



Неинвазивная вентиляция легких: НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

На сегодняшний день целесообразность применения искусственной вентиляции легких при выраженных расстройствах дыхания различного происхождения очевидна. Постоянное технологическое совершенствование аппаратуры открывает новые возможности для применения неинвазивной вентиляции легких в качестве альтернативы инвазивной респираторной поддержке. В рамках симпозиума компании «Филипс» были рассмотрены показания к неинвазивной вентиляции легких. Обсуждались преимущества аппарата Philips Respironics V60, предназначенного для респираторной поддержки при различных видах дыхательной недостаточности.

Возможности неинвазивной вентиляции легких

Основной задачей, решаемой в отделениях реанимации и интенсивной терапии, является коррекция или протезирование основных функций жизнеобеспечения. Неинвазивная вентиляция легких как один из методов интенсивной терапии дыхательной недостаточности еще в 1990-х гг. вошла в рутинную практику отделений реанимации и интенсивной терапии зарубежных клиник, а в настоящее время все шире внедряется в ведущих лечебных учреждениях России. Данный метод респираторной поддержки при острой дыхательной недостаточности у ряда больных способен стать альтернативой традиционной инвазивной (эндотрахеальной) вентиляции легких.

В 2000 г. на Международной итоговой конференции по интенсивной терапии было дано определение понятию неинвазивной вентиляции легких – создание положительного давления в дыхательных путях пациента путем инсuffляции воздушно-кислородной смеси для улучшения альвеолярной вентиляции. Масочная вентиляция обеспечивает адекватную оксигенацию или элиминацию CO_2 благодаря рекрутингу ателектазированных участков легких или созданию условий для восстановления функции дыхательной мускулатуры. Неинвазивная вентиляция легких частично разгружает дыхательную мускулатуру, увеличивает дыхательный объем, снижает частоту дыхания, а также сохраняет или улучшает параметры газообмена.

Преимуществом неинвазивной вентиляции легких помимо простоты самой процедуры является отсутствие осложнений интубации трахеи – ателектазы, баротравмы легочной ткани, пролежней трахеи. Благодаря максимальному комфорту процедуры уменьшается необходимость медикаментозной седации пациента. Кроме того, значительно снижается частота развития инфекционно-воспалительных осложнений, связанных с инвазивностью традиционной терапии. Не менее важно, что терапия с использованием неинвазивной вентиляции экономически выгоднее традиционного метода. Следует отметить, что неинвазивная вентиляция легких не только позволяет сохранить жизнь больному в критической ситуации, но и способствует продлению и улучшению качества жизни больных с хронической дыхательной недостаточностью.

Место неинвазивной вентиляции легких в респираторной терапии критических состояний

Профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии медицинского факультета Российского университета дружбы народов д.м.н. Марина Владимировна ПЕТРОВА более подробно рассмотрела возможности использования неинвазивного метода вен-

тиляции легких у пациентов в критическом состоянии. Показаниями к проведению неинвазивной вентиляции легких по клинико-лабораторным критериям считаются:

- нарастание работы дыхания (выраженная одышка в покое, частота дыхания $> 25-30$ в ми-

нуту, участие вспомогательной мускулатуры);

- гиперкапния (парциальное давление углекислого газа в артериальной крови (PaCO_2) > 45 мм рт. ст. или прогрессивное его нарастание);
- уровень $\text{pH} < 7,35$ и его прогрессивное снижение;
- гипоксемия ($\text{PaO}_2 < 60$ мм рт. ст., степень насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом



Сателлитный симпозиум компании «Филипс»

(SAO_2) < 90% при уровне фракции кислорода во вдыхаемом воздухе (FiO_2) = 0,4–0,5);

- расстройство газообмена (PaO_2/FiO_2 < 300 мм рт. ст. при $FiO_2 = 0,21$);
- повышение сопротивления дыхательных путей (RaW) от нормы в полтора-два раза.

