

исследование. В-четвертых, мы не проводили предварительного расчета размера выборки, и наши результаты могут быть подвержены ошибке 2-го типа из-за недостаточной мощности и малого размера выборки. В-пятых, существует неизбежный риск путаницы в показаниях.

ВЫВОДЫ

Таким образом, на долю ТI-CA приходится 15% всех случаев остановки сердца в педиатрическом отделении интенсивной терапии. Половина случаев ТI-CA происходит вскоре после установки эндотрахеальной трубки. При этом продолжительность СЛР была больше у пациентов с ТI-CA по сравнению с пациентами без ТI-CA события, нескорректированная выживаемость и неврологические исходы были сходными у пациентов, получавших ТI-CA, и пациентов, не получавших ТI-CA.

АППАРАТ ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ БУДУЩЕГО: КЛЮЧЕВЫЕ ПРИНЦИПЫ И ПОТРЕБНОСТИ

Хлопкова М.С., Смирнова П.Н., Логвинов Н.И.

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования
Донецкий государственный медицинский университет имени М.Горького
Министерства здравоохранения Российской Федерации

ВСТУПЛЕНИЕ

Инвазивная вентиляция с положительным давлением, несмотря на свою эффективность, имеет ряд недостатков, таких как ухудшение проходимости дыхательных путей, загрязнение лёгких и нарушение работы сердечно-сосудистой системы. Вентиляция может также повредить лёгкие и ослабить дыхательные мышцы. Однако, благодаря новым технологиям и исследованиям, в будущем могут быть найдены решения, позволяющие минимизировать эти недостатки и улучшить лечение пациентов.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Искусственная вентиляция лёгких (ИВЛ) с положительным давлением широко используется для поддержания дыхания у пациентов с дыхательной недостаточностью. Несмотря на достижения в технологии, инвазивная ИВЛ имеет свои ограничения. Она может привести к повреждению тканей, десинхронизации пациента и аппарата, утомлению дыхательных мышц, гипоксии и дисфункции диафрагмы. Отслеживание влияния ИВЛ на сердечно-сосудистую систему и своевременная коррекция настроек аппарата ИВЛ играют ключевую роль в улучшении исходов лечения.

Вентиляция с положительным давлением, хотя и необходима, имеет ряд рисков, включая нарушение гемодинамики, повреждение лёгких и снижение активности дыхательных мышц. Текущие методы вентиляции не всегда учитывают индивидуальные потребности пациентов, что приводит к неэффективному лечению.

Новые технологии могут решить эту проблему, предлагая: индивидуальный подход – адаптация параметров вентиляции к уникальным потребностям каждого пациента, непрерывный мониторинг – постоянное наблюдение за состоянием пациента и адаптация параметров в реальном времени, прогнозирование – использование данных для прогнозирования и предотвращения неблагоприятных

последствий. Такой подход позволит оптимизировать лечение и избежать рисков, связанных с вентиляцией, обеспечивая адекватную оксигенацию тканей и баланс углекислого газа.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На протяжении более семи десятилетий клинический опыт и научные исследования помогли определить спектр опасностей и ограничений искусственной вентиляции легких. Современный аппарат хоть и помогает увеличить поступление кислорода и устранить ателектаз, имеет негативные последствия. Положительное давление в дыхательных путях ухудшает гемодинамику, перераспределяет кровоток, что приводит к неэффективной вентиляции, и ослабляет дыхательные мышцы.

В отличие от естественного дыхания, ИВЛ повышает давление в плевральной полости и правом предсердии, что затрудняет отток крови по венам и увеличивает давление в сосудах легких. Это, в свою очередь, может ухудшить работу правого желудочка сердца и уменьшить поступление крови в левый желудочек.

Снижение артериального давления или сердечного выброса может побудить медицинских работников вводить больше жидкости, что приводит к избытку жидкости в организме. Избыток жидкости ухудшает механику легких и обмен газов.

Накопление жидкости также повышает вероятность развития отека легких, скопления жидкости в плевральной полости (плевральный выпот) и в брюшной полости (асцит). Эти состояния оказывают давление на альвеолы и затрудняют нормальную работу легких.

ИВЛ с положительным давлением в конце выдоха может привести к вентилятор индуцированному повреждению легких (Ventilator-induced lung injury – VILI) и замедлить процесс заживления. Хотя это явление хорошо изучено в лабораторных условиях, клинические исследования менее обширны. Считается, что VILI возникает из-за повторяющихся чрезмерных растяжений легочной ткани, вызванных энергией расширения легких. Уязвимость легких к растяжению зависит от типа заболевания, стадии и локальных условий.

