

Применение ЛМ для фибробронхоскопии у детей возможно в любом возрасте. Это позволяет снизить травматичность манипуляции, обеспечивает расширение технических возможностей и проведение адекватной ИВЛ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Варюшина Т.В., Львова Е.А., Мизиков В.М., Киримов Ю.Я. // Тезисы 2-го Московского международного конгресса по эндоскопической хирургии. 1997.– С.272-274.
2. Bautista Casasnovas A. et al. // An. Esp. Pediatr.– 1993.– 39.– P.313-316.
3. Brain A. I. J. The Intavent Laryngeal Mask: Instruction Manual.– Henley, 1995.– P.58.
4. Brimacombe J. // Thorax.– 1991.– 46.– P.740.
5. Hasan M.A., Black A.E. // Anaesthesia.– 1994.– 49.– P.1031-1033.
6. Lawson R., Lloyd-Thomas A.R. // Anaesthesia.– 1993.– 48.– P.790-791.
7. Maekawa N., Mikawa K., Tanaka O., Goto R., Obara H. // Anesthesiology.– 1991.– 75.– P.169-170.
8. McNamee C.J., Meyns B., Pagliero K.M. // Thorax.– 1991.– 46.– P.141-142.
9. Pothmann W., Fullekrug B // Anaesthesist.– 1992.– 41.– P.779-784.
10. Rowbottom S.J., Simpson D.L., Grubb D. // Anaesthesia.– 1991.– 46.– P.489 - 491.
11. Wilson I. G. Editorial 2. // Brit. J. Anaesth.– 1993.– 70.– P.124-125.

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИСКУССТВЕННОЙ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ**

*Г.С.Лескин, Е.В.Евланова, М.В.Быков, П.С.Кантор*  
*МОНИКИ*

Последние 10-15 лет наблюдается интенсификация исследований по совершенствованию респираторной поддержки в самых различных клинических областях медицины. Значительно расширилась сфера применения искусственной (ИВЛ) и вспомогательной вентиляции легких (ВВЛ), предложены многочисленные новые модификации этих методов, предприняты попытки их систематизации, расширились возможности использования современных многофункциональных респираторов. Тем не менее, многие аспекты реализации ИВЛ и ВВЛ остаются до настоящего времени недостаточно обоснованными и требуют дальнейшего изучения.

Среди них, на наш взгляд, наибольший интерес, прежде всего в практическом отношении, представляют вопросы выбора рациональной тактики респираторной поддержки при распространенных повреждениях легких, оптимизации процесса перевода больных с ИВЛ на самостоятельное дыхание, выбора метода купирования отека легких в неотложной кардиологии.

Поддержание адекватного газообмена и, в первую очередь, эффективной артериальной оксигенации при распространенных поражениях легких (тяжелые пневмонии, респираторный дистресс-синдром взрослых – РСДВ или "шоковое легкое" – ШЛ), несмотря на наличие значительного разнообразия методов и режимов респираторной поддержки, представляет одну из самых трудных задач в интенсивной терапии острой дыхательной недостаточности (ОДН).

Патофизиологический механизм развития артериальной гипоксемии в подобных ситуациях состоит в диссоциации альвеолярной

вентиляции и легочного кровотока и возрастании внутрилегочного венозного шунтирования крови вследствие нарастающего снижения растяжимости легких и увеличения объема нефункционирующих альвеол. Основным принципом респираторной поддержки состоит в создании оптимального уровня положительного давления в конце выдоха (ПДКВ), что приводит к возрастанию как среднего, так и пикового (максимального) давления в дыхательных путях. Однако значительная величина последнего представляет определенную опасность в плане возможного развития баротравмы легких и нарушений центральной гемодинамики. С целью снижения пикового давления рекомендуется использование таких паттернов вентиляции, как ИВЛ с управляемым давлением вдоха (или ограничением давления на вдохе), ИВЛ с инвертированным отношением времени вдоха/выдоха (T1/TE) или их сочетания. Однако эти рекомендации носят чисто эмпирический характер, опыт применения этих методов ИВЛ относительно невелик и требует тщательного контроля не только газообмена, но и состояния центральной гемодинамики.

