболее целесообразным является следующий режим работы модифицированного аппарата ЗОЛ при вентиляции пожилых больных: частота вентиляции - 100-120·мин⁻¹, минутная вентиляция легких - 180-200% от расчетной по номограмме Энгстрема-Герцога, период фазы вдувания - 33% длительности дыхательного цикла.

5. При необходимости проведения однократной вентиляции в хирургии легких использование ВЧ ИВЛ предпочтительнее традиционной ИВЛ не зависимо от возраста больных. При абдоминальных и урологических операциях чем старше возраст больных, тем более обосновано применение у них ВЧ ИВЛ.

Работы, опубликованные по теме диссертации

1. Оптимизация искусственной вентиляции легких при урологических операциях // Исследования в области онкологии и клинической радиологии.- Свердловск, 1985.- С.55-57 (совместно с Б.Д.Зислиным).

2. К методике определения сердечного выброса методом реографии в грудной хирургии // Проблемы туберкулеза.- 1986.- № 3. С.18-20 (совместно с Б.Д.Зислиным, В.А.Юдиным).

3. Высокочастотная искусственная вентиляция легких у больных пожилого и старческого возраста // Современные проблемы анестезиологии и интенсивной терапии у детей раннего возраста.- Том II.- Волгоград, 1986.- С.20-21 (совместно с Б.Д.Зислиным).

4. Высокочастотная искусственная вентиляция легких // Ане-
стезиологическое и реанимационное обеспечение больных при неот-
ложных состояниях.- Ростов на Дону, 1986.- С.53-54 (совместно с
Б.Д.Зислиным, А.А.Поповым).

5. Высокочастотная искусственная вентиляция легких // Ин-
формационное письмо для врачей области: Сост. Ф.И.Бадаев,
В.А.Юдин, И.Д.Мадвинский /Под ред.Б.Д.Зислина.- Свердловск,
1986.- 12 с.