

УДК 616.24:612.216.2

НЕТРАВМАТИЗИРУЮЩИЕ РЕЖИМЫ ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ В ПРАКТИКЕ ВРАЧА-РЕАНИМАТОЛОГА (обзор литературы)

Д.У. МАМЫРОВ

Павлодарский филиал ГМУ г. Семей, г. Павлодар, Республика Казахстан



Мамыров Д.У.

В обзоре представлена литература о преимуществах многоуровневой искусственной вентиляции по сравнению с одноуровневой искусственной вентиляцией, острым респираторным дистресс-синдромом и другими тяжелыми травмами. Показаны теоретические и практические результаты использования искусственной вентиляции 3 и 4 уровней легких. Использование многоуровневой искусственной вентиляции легких показало, что на споры легких будут влиять более частые пробы легких, которые улучшат дыхание, центральную гемодинамику, кислотно-щелочной баланс и газы крови. Теоретические основы для снижения системного воспаления были объяснены в ответ на множественные уровни легочной вентиляции (ЗППП).

Ключевые слова: многоуровневая вентиляция легких, острый респираторный дистресс-синдром, диссипация газа.

Для цитирования: Мамыров Д.У. Нетравматизирующие режимы искусственной вентиляции легких в практике врача-реаниматолога // Медицина (Алматы). – 2018. - №4 (190). – С. 46-52

Т Ы Ж Ы Р Ы М

РЕАНИМАТОЛОГ ДӘРІГЕРДІҢ ТӘЖІРИБЕСІНДЕГІ ӨКПЕ ЖАСАНДЫ ЖЕЛДЕТУДІҢ ЖАРАҚАТТАМАЙТЫН РЕТІНДЕРІ (әдебиет шолуы)

Д.У. МАМЫРОВ

Семей қ. Павлодар филиалы ММУ, Павлодар қ., Қазақстан Республикасы

Шолуда, өкпенің бір деңгейлі жасанды вентиляциясымен салыстырылған, жіті респираторлық дистресс синдромы және басқа қатты жарақатталған кезіндегі өкпенің көп деңгейлі жасанды вентиляциясының артықшылықтары туралы әдебиет деректері ұсынылған. Өкпенің 3 және 4 деңгейлі жасанды вентиляциясын қолданудың теориялық және тәжірибелік нәтижелері көрсетілген. Өкпенің көп деңгейлі жасанды вентиляциясын қолдану – өкпенің сау бөлімдерінен көбірек зақымдалған кеңістіктеріне газ таралуын жақсартатыны көрсетілді, бұл тыныс алу механикасы, орталық гемодинамика көрсеткіштерінің, қышқыл негізді теңгерімнің (ҚНТ) және қан газының жақсаруына әкеледі. Өткізілетін өкпенің көпдеңгейлі жасанды вентиляциясына (ӨЖВ) жауап ретінде жүйелі қабыну төмендеуінің теориялық негіздері түсіндірілген.

Негізгі сөздер: өкпенің көп деңгейлі жасанды вентиляциясы, жіті респираторлық дистресс синдромы, газ таралуы.

S U M M A R Y

NON-TRAUMATIC VENTILATION IN THE PRACTICE OF AT INTENSIVE CARE PHYSICIAN (Review)

D.U. MAMYROV

Pavlodar branch SMU Semey c., Pavlodar c., Republic of Kazakhstan

In the review the given literatures on advantages of non-traumatic ventilation are presented at practice of intensive care department at artificial ventilation.

Theoretical and practical results of application artificial ventilation are presented. It is shown that application of multi level ventilation of lungs allows to improve distribution of gases from healthy parts of lungs in the most damaged spaces, accompanied by improvement of indicators of mechanics of breath, the central hemodynamics, the acid-basic balance and blood gases. Theoretical bases of decrease in the system inflammatory answer in reply to spent MLV are stated.

Keywords: multi level ventilation, acute respiratory distress syndrome, distribution of gases.

For reference: Mamyrov DU. Non-traumatic ventilation in the practice of at intensive care physician (review). *Meditsina (Almaty) = Medicine (Almaty)*. 2018;4(190):46-52 (In Russ.)