Движение воздуха в легких зависит от давления, которое создается дыхательными мышцами и/или механическими вентиляторами. При обычном дыхании мышцы самостоятельно обеспечивают нужное давление для расширения легких и движения воздуха. В пассивном состоянии легких эту функцию выполняет вентилятор. При аппаратной поддержке дыхания мышцы и вентилятор работают вместе. Чрезмерная поддержка вентилятором может привести к атрофии мышц, делая человека зависимым от аппарата. Недостаточная поддержка увеличивает нагрузку на мышцы, приводя к утомлению и риску накопления углекислого газа в крови (гиперкапнии). Чрезмерное расширение легких негативно влияет на работу дыхательных мышц. Это может быть вызвано высоким уровнем давления в конце выдоха (ПДКВ) при сравнительно эластичных легких, неполным опорожнением альвеол из-за слишком короткого времени выдоха, автоматическим ПДКВ, когда легкие не полностью опорожняются из-за неправильно подобранных настроек вентилятора, закрытием дыхательных путей во время выдоха (закупоркой газами), затрудняющим движение воздуха. Таким образом, правильное функционирование дыхательной системы требует баланса между работой мышц и помощью искусственной вентиляции.

Современные аппараты ИВЛ не идеальны для пациентов с тяжелой дыхательной недостаточностью. Они оказывают негативное влияние на другие органы, требуют высоких давлений и не имитируют естественное дыхание.

Идеальная машина будущего должна минимизировать давление и механическую нагрузку, имитировать естественное дыхание с помощью вздохов,

учитывать положение тела пациента, отслеживать множество показателей, таких как объем легких, давление, кровообращение и выработку углекислого газа, а также автоматически корректировать вентиляцию для достижения оптимальных показателей.

Также имеются сложности в оценке растяжения легких и локального напряжения тканей при ИВЛ. Измерение давления в дыхательных путях недостаточно, поэтому предлагаются методы оценки транспульмонального давления без использования пищеводного баллонного катетера.

Важным фактором для оценки риска повреждения легких при ИВЛ является значение аэрируемого объема (функционального остаточного объема, ФОВ). Измерение ФОВ методом разбавления газа позволит получить информацию о глобальных статических и динамических напряжениях и деформациях легких. В будущем аппараты ИВЛ могут использовать показатели транспульмонального давления и ФОВ для определения абсолютных размеров легких новорожденного, что позволит оптимизировать настройки ИВЛ и минимизировать риск повреждения легких.

В интенсивной терапии важно комплексно отслеживать состояние легких, сердца и почек. Вентиляция влияет на гемодинамику, поэтому нужно учитывать и сердечные показатели. Анализ артериального давления, частоты пульса, частоты сердечных сокращений и насыщения кислородом дает ценную информацию. Ультразвук и импедансная томография могли бы дополнить картину, показывая изменения тканей. Важно также следить за суточным диурезом и составом электролитов.

Изменения показателей пациента со временем – важный, но часто упускаемый из виду фактор, который помогает отслеживать течение болезни и эффективность лечения. Раннее выявление изменений, особенно при смене медработников, критически важно для принятия правильных решений. Искусственный интеллект может анализировать данные с аппарата ИВЛ и выявлять закономерности, которые указывают на необходимость изменения настроек, тем самым предотвращая негативные последствия для пациента.

Современные системы мониторинга пациентов часто страдают от ложных срабатываний и не всегда предоставляют медперсоналу своевременную информацию о реальных изменениях в состоянии больного. Интеллектуальные аппараты ИВЛ будущего будут способны автоматически корректировать незначительные отклонения, но передавать информацию о важных тенденциях, предвещающих изменения, имеющие клиническое значение. Это позволит медперсоналу принимать более обоснованные решения и упростит обмен информацией между членами команды. Для эффективной поддержки пациентов с дыхательной недостаточностью требуются интеграция данных, автоматизированные настройки и взаимодействие с врачом.

ВЫВОДЫ

В настоящее время неясно, как создать такой аппарат ИВЛ с приемлемой стоимостью. Решение – разработка более простых и доступных аппаратов для пациентов с легкими нарушениями, а более сложные и дорогие – для пациентов в критическом состоянии. Несмотря на то, что сегодня описанные идеи кажутся нереалистичными, в долгосрочной перспективе будущее выглядит более оптимистично. Благодаря развитию электронных технологий и средств связи, а также внедрению систем с обратной связью и искусственного интеллекта, осуществление описанных целей становится все более реальным.