Затрудняет использование неинвазивного метода необходимость сотрудничества пациента с медперсоналом, невозможность применять высокие инспираторные давления, отсутствие прямого доступа к дыхательным путям для санации, вероятность аэрофагии, возможность аспирации содержимого полости рта и желудка, мацерация и некрозы кожи в местах давления маски. К сожалению, аппараты инвазивной вентиляции легких с факультативной опцией неинвазивной вентиляции не способны преодолеть указанные недостатки. Так, компенсация утечки из контура аппарата с факультативной опцией неинвазивной вентиляции легких не превышает 50 л/мин. В результате в условиях негерметичного контура такие аппараты генерируют недостаточный воздушный поток. Кроме того, для предотвращения утечки врач вынужден плотно фиксировать маску на лице пациента, повышая риск возникновения трофических повреждений мягких тканей.

В этом отношении преимущества имеют современные аппараты для неинвазивной вентиляции легких (табл.). Так, аппарат Respironics V60 формирует поток со скоростью до 250 л/мин и компенсирует утечку, даже если маска неплотно прилегает к лицу. Алгоритм Auto-Trak Sensitivity (автоматическое распознавание и компенсация непреднамеренной утечки) в аппарате Respironics V60 позволяет обеспечить быструю синхронизацию «пациент – аппарат» путем автоматического переключения с выдоха на вдох и с вдоха на выдох.

Когда пациент получает неинвазивную вентиляцию впервые, то

Таблица. Характеристики и преимущества аппарата для неинвазивной вентиляции легких Respironics V60

Показатель	Описание
Характеристики	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Новые режимы вентиляции AVAPS, PPV ✓ Алгоритм Auto-Trak Sensitivity ✓ Установочное меню для выбора маски/экспирационного порта ✓ Режим ожидания, C-Flex, Ramp Time, Rise Time ✓ Эргономичный сенсорный экран с полным обзором данных ✓ Батарея длительного срока службы ✓ Обмен данными
Преимущества	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Долгосрочная неинвазивная и инвазивная вентиляция ✓ Оптимальная синхронизация работы аппарата с дыхательными усилиями пациента ✓ Точная регулировка утечки аппаратом ✓ Обеспечение комфорта пациента во время вентиляции ✓ Мгновенная регулировка параметров вентиляции ✓ Внутригоспитальная транспортировка, безопасная вентиляция ✓ Интеграция в обмен данными с мониторинговыми системами

оказываемая поддержка давлением может быть некомфортной. Функция Ramp Time аппарата Respironics V60 способствует адаптации пациента к вентиляции, линейно увеличивая давление на вдохе и выдохе от субтерапевтического до заданного оператором уровня за установленное время. Благодаря параллельному повышению давления на выдохе и на вдохе у пациента есть время приспособиться к терапии – научиться дышать при данном режиме неинвазивной вентиляции. Функция Rise Time позволяет регулировать скорость повышения давления от одного до пяти, где величина 1 соответствует наиболее быстрому подъему давления до целевого уровня, а величина 5 – наиболее медленному. Таким образом, можно повышать давление менее агрессивно путем увеличения времени нарастания давления и достичь большего комфорта и синхронизации при взаимодействии «пациент – аппарат».

Профессор М.В. Петрова привела клинический пример, демонстрирующий эффективность методики. Больная К., 70 лет. Диагноз при поступлении в клинику – внебольничная двусторонняя пневмония с сопутствующим заболеванием – амиотрофия Шарко-Мари-Тута.