С целью проведения сравнительной оценки потенциальных возможностей различных методов ИВЛ в плане коррекции артериальной гипоксемии нами предпринята попытка использования методов математического моделирования. При этом легкие были представлены в виде двухкомпонентной модели демпфированного осциллятора. Модель позволяет создавать различные варианты повреждения бронхолегочной системы за счет изменения в широком диапазоне основных параметров, характеризующих "контур пациента": растяжимости легких (C) и аэродинамического сопротивления (R). В качестве методов респираторной поддержки использованы ИВЛ с перемежающимся давлением, различным уровнем ПДКВ, различной величиной "плато" на вдохе, инверсией T1/TE, а также сочетания последнего способа с дополнительным использованием ПДКВ.

Критерием потенциальной эффективности служили определенные показатели биомеханики дыхания. В основе исследования лежала гипотеза о соответствии формирующихся показателей биомеханики дыхания при различных методах ИВЛ так называемому давлению открытия дыхательных путей (ДОДП), уровень которого также задавался различным в зависимости от характера моделируемой ситуации.

Анализ результатов позволил прийти к заключению, что разработанная модель и использованная базовая гипотеза вполне адекватны решению поставленных вопросов. Сравнительная оценка различных паттернов вентиляции в ситуациях условно "нормальных" легких и ШЛ 1 степени позволила выявить характерные особенности биомеханики дыхания. Наиболее информативные показатели (период открытия дыхательных путей, градиент между средним давлением и ДОДП, площадь превышения ДОДП за фазу вдоха) позволяют четко выделить различия и потенциальные преимущества методов в плане устранения внутрилегочного шунтирования крови при условии минимизации максимального давления в дыхательных путях.

Эти результаты носят предварительный характер и служат основанием для дальнейших исследований как в плане расширения объ-

ема моделируемых ситуаций, так и в плане изучения новых паттернов ИВЛ (с управляемым давлением вдоха, с двухфазным положительным давлением в дыхательных путях, объемно-контролируемой высокочастотной искусственной вентиляции легких (ВЧИВЛ) и др.). Мы полагаем, что использование общего методологического подхода дает возможность применения результатов при формировании единой патофизиологической концепции традиционных и специальных методов и режимов ИВЛ, в частности, для понимания механизмов обеспечения одной из основных составляющих газообмена – артериальной оксигенации.

Другой путь коррекции артериальной гипоксемии при распространенных поражениях легких – это возможность применения струйной ВЧИВЛ. Единой точки зрения по данному вопросу в настоящее время не существует.

Наши клинические наблюдения по применению струйной ВЧИВЛ у больных с ШЛ показали, что эффективность улучшения артериальной оксигенации зависит как от степени выраженности ШЛ, так и от управляемых параметров вентиляции. Наиболее выраженным было улучшение артериальной оксигенации у больных с ШЛ 1-2-й степени, при этом возрастание  $PaO_2$  наблюдалось по мере увеличения частоты со 100-120 до 240 циклов в минуту. В то же время у больных с ШЛ 2-3-й и, особенно, 3-4-й степени, выраженная гипоксемия сохранялась при проведении струйной ВЧИВЛ с частотой 100-150 циклов в минуту и незначительно уменьшалась при увеличении частоты до 240-300 циклов в минуту. Теоретически можно было, с учетом формирования характерного для ВЧИВЛ феномена "AUTO-PEEP", ожидать более выраженного эффекта. Однако наряду с его отсутствием отмечалась четко выраженная тенденция к нарастанию гиперкапнии. Это было обусловлено изменением характера работы инжектора, уменьшением подсоса окружающего воздуха, частичным "опрокидыванием" инжектора и снижением альвеолярной вентиляции.