Контакты: Мамыров Даулет Уразович, канд. мед. наук, заведующий курсом анестезиологии и реаниматологии ПФ ГМУ г. Семей, Казахстан. тел. +77011576928, mamyrane2007@rambler.ru

Contacts: Daulat U. Mamyrov, MD, Pavlodar Branch of SMU of Semey c. Kazakhstan. +77011576928, mamyrane2007@rambler.ru

Поступила: 03.03.2018

В своей практической работе реаниматологи зачастую сталкиваются с проблемой выбора наиболее щадящего режима искусственной вентиляции легких (ИВЛ) у своих пациентов. Предпосылки для разработки теории нетравматизирующей искусственной вентиляции легких были заложены достаточно давно [1, 2]. С современных позиций выбор режима ИВЛ, в наименьшей степени повреждающий легкие пациента, может играть решающую роль в вопросе его выживания, поскольку сама искусственная вентиляция давно и многими авторами была признана агрессивным методом лечения, которая, сама по себе, может внести значительный вклад в повышение летальности и инвалидизации пациентов [4-8]. Недостаточные знания физиологии и патофизиологии дыхания могут приводить к недооценке важности ИВЛ в лечении и профилактике осложнений у пациентов реанимационных отделений [9]. Современная реаниматология, как наука, уделяет большое внимание актуальным проблемам применения современной дыхательной аппаратуры, способной влиять и длительно поддерживать одну из важнейших функций организма – дыхательную функцию.

Термин «респираторная поддержка» (англ. *respiratory support*) начали использовать в отделениях интенсивной респираторной терапии в конце 1980-х – начале 90-х годов, и он быстро приобрел популярность, но точный смысл термина изменился, поскольку им стали обозначать не только саму респираторную поддержку как таковую, но и как вспомогательную вентиляцию [3]. Между тем в этой сфере были приняты строгие определения, выработанные на специальной конференции и рекомендованные для повседневного использования [10]. В основе методов респираторной поддержки у больных с исходной патологией органов дыхания, находящихся на самостоятельном дыхании, лежит применение таких режимов, как ПДКВ (англ. *PEEP*), НПД (CPAP) и трахеальная инсuffляция кислорода (*TRIO₂*). Если используется кислородно-воздушная смесь, то составным элементом любой из них становится оксигенотерапия. При дыхании в этих режимах весь объем легочной вентиляции обеспечивается дыхательной мускулатурой пациента и в случае остановки спонтанного дыхания, обструкции дыхательных путей или гиповентиляции, респиратор, работающий в одном из вышеуказанных режимов, не способен помочь больному. Аппарат в данном случае не замещает дыхание, а обеспечивает лечебный и профилактический компонент, который заключается в поддержании альвеол раскрытыми, ликвидирует экспираторное закрытие дыхательных путей (ЭЗДП), облегчает отхождение мокроты и т.д. С другой стороны, ПДКВ из самостоятельного метода при спонтанном дыхании превращается при ИВЛ в элемент режима вентиляции. Режим ИВЛ с непрерывным положительным давлением в дыхательных путях, НПД (*continuous positive airway pressure, CPAP*), который в отечественной литературе носит название: ППД (постоянное положительное давление) и СДППД (самостоятельное дыхание с постоянным положительным давлением). Условно процесс дыхания в этом режиме следующий: больной делает вдох из емкости, в которой имеется определенное положительное давление, выдох производится обратно в эту же емкость. В результате в легких, как на вдохе, так и на выдохе, сохраня-

ется положительное давление, позволяющее поддерживать легкие поддутыми. Следующий режим, применяемый для респираторной поддержки, - трахеальная инсuffляция кислорода (*tracheal insufflation of oxygen, TRIO₂*), которая проводится путем введения широкопросветного катетера в трахею до уровня ее нижней трети. Катетер можно проводить через интубационную трубку или методом чрескожной пункции у неинтубированного больного. Необходимо помнить, что при отсутствии ИВЛ или самостоятельного дыхания струя газа, непрерывно вдуваемая в дыхательные пути через катетер, не способна достичь альвеол. Основная роль *TRIO₂* заключается в промывании анатомического мертвого пространства кислородом, а в альвеолы газ поступает в фазу активного вдоха путем ИВЛ или спонтанного дыхания пациента. Другими, не менее важными с практической точки зрения, являются режимы, при которых применяют респираторную поддержку давлением (*pressure support, PS*). Данные режимы предусматривают наличие триггера, переключающего дыхание на вдох. Сам дыхательный цикл инициируется больным. В результате в начале самостоятельного вдоха аппарат ИВЛ помогает сделать вдох, повышая давление газовой смеси («больной тянет, респиратор толкает»). Благодаря этому уменьшается работа дыхания пациента. Логичным продолжением режима PS является режим PSV. Настройка режима PSV осуществляется по 4 параметрам: давлению поддержки (основной параметр), уровню ПДКВ, чувствительности триггера и скорости повышения давления после срабатывания триггера. Порог чувствительности триггера у больных со слабостью дыхательной мускулатуры необходимо снижать с 3-4 до 1-2 л/мин. Технология APRV (*airway pressure release ventilation*) была предложена еще в 1987 году и в настоящее время носит аббревиатуру *BiPAP* (*biphasic positive airway pressure*), которая была реализована и защищена торговой маркой фирмы Драгер, а на аппаратах фирмы *NELLCOR PURITAN BENNET* она была зарегистрирована под аббревиатурой *BiLEVEL*, что дословно обозначает – двухуровневый, а компания *HAMILTON* назвала ее *DuoPAP* (итал. Duo-два). В отечественной аппаратуре оно носит название ВДФПД (вентиляция двумя фазами положительного давления). Данный метод обладает таким важным свойством, как возможность безопасного сохранения неполноценного самостоятельного дыхания больного в том виде, который формируется его дыхательным центром [3]. Суть метода состоит в ритмичном чередовании двух уровней НПД (CPAP) – низкого и высокого. После периода самостоятельного дыхания при низком положительном давлении респиратор повышает уровень CPAP. В результате легкие приводятся к уровню более высокой конечно-респираторной емкости, что эквивалентно приросту объема искусственного вдоха, причем количество поступившего в легкие газа зависит от растяжимости альвеол и разницы двух давлений, не нарушая собственный дыхательный ритм. После периода самостоятельного дыхания при более высоком уровне CPAP происходит сброс давления, что соответствует искусственному выдоху. В результате, в течение дыхательного цикла искусственный вдох и искусственный выдох отделяются друг от друга достаточно длительными интервалами времени, в течение которых больной может дышать самостоятельно. Вышеперечисленные режимы