В связи с недостаточной эффективностью самостоятельного дыхания переведена на инвазивную вентиляцию легких в режиме управляемой вентиляции. Данные обследования кислотно-щелочного состояния крови: pH – 7,31, парциальное давление кислорода (PaO_2) – 53 мм рт. ст., парциальное давление углекислого газа ($PaCO_2$) – 48 мм рт. ст., избыток оснований (BE) – 1,6 ммоль/л. По данным рентгенографии органов грудной клетки – пневмония в нижней доле правого легкого, по данным УЗИ – свободная жидкость в плевральной полости. На пятые сутки пациентке выполнена трахеостомия. Затем больная была переведена на неинвазивную вентиляцию легких в режиме S/T. Респираторная поддержка позволила улучшить состояние пациентки, что подтвердили и показатели кислотно-щелочного состояния крови: pH – 7,47, PaO_2 – 108 мм рт. ст., $PaCO_2$ – 40 мм рт. ст., BE – 5,46 ммоль/л. На фоне улучшения состояния больная К. прошла тренировку по освоению аппарата неинвазивной вентиляции легких, после чего была выписана на долечивание дома, где с помощью аппарата стала получать сеансы неинвазивной вентиляции легких преимущественно в ночное время.



XI Всероссийская научно-методическая конференция «Стандарты и индивидуальные подходы в анестезиологии и реаниматологии»

Подытоживая вышесказанное, профессор М.В. Петрова отметила, что современные технологии, используемые для создания аппаратов для неинвазивной вентиляции легких, позволили существенно расширить показания к этому методу интенсивной терапии ды-

хательной недостаточности. В настоящее время неинвазивную вентиляцию легких рекомендуется проводить:

- при гипоксемической дыхательной недостаточности – остром отеке легких, пневмонии, респираторном дистресс-синдроме;

- обструктивных заболеваний – хронической обструктивной болезни легких, бронхиальной астме, муковисцидозе;
- рестриктивных заболеваний – кифосколиозе, нервно-мышечных заболеваниях, синдроме гиповентиляции при ожирении.

Неинвазивная вентиляция легких в хирургической клинике

Заведующий отделением реанимации и интенсивной терапии Института хирургии им. А.В. Вишневского, д.м.н., профессор Владимир Владимирович КАЗЕННОВ дополнил список показаний для неинвазивной вентиляции легких. Так, этот метод используется у пациентов, которым противопоказана интубация трахеи, и у больных с гиперкапнической и субкомпенсированной гипоксемической острой дыхательной недостаточностью с целью коррекции и частичного замещения функции дыхания. Неинвазивная вентиляция легких может быть полезна в профилактике нарушений газообмена при травмах и заболеваниях, которые могут осложниться развитием острой дыхательной недостаточности. Кроме того, масочная вентиляция применяется для отучения от респиратора или с целью недопущения повторной интубации. В то же время абсолютных противопоказаний к проведению неинвазивной вентиляции легких немного и они включают отсутствие полной кооперации с большим (энцефалопатия, отсутствие сознания), аномалии и деформации лицевого скелета.

В Институте хирургии им. А.В. Вишневского неинвазивная вентиляция легких уже более 12 лет применяется у больных с острой дыхательной недостаточностью, возникшей после различных хирургических вмешательств. Профессор В.В. Казеннов ознакомил участников симпозиума с основными результатами применения метода. Всего неинвазивная вентиляция легких в отделении реанимации была использована у 783

хирургических больных (7,5% от всего количества пациентов, находившихся на лечении в отделении реанимации и интенсивной терапии). Среди преимущественно паренхиматозных нарушений у 112 (14,3%) больных поводом для назначения неинвазивной вентиляции легких послужила острая левожелудочковая недостаточность с развитием отека легких, в 124 (15,8%) случаях – развитие односторонней и двусторонней плевропневмонии, у 95 (12,1%) пациентов диагностировалось острое паренхиматозное повреждение легких. В большинстве случаев (49%) наблюдались преимущественно вентиляторные нарушения по типу рестрикции: у 384 больных была гиповентиляция на фоне высоких степеней ожирения, нарушения каркасности грудной клетки, пареза желудочно-кишечного тракта и диафрагмы, у 68 пациентов острая дыхательная недостаточность была связана с обострением хронической обструктивной болезни легких.