Повышения эффективности газообмена в подобной ситуации, на наш взгляд, можно достичь двумя путями. С одной стороны, возможно использование инжектора большей мощности. Однако конструктивные особенности таких инжекторов таят в себе серьезную опасность развития неконтролируемого высокого уровня внутрилегочного давления, что заставляет нас воздерживаться от подобных рекомендаций отдельных авторов. Более интересным представляется применение объемно-контролируемой ВЧИВЛ. При этом, герметичность дыхательного контура обеспечивает поддержание адекватной альвеолярной вентиляции с одновременным формированием внутреннего ПДКВ и возможностью его регулирования за счет использования дополнительного клапана ПДКВ в магистрали выдоха. Привлекательность данного подхода состоит в предположении, что в случае формирования в дыхательных путях среднего давления, близкого к ДОДП, колебания давления относительно этого уровня будут невелики и эффекта открытия дыхательных путей (и соответственно, уменьшения внутрилегочного шунтирования крови) можно достичь более безопасным способом. Однако это предположение нуждается

как в теоретическом (например, на математической модели легких), так и в клиническом подтверждении.

Другой реальный путь повышения артериальной оксигенации при распространенных поражениях легких – это применение комбинированной (сочетанной) традиционной и струйной ИВЛ. Наши собственные наблюдения, совпадающие в целом с наблюдениями других авторов, свидетельствуют, что при сочетанной ИВЛ во многих случаях удается ликвидировать тяжелую артериальную гипоксемию без применения высокого уровня ПДКВ и при сохранении пикового давления в дыхательных путях на уровне, соответствующем применению ИВЛ с перемежающимся давлением. Механизм этого феномена остается до настоящего времени неясным. Гипотезы о возможной роли резонанса пока не получили объективного подтверждения. Определенным ограничением этого весьма интересного и перспективного подхода является и то, что рекомендации о применении параметров струйной ВЧИВЛ носят общий характер и нуждаются в более четком обосновании.

Наконец, следует отметить и еще один предлагаемый, принципиально иной путь коррекции артериальной гипоксемии, основанный на использовании в дыхательной газовой смеси малых концентраций окиси азота (NO) – порядка 0,004%. Смысл этого подхода состоит в том, что под влиянием NO происходит существенное расширение суженных капилляров вокруг вентилируемых альвеол и перераспределение легочного кровотока: уменьшение его в пораженных участках и возрастание в сохранных и, тем самым, снижение внутрилегочного шунтирования крови. К сожалению, этот весьма привлекательный подход трудно применим в широкой практике. Он требует сложного высокоточного мониторинга содержания NO, поскольку повышение концентрации последнего сопровождается развитием метгемоглобинемии.

Весьма ответственным этапом является прекращение респираторной поддержки и перевод больных с ИВЛ на самостоятельное дыхание, особенно после длительной ИВЛ. Одномоментное прекращение ИВЛ с периодическим ее возобновлением допустимо лишь как вынужденная мера в случае отсутствия возможности использования современных методов ВВЛ. Круг этих методов достаточно широк. В соответствии с используемой нами классификацией их можно отнести к трем группам: методы ВВЛ с регуляцией дыхательного и минутного объема дыхания, методы с регулированием давления в дыхательных путях и вспомогательная ВЧИВЛ. Эти методы подробно освещены в монографии [4]. Здесь же мы считаем необходимым остановиться на некоторых общих вопросах.

Независимо от конкретного метода ВВЛ общим принципом перевода больных с ИВЛ на самостоятельное дыхание является обеспечение постепенного снижения респираторной поддержки при поддержании газообмена и гемодинамики на стабильном уровне и исключение развития признаков декомпенсации системы дыхания и кровообращения в условиях меняющегося паттерна вентилиации легких. На практике это достигается путем уменьшения частоты циклов работы аппарата ИВЛ, снижения давления на вдохе и выдохе или рабочего

давления сжатого газа в зависимости от конкретного используемого метода ВВЛ.