ИВЛ находят применение у больных с различной патологией внутренних органов, в послеоперационном периоде и у больных с заболеваниями легких, которым требуется проведение респираторной поддержки.

На V международном конгрессе по респираторной поддержке, прошедшем с 11 по 13 сентября 2017 года в России в г. Красноярске, были обозначены некоторые новые вехи в понимании механизмов повреждения легких и их лечения при искусственной вентиляции легких. В частности, высказаны были критические замечания по поводу проведения рекрутмента легких, выбора ДО, МОД и ЧД, величины ПДКВ у критических больных. Кроме того, на этом конгрессе впервые была озвучена новая концепция о поглощении энергии вентилятора паренхимой легких, поскольку дыхательный аппарат осуществляет работу по преодолению сопротивления дыхательных путей и перемещению дыхательных газов. При этом, если энергия превышает 12 джоулей/мин., то начинается неминуемое повреждение легких в виде баротравмы здоровых отделов легких, усиления повреждения в поврежденных альвеолах и биохимическая травма, приводящая к развитию СПОН (Togok P.). Что касается биохимической травмы, то в ее возникновении ведущую роль играет избыточное растяжение здоровых альвеол, приводящее к выбросу большого количества цитокинов и каспаз [11,12,13]. Часть цитокинов и каспаз оседает на рецепторах альвеол в паренхиме самих легких. Вместе с тем, в случае лавинообразного нарастания количества этих медиаторов в ткани легких рецепторы в альвеолах для их связывания недостаточно, чтобы утилизировать их, и, в случае продолжающегося нарастания повреждения легких в результате баротравмы легких, избыточно продуцируемые медиаторы начинают проникать в кровоток больного и оседать на рецепторах клеток во всех внутренних органах, что через какое-то время приводит к повреждению этих органов, что выражается в том, что у больного развивается синдром полиорганной недостаточности (СПОН). Возникает парадокс, к примеру, пациент поступил в ОАРИТ с пневмонией, потребовавшей применения у него ИВЛ, а умирает он от синдрома полиорганной недостаточности, возникшей как ответ организма на вентилятор-индуцированное повреждение легких, завершившееся биохимической травмой. Это еще раз подтверждает концепцию вентилятор-индуцированного повреждения легких, возникающего при использовании ИВЛ. Отсюда возникает важность корректного подхода к выбору основных показателей вентиляции легких при выборе режимов ИВЛ, в стремлении к проведению ИВЛ, не травмирующей легкие пациента.

Вместе с тем, возможности имеющихся в распоряжении у реаниматологов дыхательных аппаратов, которыми оснащены ОАРИТ, остаются недостаточными, а знания реаниматологов о их возможностях несистемными и отрывочными. Зачастую данные аппараты используются просто как автоматы для дыхания без смены режимов вентиляции. В большинстве случаев аппараты для ИВЛ в отделениях реанимации используют для так называемой «раздышки» пациентов после плановых и экстренных хирургических операций, до восстановления самостоятельного дыхания.

Между тем, современные аппараты для проведения искусственной вентиляции – это настоящие умные дыхательные ма-

шины, которые могут оказать существенную помощь в повышении выживаемости пациентов с тяжелыми заболеваниями и критическими состояниями, у которых в качестве компонента лечения и поддержки респираторной функции можно использовать режимы нетравматизирующей ИВЛ. Возможности этих аппаратов должны быть освоены практическими врачами, широко использующими ИВЛ у своих больных.