Критериями для начала проведения неинвазивной вентиляции легких были следующие показатели дыхания: $PaO_2/FiO_2 < 250$ мм рт. ст. или $PaO_2 < 50$ мм рт. ст., $PaCO_2 > 45$ мм рт. ст., частота дыхательных движений (ЧДД) > 25 в минуту, дыхательный объем < 4 мл/кг. Неинвазивная вентиляция легких проводилась в четыре этапа.

1. Начало неинвазивной вентиляции легких: дыхание с постоянным положительным давлением в дыхательных путях (CPAP) + 5 см H_2O , $FiO_2 = 0,5$.
2. Этап достижения стабилизации легочного газообмена:

- поддержка давлением на вдохе (PSV) с подбором уровня положительного давления конца выдоха (PEEP), поддержка давления (PS), FiO_2 (вариант А);
- PAV с подбором уровня PEEP, коэффициента поддержки (PA), поддержки объема (VA), поддержки потока (FA), FiO_2 (вариант В).

3. Завершение неинвазивной вентиляции легких: CPAP + 5 см H_2O , $FiO_2 = 0,5$.

4. Контроль через один час после сеанса неинвазивной вентиляции легких на самостоятельном дыхании.

Сеансы неинвазивной вентиляции легких прекращались, если после отмены респираторной поддержки в течение четырехчасового периода регистрировались следующие показатели: ЧДД < 25 в минуту, $PaO_2 > 55$ мм рт. ст., $PaCO_2 < 45$ мм рт. ст., $pH > 7,35$. Потребность в неинвазивной вентиляции легких за это время составила от одних до трех суток, количество сеансов – от двух до семи, длительность одного сеанса – от двух до шести часов.

Данный метод респираторной поддержки признавался эффективным, если было достигнуто улучшение и стабилизация показателей газообмена, или неэффективным, если возникла необходимость интубации трахеи. «За время использования неинвазивной вентиляции легких эффективность метода превысила 89%. Метод был особенно эффективен при респираторной поддержке в комплексном лечении острой левожелудочковой недостаточности, при пневмонии и хронической обструктивной болезни легких, при рестриктивных изменениях в раннем послеопера-



Сателлитный симпозиум компании «Филипс»

ционном периоде», – констатировал профессор В.В. Казеннов. Ранее было трудно предположить успешность применения неинвазивной вентиляции легких, однако на базе Института хирургии им. А.В. Вишневского была создана программа «Прогноз исхода неинвазивной вентиляции легких». Разработчики определили прогностически значимые факторы, отвечающие за успех/неуспех процедуры, сформировали балльную шкалу прогноза исхода, на основе которой была написана компьютерная программа. Теперь после заполнения врачом значений всех показателей программа подсчитывает сумму баллов, в зависимости от которой прогнозирует результат неинвазивной вентиляции легких. Неинвазивная вентиляция легких демонстрирует и хороший профиль безопасности. Благодаря индивидуальному подбору маски, использованию аппаратов, приспособленных к измерению и компенсации утечек в контуре, очень редко регистрировались специфические осложнения неинвазивной вентиляции легких: аэрофобия

(1%), высушивание секрета трахеобронхиального дерева (3,3%), трофические повреждения мягких тканей лица (2,1%). Профессор В.В. Казеннов подчеркнул хорошую переносимость данного метода респираторной поддержки. Переносимость определялась по субъективной оценке дыхательного комфорта методом визуальной аналоговой шкалы. Практически во всех случаях отмечался хороший уровень комфорта, приближаясь к отличному у больных с дыхательной недостаточностью с нарушением вентиляции по рестриктивному типу и обострением хронической обструктивной болезни легких. Удовлетворенность результатами неинвазивной вентиляции легких среди врачей оценивалась при помощи анонимного анкетирования и анализа частоты ее назначения. Был зафиксирован достоверный рост (на 48%) в пользу назначения неинвазивной вентиляции легких: если в 2001 г. лишь 37% врачей достаточно активно использовали этот метод, то к 2013 г. уже более 85% специалистов отделений реанимации и интенсивной терапии