Нами предпринята попытка на примере вспомогательной струйной ВЧИВЛ рассмотреть возможности оптимизации этого процесса. На первом этапе исследования использовались различные варианты прекращения ИВЛ: одномоментное отключение от респиратора, ступенчатое снижение рабочего давления с различной величиной "ступени" и времени выдержки на каждом промежуточном этапе. Это позволило установить, что снижение рабочего давления сжатого газа ( $P_{\text{раб}}$ ) должно осуществляться с шагом не более  $0,3 \text{ кг}\cdot\text{с}/\text{см}^2$ . Время пребывания (выдержки) больных на каждом промежуточном этапе (после очередного снижения ( $P_{\text{раб}}$ )) весьма вариабельно и зависит как от состояния пациента, так и от длительности пребывания на ИВЛ. Установлено, что правильный выбор этих параметров сопровождается поддержанием адекватного уровня газообмена, стабильной гемодинамики. В противном случае проявляются признаки нарастающей декомпенсации дыхания и кровообращения. Это вызывает необходимость возврата к ИВЛ или, в лучшем случае, к предшествующему этапу респираторной поддержки. Критериями ее адекватности являются такие показатели, как частота собственных дыхательных попыток (ЧД), частота сердечных сокращений (ЧСС), АД и, по возможности, насыщение артериальной крови кислородом. Контроль за адекватностью респираторной поддержки облегчается при наличии пульсоксиметра. При отсутствии учащения дыхания свыше 16-18 циклов в минуту (физиологический уровень покоя), повышения среднего АД более, чем на 10 мм рт.ст., режим респираторной поддержки может считаться адекватным.

С учетом этих данных, на основании проведения предложенной нами 5-минутной пробы на первоначальное снижение  $P_{\text{раб}}$  (в зависимости от характера реакции принимается решение о возможности продолжать процесс снижения респираторной поддержки) разработана тактика перевода больных с ИВЛ на самостоятельное дыхание на основе динамического контроля за физиологическими показателями состояния системы дыхания и кровообращения. Эта тактика позволяет обеспечить процесс прекращения ИВЛ в комфортных для пациента условиях на фоне поддержания адекватного газообмена и стабильной гемодинамики.

Полученные результаты дают основание перейти к следующему этапу исследований – проведению снижения  $P_{\text{раб}}$  не ступенчато, а с заданной скоростью. Понятно, что в случае неадекватно выбранной скорости снижения  $P_{\text{раб}}$  возникнут те или иные проявления декомпенсации со стороны системы дыхания и кровообращения, что послужит основанием для изменения скорости снижения  $P_{\text{раб}}$ .

Задача состоит в том, чтобы от ручного управления процессом прекращения ИВЛ (довольно трудоемкого) перейти на автоматический режим. Для этого потребуются разработка респиратора с электронным программным управлением и системы ввода физиологических параметров, отражающих адекватность респираторной поддержки, в респиратор, работа которого будет осуществляться по принципу

обратной биологической связи с поддержанием физиологических показателей в заданных пределах.

Решение задачи автоматизации процесса прекращения ИВЛ с помощью вспомогательной струйной ВЧИВЛ может быть в последующем адаптировано применительно и к другим способам ВВЛ с сохранением общего принципа, что, на наш взгляд, должно существенно повысить качество, надежность и безопасность процесса прекращения ИВЛ.

Грозным осложнением острой левожелудочковой сердечной недостаточности является развитие острого отека легких. Оно сопровождается выраженными нарушениями вентиляционно-перфузионных отношений, нарастанием внутрилегочного шунтирования крови и развитием тяжелой артериальной гипоксемии. Респираторную поддержку целесообразно начинать как можно раньше, при первых признаках развития отека легких, путем создания положительного давления в дыхательных путях в фазу выдоха или в течение всего дыхательного цикла. На фоне сохранения спонтанного дыхания простым и эффективным способом купирования отека легких может быть применение спонтанного дыхания под постоянным положительным давлением с постепенным повышением давления до 12-15 см вод.ст. в течение 3-5 минут и последующим плавным его снижением на фоне разрешения клинической картины отека легких и появления диуреза. К сожалению, этот эффективный метод респираторной поддержки, не потерявший, по нашему мнению, актуальности, используется в клинической практике относительно редко. На ранних стадиях развития отека легких возможно также применение вспомогательной вентиляции с двумя фазами положительного давления – одной из модификаций ВІРАР. Однако для реализации этого подхода требуется наличие специальных зарубежных респираторов. В отечественной аппаратуре методы поддержки давлением, к сожалению, до настоящего времени не реализованы.