Что же такое нетравматизирующая легкие пациента ИВЛ? Как распознать, почему и какому именно пациенту необходимо аппаратно установить нетравматизирующий режим ИВЛ? Зачастую такие вопросы ставят в тупик достаточно квалифицированных и опытных реаниматологов. Освоение теории и практики по применению нетравматизирующей ИВЛ является предметом мастер-классов на конгрессах по респираторной поддержке и ей посвящают отдельные секции.

Отсюда нетравматизирующую ИВЛ можно определить как комплекс мероприятий, обеспечивающих оптимально подобранные показатели ИВЛ, а также действия по улучшению функции дыхания и профилактике повреждения легких при использовании дыхательной аппаратуры.

В последние годы стали широко внедряться в сознание реаниматологов новые идеи и практические возможности для проведения нетравматизирующей искусственной вентиляции легких, в частности, к ним относятся, в первую очередь и независимо от технических возможностей используемого дыхательного аппарата - концепция снижения дыхательного объема, профилактика излишнего перерастяжения альвеол и баротравмы легких, применение prone position, использование ViLevel и вспомогательной ИВЛ. На некоторых наиболее интеллектуально продвинутых аппаратах для респираторной поддержки, к примеру разработанных в Словакии, применяется многоуровневая ИВЛ, в основе которой лежит концепция применения нескольких уровней ПДКВ с одновременным изменением частоты дыхания, а также включение в программу респираторной поддержки ВЧ ИВЛ [14, 15], способных значительно улучшить оказание респираторной помощи у больных с пораженной функцией дыхания, начиная с догоспитального этапа оказания экстренной медицинской помощи.

Условно всех пациентов отделений реанимации, которым проводится ИВЛ, можно разделить на пациентов с интактными, т.е. здоровыми легкими, и пациентов с поврежденными, так называемыми шоковыми легкими (ОРДС, пневмонии, ушибы легких, отравление дымом и пр.). Если у пациентов со здоровыми легкими проблем с выбором режима вентиляции, как правило, не возникает, то у пациентов с поврежденными легкими, наоборот, отмечается большая вариабельность нарушений, связанных либо с основной патологией, либо с исходным повреждением легких, приведших к появлению повреждения паренхимы легких, что в случае с неправильно выбранным режимом ИВЛ дополнительно утяжеляет состояние легких больного, а с другой стороны, его общее состояние. В некоторых случаях повреждение легких выходит на передний план и определяет дальнейшую судьбу пациента.

Сюда следует отнести повреждения легких, связанные с повышенной сосудистой проницаемостью в альвеолах, которое в просторечии именуется отеком легких. Вместе

с тем, необходимо четко различать причины, приведшие к повреждению легких, которых в литературе выделяют три - это повышение гидростатического давления (ГСД) столба крови, имеющее место при остром инфаркте и завершающееся острой левожелудочковой недостаточностью и кардиогенным отеком легких. Вторая причина – резкое снижение КОД плазмы, что в сочетании с высоким артериальным давлением может привести к отеку легких у пациентов, например, акушерского профиля, развитию отека легких при тяжелой преэклампсии и даже развитием приступа эклампсии. Третьей наиболее распространенной причиной отека легких является повышенная сосудистая проницаемость легких, приводящая к развитию шокового легкого, т.е. ОРДС. В большинстве случаев у критических больных в отделениях реанимации встречается сочетание этих причин отека легких.

Вместе с тем, на выбор режима вентиляции у больных с поврежденными легкими влияют такие факторы, как растяжимость легких, целостность костного каркаса грудной клетки, состояние мышечного аппарата грудной клетки, нервная проводимость в синапсах, состояние дыхательного центра пациента, возможности дыхательной аппаратуры, имеющейся в распоряжении реаниматолога, и другие. Очень важную роль в безопасности ИВЛ у больных с поврежденными легкими играет выбор режима контроля в компьютере вентилятора по объему или по давлению, т.е. VCV (*volume control ventilation*) или PCV (*pressure control ventilation*). Многими авторами было показано, что режим вентиляции с контролем по объему чаще приводит к перерастяжению и баротравме альвеол, в сравнении с ИВЛ, имеющей контроль вентиляции по давлению. Отсюда ИВЛ в режиме PCV показана у больных с поврежденными легкими. Не последнюю роль в улучшении распределения дыхательного объема в легких играет использование ИВЛ в положении больного ничком (*prone position*). В этом случае за счет влияния гравитации происходит улучшение вентиляции задних отделов легких, оказавшихся наверху, что уже в течение 10 минут нахождения в таком положении приводит к повышению SpO_2 и снижению летальности в группе наиболее тяжелых пациентов. Вместе с тем, применение *prone position* требует более высоких значений FiO_2 .