Института хирургии применяли его повседневно и успешно. Среди преимуществ неинвазивной вентиляции легких врачи отмечали легкость доступа к дыхательным путям пациента, быстрое начало процедуры, наглядность мониторинга показателей внешнего дыхания, гарантированное обеспечение объема вентиляции и т.д. «Сейчас можно с полным основанием утверждать, что неинвазивная вентиляция легких – это высокоточный инструмент для проведения респираторной поддержки практически при всех видах дыхательной недостаточности, которая возникает в послеоперационный период, – уточнил профессор В.В. Казеннов в заключение. – Использование специальных систем вспомогательной неинвазивной вентиляции, имеющих широкие возможности, нередко является единственной эффективной и достаточно безопасной альтернативой интубации трахеи у больных с острой дыхательной недостаточностью в отделениях реанимации многопрофильного хирургического стационара».

Особенности клинического применения аппарата для неинвазивной вентиляции легких Philips Respironics V60

В независимом исследовании, проведенном Американским торакальным обществом, сравнивались 13 аппаратов для неинвазивной вентиляции легких разных фирм-производителей¹. Лучшими вентиляторами для неинвазивной вентиляции легких были признаны аппараты Respironics BiPAP S/T 30, Respironics PAV и Respironics BiPAP Vision. Постоянная работа над технологическим усовершенствованием аппаратов позволила создать и сделать доступной на российском рынке новую модель аппарата для неинвазивной вентиляции легких – Philips Respironics V60.

Специалист по клиническому применению наркозно-дыхательного оборудования компании «Филипс» Кирилл Витальевич КАЛМЫКОВ более подробно охарактеризовал основные технические особенности аппарата Respironics V60. Известно, что отличиями неинвазивной вентиляции легких являются негерметичный контур, утечки через маску, которые могут достигать 100 л/мин, переменный характер утечки. В условиях негерметичного контура с переменным уровнем утечек аппарат должен обеспечить оптимальную синхронизацию системы «пациент – рес-

пиратор», то есть сам должен синхронизироваться с пациентом. Техническими преимуществами аппарата являются мощная турбина, которая позволяет формировать поток со скоростью до 250 л/мин, прогонять атмосферный воздух через внешний фильтр и подавать очищенную воздушную смесь пациенту, а также наличие кислородного миксера и способность работать от больничной газовой сети с высоким давлением. Отсутствует необходимость прижимать маску как можно плотнее к лицу пациента, что позволяет избежать таких осложнений, как пролежни. К клиническим преимуществам аппарата относится программное обеспечение – это цифровой алгоритм Auto-Trak Sensitivity. Цифровой алгоритм Auto-Trak Sensitivity

реаниматология

¹ Stell I.M., Paul G., Lee K.C. et al. Noninvasive ventilator triggering in chronic obstructive pulmonary disease. A test lung comparison // Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2001. Vol. 164. № 11. P. 2092–2097.



распознает и компенсирует непреднамеренную утечку в системе «аппарат – пациент», а также освобождает врача от необходимости ручной настройки потоковых триггеров на вдох и на выдох. Схема такова: аппарат за первые один-два вдоха, которые делает пациент, выстраивает математическую модель дыхания, измеряет поток в режиме реального времени и, накладывая эти два графика (математический анализ и поток) в измеренном режиме реального времени, выстраивает триггерные точки на вдох и на выдох. Благодаря этому аппарат готов к вдоху пациента несколько раньше, чем при использовании обычного потокового триггера.

В аппарате реализованы пять различных режимов вентиляции: CPAP – вентиляция постоянным положительным давлением в дыхательных путях; S/T – режим спонтанной/синхронизированной вентиляции; PCV – режим с контролем давления; AVAPS – режим поддержки давлением с гарантированным усредненным объемом; PPV – режим пропорциональной поддержки давлением.