При быстром течении отека и развитии альвеолярной стадии с появлением пены из верхних дыхательных путей возможности применения ВВЛ практически сводятся к минимуму, и в подобных случаях общепринятым является использование ИВЛ с ПДКВ и повышением соотношения Т1/ТЕ до 1:1. Недостатки данного способа респираторной поддержки состоят в трудностях выбора оптимального уровня ПДКВ, значительном повышении максимального давления в дыхательных путях, опасности развития гемодинамических нарушений, особенно при сочетании отека легких с синдромом малого выброса и артериальной гипотонией.

Большой интерес вызывает возможность применения при отеке легких в качестве респираторной поддержки вспомогательной струйной ВЧИВЛ. Метод может быть применен на любом этапе развития отека легких. При этом, как показали наши исследования, возможно использование различных вариантов подключения респиратора к дыхательным путям пациента. На ранних стадиях эффективным может оказаться проведение ВЧИВЛ через лицевую маску или мундштук. Хороший клинический эффект отмечен и при проведении ВЧИВЛ с использованием катетера, введенного в ротоглотку через один из но-

совых ходов с расположением выходного отверстия катетера над входом в гортань. При этом необходимо придать особое положение голове. При клинической картине альвеолярного отека легких целесообразно применение чрескожной транстрахеальной струйной ВЧИВЛ. Эффективность метода обусловлена, главным образом, феноменом формирования внутрилегочного положительного давления в фазу выдоха, величина которого зависит от частоты вентиляции и соотношения T1/TE. Диапазон используемой частоты – от 100-120 при начальной стадии отека легких до 240-300 в случае применения ВЧИВЛ на фоне развившейся картины альвеолярного отека легких. Соответственно могут быть использованы и разные значения T1/TE – от 1:2 до 1:1.

Формирование "AUTO-PEEP" способствует, в первую очередь, обратному пропотеванию жидкости из альвеол в капиллярное русло, раскрытию альвеол, исключенных из вентиляции вследствие накопления отечной жидкости, предупреждению их спадения, улучшению проходимости дыхательных путей. Все это приводит к значительному снижению внутрилегочного шунтирования крови и улучшению артериальной оксигенации. Плавное снижение  $P_{раб}$  после купирования отека легких предохраняет от его возобновления и позволяет обеспечить адекватное прекращение респираторной поддержки.

Мы коснулись лишь некоторых, на наш взгляд, актуальных вопросов в многогранной проблеме респираторной поддержки, к решению которых мы имеем непосредственное отношение. Интенсивное расширение сферы применения респираторной поддержки и разработка новых методов и режимов, естественно ставит и новые многочисленные задачи. Например, обоснование респираторной поддержки в специальных разделах хирургии, применения на догоспитальном этапе. Актуальными являются вопросы, связанные с разработкой многофункциональной респираторной техники. Однако эти вопросы требуют отдельного освещения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Беспрозванный А.Б., Радзевич О.Э., Лескин Г.С., Смирнов В.К. // Анестезиол. и реаниматол.– 1988, №6.– С.54-58.
2. Гальперин Ю.С., Кассиль В.Л. // Вестник интенсивной терапии.– 1996, №2-3.– С.3-11.
3. Зильбер А.П., Шурыгин И.А. // Высокочастотная вентиляция легких.– Петрозаводск, 1993.– С.131.
4. Кассиль В.Л., Лескин Г.С., Выжигина М.А. Респираторная поддержка. – М., 1997.
5. Кассиль В.Л., Лескин Г.С., Хапий Х.Х. // Высокочастотная вентиляция легких.– М., 1993.– С.137.
6. Лескин Г.С., Кассиль В.Л. // Анестезиол. и реаниматол. – 1995.– Т.1.–С.16-19.
7. Николаенко Э.М., Беликов С.М., Волкова М.И. и др. // Анестезиол. и реаниматол.– 1996, №1.– С.43-47.
8. Fassulaki A., Eforakopoulou M. // Crif. care med.– 1987, V.17, №6.– P.527-529.
9. Hormanm C.L., Baum M., Putensen Ch. et. al. // Europ. J. Anaesth.– 1994.– V.11, №1.– P.37-42.
10. Lachmann B. // Intensive. care med.– 1992.– V.18, №4.– P.319-321.