К новым возможностям современной аппаратуры можно отнести двух, трех, а в перспективе - четырехуровневую ИВЛ, импульсный и экспульсный режимы при проведении как обычной, так и ВЧ ИВЛ, для лечебного введения препаратов, в том числе разжижающих мокроту ферментов и последующего дренирования трахеобронхиального дерева у пациента путем включения экспульсного режима. Вышеуказанные режимы ИВЛ оказывают положительное влияние на функцию дыхания, позволяют осуществить проведение настоящей нетравматизирующей ИВЛ. Сюда относятся, например: возможность значительного улучшения распределения дыхательного объема в пораженные отделы альвеолярного пространства, профилактика баротравмы здоровых отделов легких, соблюдение концепции «*baby lung*», профилактика вентилятором вызываемого легочного повреждения и профилактика биохимического повреждения, вызывающего СПОН. Особое место занимает использование импульсного и экспульсного режимов, применяемых

при классической и ВЧ ИВЛ. Эти режимы значительно расширяют возможности для доставки лекарственных препаратов в альвеолярное пространство, а также для удаления мокроты и дренирования респираторной системы. Соблюдение концепции низкообъемной ИВЛ позволяет обеспечить, с одной стороны, профилактику баротравмы, а с другой стороны, в сочетании с двух-трехуровневой ИВЛ профилактику как биохимической травмы и следующей за ней полиорганной недостаточности у больных, требующих проведения длительной ИВЛ. Ввиду вышеперечисленных возможностей и представленных новых достижений в теории ИВЛ необходимо создать условия для их скорейшего внедрения в практику здравоохранения. Применение новых знаний невозможно без соответствующего материального обеспечения службы анестезиологии и реаниматологии современной дыхательной аппаратурой, позволяющей наиболее полно реализовать возможности нетравматизирующей паренхимы легких искусственной вентиляции легких.

В то же время имеющаяся в стационарах дыхательная аппаратура в большинстве своем недостаточно отвечает новым достижениям в теории ИВЛ. В этой связи возникает вполне резонный вопрос: можно ли на имеющейся в распоряжении врача дыхательной аппаратуре, пусть далеко и не новой, попытаться реализовать концепцию ИВЛ, не травмирующую легкие пациента? Оказалось, что да, но для этого необходимо четко представлять те принципы, которые лежат в основе нетравматизирующей ИВЛ. Теоретический и практический опыт такой ИВЛ был представлен разными авторами и в разное время. В настоящий период времени данную концепцию можно свести к нескольким аспектам. Во-первых, концепция вентилятор-индуцированного повреждения легких предполагает снижение дыхательного объема до 4-6 мл/кг. Данная концепция была предложена и обосновывалась многими авторами. Она основывалась на предположении о том, что в здоровых легких паренхима более-менее однородна и вентиляция таких легких не представляет особых проблем. Напротив, паренхима поврежденных легких может быть разделена на здоровые альвеолы, слегка, умеренно и сильно поврежденные альвеолы, которые существенно по-разному реагируют на приложенное аппаратом ИВЛ усилие по их растяжению [4]. Так, при рассмотрении кривой Гауса в относительно здоровых легких было показано, что существенно большую долю в паренхиме здоровых легких занимают альвеолы, в которых соотношение вентиляции и кровотока находится в оптимальных условиях, в то же время имеются альвеолы, в которых это соотношение практически такое же, как и в поврежденных легких, но доля их очень мала. Напротив, в поврежденных легких, например, при ОРДС, соотношение вентиляции и кровотока в разной степени поврежденных альвеолах радикально отличается от здоровых легких, их доля значительно больше и нарастает с увеличением повреждения легких. Кривая Гауса становится более пологой, а доля альвеол с нарушенным соотношением вентиляции и кровотока резко увеличивается. Это сопровождается увеличением легочного шунтирования, гипоксии, повышением FiO_2 и требует перевода больных на ИВЛ.

Необходимо отметить и такой факт, как различие растяжимости здоровых и поврежденных альвеол. Так, здоровые