Режим вентиляции CPAP в Respironics V60 улучшен трехступенчатой функцией C-Flex. C-Flex расширяет возможности CPAP путем снижения давления в начале выдоха, обеспечивая повышение комфорта пациента во время CPAP-режима, после чего воз-

вращает установленное давление CPAP перед окончанием выдоха. Таким образом, величина понижения давления определяется установкой C-Flex: давление снижается в начале выдоха, повышаясь до заданного уровня в конце выдоха, тем самым достигается комфорт пациента, снижается работа дыхания и не теряется клинический смысл положительного давления в конце выдоха.

Режим S/T обеспечивает принудительную вентиляцию легких с переключением по времени и вентиляцию с поддержкой самостоятельного дыхания давлением. Режим поддержки давлением, позволяющий поддерживать заданное положительное давление в дыхательных путях на вдохе (IPAP), делает вентиляцию еще более физиологичной.

AVAPS обеспечивает постоянный дыхательный объем путем автоматического регулирования положительного давления в дыхательных путях на вдохе (IPAP) между заданными границами IPAP Min и IPAP Max. Режим AVAPS показан пациентам с нервно-мышечными, торакальными нарушениями, при сочетании выраженного ожирения с легочной гиповентиляцией и наличии любых хронических процессов, предвещающих острую фазу заболевания.

PPV – пропорционально поддерживающая вентиляция – один из

режимов, при котором респиратор генерирует давление (Paw), пропорциональное респираторному усилию пациента (Pmus). При проведении PPV ни поток, ни объем, ни давление как таковые не задаются. Данный режим позволяет пациенту сохранять полный контроль над паттерном собственного дыхания. В этом режиме в настройках можно учесть и особенность патологии дыхательной системы. Если у пациента увеличена эластичность легочной ткани, аппарат будет помогать пациенту достигать большего объема в конце вдоха для того, чтобы преодолеть эластичность легочной ткани. И наоборот, если у пациента наблюдается обструктивная патология, аппарат будет помогать набрать скорость потока в начале вдоха для того, чтобы преодолеть повышенное сопротивление проводящих бронхов.

В заключение К.В. Калмыков отметил, что новые адаптивные режимы, встроенный аккумулятор, широкие терапевтические возможности аппарата Philips Respironics V60 позволяют достичь быстрого и точного ответа на изменяющийся вентиляционный запрос пациента в условиях негерметичного контура и повысить переносимость неинвазивной вентиляции легких путем создания системы синхронизации «пациент – респиратор».

пациент», а также освобождает врача от необходимости ручной настройки потоковых триггеров на вдох и на выдох. Можно сказать, что высокоточный аппарат для неинвазивной вентиляции легких Respironics V60 – это новые адаптивные режимы, удобный дизайн и интерфейс, широкие терапевтические возможности, встроенный аккумулятор, автоматическое переключение в принудительном режиме при апноэ. Все это позволяет повысить безопасность и комфорт пациента при проведении неинвазивной вентиляции легких.

Заключение

Благодаря современным технологиям, используемым для создания аппаратов неинвазивной вентиляции, в последнее время существенно расширились показания к этому методу интенсивной терапии дыхательной недостаточности. Новейшие аппараты позволяют сделать неинвазивную вентиляцию легких эффективной и безопасной альтернативой интубации трахеи у больных с острой дыхательной недостаточностью.

Среди таких современных вентиляторов эксперты выделили аппарат Respironics V60, в котором реализованы пять различных режимов вентиляции. Мощная турбина позволяет формировать поток со скоростью до 250 л/мин и прогонять атмосферный воздух через внешний фильтр, подавать очищенную воздушную смесь пациенту. Цифровой алгоритм Auto-Trak Sensitivity распознает и компенсирует непреднамеренную утечку в системе «аппарат –