альвеолы могут быть легко растяжимы с частотой до 200 в 1 минуту, без ущерба для них, поскольку растяжимость этих альвеол не нарушена, в то время как поврежденные альвеолы с такой частотой растягиваться не могут, так как резко снижается их растяжимость вследствие отека, снижения сурфактанта и утолщения стенки альвеол. Для наполнения поврежденных альвеол требуется значительно более высокое пиковое давление, более высокое ПДКВ и более низкая частота дыхания. Лишь в этом случае эти альвеолы будут успевать наполняться газом, и существенно возрастет их объем. Знания о таком поведении поврежденных альвеол легли в основу разработки концепции проведения многоуровневой ИВЛ, когда аппаратно, т.е. компьютером аппарата для ИВЛ задаются вдохи с разной частотой дыхания, двумя или тремя уровнями ПДКВ и безопасного уровня пикового давления. Многоуровневая ИВЛ позволяет вентилировать альвеолы с разной степенью повреждения в оптимальном режиме [4]. В большинстве современных аппаратов концепция многоуровневой ИВЛ невозможна, когда аппаратно задавались бы изменения двух уровней ПДКВ, изменение частоты дыхания и пикового давления. При самостоятельном дыхании больного возможно использование режима BiLEVEL, но его возможности по улучшению свойств поврежденных альвеол ограничены. Отсюда данный режим к нетравматизирующим можно отнести условно. Режим BiLEVEL не пользуется популярностью у врачей именно из-за своего ограниченного положительного влияния на респираторную функцию. Следующей более прогрессивной и более теоретически обоснованной является применение трехуровневой ИВЛ, в которой учтены те патофизиологические изменения, которые происходят в умеренно и тяжело поврежденных альвеолах [5]. Так на фоне базовой частоты и заданного ПДКВ дыхательный аппарат программно изменяет частоту дыхания на более низкую и составляет 12 в 1 мин и даже 6 в 1 мин, в сравнении с базовой, которая составляет 20-30 в 1 мин, и с более высокой ПДКВ, достигающей при частоте 12 в 1 мин – 10 см вод. ст., а при частоте 6 в 1 мин – 15 см вод. ст. Такой режим ИВЛ позволяет перенаправить дыхательный объем в наиболее поврежденные отделы легких и осуществлять их тренировку на растяжение, заставляет их участвовать в диффузии газов через альвеолокапиллярную мембрану. В результате этого получают несколько положительных эффектов. К ним можно отнести следующие эффекты: во-первых, уменьшается легочное шунтирование, приводящее к повышению насыщения крови кислородом, во-вторых, уменьшается доля поврежденных альвеол в легких, не участвующих в газообмене, в-третьих – на поврежденные альвеолы оказывается лечебное действие за счет повышения давления в них, уменьшение их отека, увеличения наполнения альвеол газом, приводящее к их расправлению, в-четвертых – не требуется проведение рекрутмента легких, поскольку такой режим сам по себе и есть рекрутмент, но осуществленный более мягко и более продолжительное время с меньшими гемодинамическими и дыхательными нарушениями. Технология трехуровневой ИВЛ достаточно широко освещена в литературе, но естественно требует наличия соответствующей дыхательной аппаратуры.

У пациентов с нарушением дренажной функции бронхов

рекомендуется использование чередующихся импульсного и экспульсного режимов, которые основаны на изменении соотношения времени вдоха и выдоха. Если в норме физиологическое соотношение времени вдоха T_i , к времени выдоха T_e составляет 1:2, то у больных с поврежденными легкими для введения лекарственных средств, оказывающих лечебный эффект на уровне альвеол, соотношение необходимо изменить в сторону более агрессивного (короткого) вдоха и более медленного выдоха. Так, при классической ИВЛ для частоты вентиляции f от 20 до 30 в 1 мин $T_i\%=33\%$, т.е. $T_i:T_e=1:2$ нейтральный эффект. При этом соотношении удаление мокроты из дыхательных путей происходит за счет работы реснитчатого эпителия дыхательных путей, прежде всего мелких и средних бронхов. При $T_i > 33\%$ возникает экспульсный эффект, т.е. мокрота из дыхательных путей получает импульс для выхода наружу [14, 15]. Напротив, если $T_i < 33\%$, то возникает импульс силы для движения мокроты к альвеолам, этот эффект можно применить для доставки лекарственных средств, например, сурфактанта в альвеолы или ферментов, разжижающих мокроту. При использовании ВЧ ИВЛ соотношение времени вдоха и выдоха другое. Например, при $f=120$ в 1 мин. $T_i\%=50\%$ / $T_i:T_e=1:1$ нейтральный эффект. $T_i\% > 50\%$ экспульсный эффект, $T_i\% < 50\%$ импульсный эффект. Например, соотношение один к одной целой и трем десятым на классических аппаратах для ИВЛ приведет к тому, что энергия вдоха будет способствовать переносу препарата в альвеолы. С другой стороны, изменение соотношения в сторону увеличения продолжительности вдоха и укорочения выдоха создает эффект искусственного кашля, при котором реализуется эффект, получивший название экспульсного (эффект наружу). При экспульсном режиме соотношение времени вдоха и выдоха таково, что более короткий выдох способствует выталкиванию мокроты из трахеобронхиального дерева наружу, в крупные бронхи, трахею и в ротовую полость, откуда ее легко можно удалить отсосом. Периодическая смена импульсного режима ИВЛ на экспульсный позволяет ограничить или даже отказаться от применения достаточно агрессивного метода бронхоскопии для поддержания проходимости трахеобронхиального дерева (ТБД). Наиболее полно импульсный и экспульсный эффекты можно реализовать при использовании аппаратов ВЧ ИВЛ, имеющих регуляцию соотношения времени вдоха и выдоха [14, 15]. Однако при их отсутствии знание теоретических механизмов позволяет реализовать данную концепцию и на традиционных аппаратах для ИВЛ. Необходимо лишь помнить о том, что длительное использование экспульсного режима может приводить к избыточному выведению сурфактанта из альвеол, что чревато нарастанием количества ателектазов. Вместе с тем, периодическое его применение с целью дренирования ТБД не представляет опасности. При объективной оценке реальных возможностей проведения нетравматизирующей искусственной вентиляции легких у пациентов с поврежденными легкими, в той или иной мере, на уровне самого аппарата для ИВЛ новые идеи в теории нетравматизирующей ИВЛ продолжают внедряться разными учеными, лидерами среди которых остаются ученые из Словакии [16]. В последние годы линейка аппаратов для ИВЛ расширилась, и появились аппараты ИВЛ, в которые

привнесены новые возможности, к которым относится, например, автоматический выбор режима ИВЛ на основе автоматического анализа у пациента петли объем-давление. Об этом было заявлено, в частности, на V международном конгрессе по респираторной поддержке в г. Красноярске. При этом аппарат для ИВЛ выбирает сам наиболее подходящий режим для ИВЛ и основные параметры вентиляции - ДО, МОД, ПДКВ, в оптимальном соотношении, многоуровневую ИВЛ и т.д. Аппарат вступает в диалог с реаниматологом, предлагая наиболее оптимальный режим ИВЛ на основе собственного анализа растяжимости легких больного, которому начато проведение ИВЛ (Togok P). Несомненно, что большое значение имеет контроль параметров вентиляции с точки зрения мониторинга ИВЛ [3].

Таким образом, режимы ИВЛ с ограничением по объему и давлению, многоуровневая ИВЛ, использование импульсного и экспульсного режима ИВЛ, как при традиционной, так и при ВЧ ИВЛ, он-лайн контроль поглощения энергии вентилятора паренхимой легких, автоматический подбор параметров вентиляции и их изменение в динамике в автоматическом режиме – вот путь к наиболее безопасному проведению респираторной поддержки в условиях ОАРИТ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Зильбер А.П. Дыхательная недостаточность. Руководство для врачей. - М.: Медицина; 1989. – 512 с.
- 2 Кассиль В.Л., Лескин Г.С., Выхигина М.А. Респираторная поддержка: Руководство по искусственной и вспомогательной вентиляции легких в анестезиологии и интенсивной терапии. – М.: Медицина, 1997. – 320 с.
- 3 Шурыгин И.А. Мониторинг дыхания в анестезиологии и интенсивной терапии. – СПб.: Издательство «Диалект», 2003. – 416 с.
- 4 Togok P., Kula R. Нетравматизирующая «профилактическая» искусственная вентиляция легких (ИВЛ). ОАИМ., Vranov n/T. (SR). – 2005. – 100 с.
- 5 Togok P. Нетравматизирующая вентиляция – математическо-физическое моделирование. Диссертационная работа SZU FZSS, 2006 Bratislava, str.172.
- 6 Tremblay L. et al. Ventilator-induced injury: from barotrauma to biotrauma // Proc. Assoc. Am. Physicians. – 1998. – Vol. 110. – P. 482-488
- 7 Frank J.A. et al. Science review: mechanism of ventilator-induced lung injury // Critical Care. - 2003. – Vol. 7. – P. 233-241
- 8 dos Santos, CC et al. Mechanisms of ventilator-associated lung injury // J. Appl. Physiol. – 2000. – Vol. 89. – P. 1645-1655
- 9 West J.B. Bioengineering Aspects of the Lung. Marcel Dekker inc. – New York; 1977. – 585 p.
- 10 American Respiratory Care Foundation Consensus Statement on the Essentials of Mechanical Ventilators // Respir. Care. – 1992. – Vol. 37. – P. 1000-1008
- 11 Albertine K.H. et al. Fas and fas ligand are up-regulated in pulmonary edema fluid and lung tissue of patients with acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome // Am. J. Pathol. – 2002. – Vol. 16. – P. 1783-1796
- 12 Ranieri V.M. et al. Effect of mechanical ventilation on inflammatory mediators in patients with acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial // JAMA. - 1999. – Vol. 282. – P. 54-61

Знание основ нетравматизирующей искусственной вентиляции легких позволит врачу-реаниматологу оказывать респираторную помощь осмысленно и приносит в процесс лечения элемент творчества и, я бы сказал, искусства. Практическим результатом внедрения новых достижений в теории нетравматизирующих режимов ИВЛ, без сомнения, будет улучшение результатов лечения больных с различными повреждениями легких, и прежде всего, у пациентов с респираторным дистресс-синдромом в отделениях реанимации и интенсивной терапии нашей республики.

Прозрачность исследования

Исследование не имело спонсорской поддержки. Автор несет полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

Декларация о финансовых и других взаимоотношениях

Окончательная версия рукописи была одобрена автором. Автор не получал гонорар за статью.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

REFERENCES

- 1 Zilber AP. Dykhatel'naya nedostatochnost'. Rukovodstvo dlya vrach [Respiratory failure. A guide for doctors]. Moscow: Medicine; 1989. P. 512
- 2 Kassil VL, Leskin GS, Vyzhigina MA. Respiratornaya podderzhka: Rukovodstvo po iskusstvennoy i vspomogatel'noy ventilyatsii legkikh v anesteziologii i intensivnoy terapii [Respiratory support: Manual of artificial and assisted ventilation in anesthesiology and intensive care]. Moscow: Medicine; 1997. P. 320
- 3 Shurygin IA. Monitoring dykhaniya v anesteziologii i intensivnoy terapii [Respiratory monitoring in anesthesiology and intensive care]. St. Petersburg: Publishing house "Dialect"; 2003. P. 416
- 4 Togok P., Kula R. Нетравматизирующая «профилактическая» искусственная вентиляция легких (ИВЛ). ОАИМ., Vranov n/T. (SR). 2005. P. 100
- 5 Togok P. Нетравматизирующая вентиляция – математическо-физическое моделирование. Диссертационная работа SZU FZSS, 2006 Bratislava, str.172.
- 6 Tremblay L. et al. Ventilator-induced injury: from barotrauma to biotrauma. Proc. Assoc. Am. Physicians. 1998;110:482-8
- 7 Frank JA, et al. Science review: mechanism of ventilator-induced lung injury. Critical Care. 2003;7:233-41
- 8 dos Santos, CC et al. Mechanisms of ventilator-associated lung injury. J. Appl. Physiol. 2000;89:1645-55
- 9 West J.B. Bioengineering Aspects of the Lung. Marcel Dekker inc. New York; 1977. P. 585
- 10 American Respiratory Care Foundation Consensus Statement on the Essentials of Mechanical Ventilators // Respir. Care. – 1992. – Vol. 37. – P. 1000-1008
- 11 Albertine K.H. et al. Fas and fas ligand are up-regulated in pulmonary edema fluid and lung tissue of patients with acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome // Am. J. Pathol. – 2002. – Vol. 16. – P. 1783-1796
- 12 Ranieri V.M. et al. Effect of mechanical ventilation on

13 Plotz F.B. et al. Ventilator-induced lung injury and multisystem organ failure: a critical review of facts and hypotheses // *Int. Care Med.* - 2004. – Vol. 30. – P. 1865-1872

14 Тогок Р. и др. Экспульсивный эффект высокочастотной вентиляции и его клиническое применение на практике // *Анестезиология и неотложная забота.* – 1995. - №3. – С. 79-83

15 Brychta O. et al. Expulsion effect of high-frequency jet ventilation. // *Eur. J. Anesth.* – 1985. - №2. - P. 30

16 Мамыров Д.У. Перспективы применения многоуровневой ИВЛ и ВЧ ИВЛ при лечении больных с респираторным дистресс-синдромом // *Анестезиология и реаниматология Казахстана.* – 2010. - №1(4). – С. 28-29

inflammatory mediators in patients with acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial // *JAMA.* - 1999. – Vol. 282. – P. 54-61

13 Plotz F.B. et al. Ventilator-induced lung injury and multisystem organ failure: a critical review of facts and hypotheses // *Int. Care Med.* - 2004. – Vol. 30. – P. 1865-1872

14 Тогок Р. и др. Экспульсивный эффект высокочастотной вентиляции и его клиническое применение на практике // *Анестезиология и неотложная забота.* – 1995. - №3. – С. 79-83

15 Brychta O. et al. Expulsion effect of high-frequency jet ventilation. // *Eur. J. Anesth.* – 1985. - №2. - P. 30

16 Mamyrov DU. Prospects for the use of multilevel ventilation and high-frequency ventilation in the treatment of patients with respiratory distress syndrome. *Anesteziologiya i reanimatologiya Kazakhstana = Anesthesiology and Reanimatology of Kazakhstan.* 2010;1(4):28-9 (In Russ.)