УДК:616.22-007.271:615.211

ОСЛОЖНЕНИЯ И ИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТРАНСТРАХЕАЛЬНОЙ СТРУЙНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ В ЭНДОХИРУРГИИ ГОРТАНИ

Л. В. Колотилов, В. Е. Павлов

COMPLICATIONS AND THEIR PREVENTION IN THE USAGE OF TRANSTRACHEAL JET VENTILATION DURING ENDOSURGERY OF THE LARYNX

L. V. Kolotilov, V. E. Pavlov

ГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова»
(Зав. каф. оториноларингологии с клиникой – проф. С. А. Карпищенко)

В статье представлены различные варианты развития осложнений и критических ситуаций при использовании высокочастотной струйной вентиляции легких во время анестезиологического обеспечения эндоскопических вмешательств в гортани и верхних отделах трахеи. Рассмотрены способы предупреждения развития осложнений и алгоритмы оказания неотложной помощи.

Ключевые слова: *транстрахеальная струйная вентиляция, эндоскопическая хирургия гортани.*

Библиография: *13 источников.*

The article presents complications and critical situations with the use of high-frequency jet ventilation during the anesthesiological support of the endoscopic microsurgical operations in the larynx and the upper part of trachea. The methods of complications preventing and the algorithms of emergency care are treated.

Key words: *transtracheal jet ventilation, endolaryngeal surgery.*

Bibliography: *13 sources.*

Широкое внедрение в клиническую практику эндоскопической хирургии гортани выявило ряд специфических задач для анестезиологов. Помимо надежной интраоперационной защиты больного, крайне важно обеспечить максимальные удобства для работы хирурга, а также предупредить аспирацию крови и операционного материала. Как показывает наш и международный опыт, наилучшие условия для использования микроинструментария в узком пространстве гортани достигаются применением тотальной внутривенной анестезия в сочетании с миорелаксацией [7]. Адекватный газообмен во время микрохирургических вмешательств обеспечивается, как правило, с помощью струйных методов искусственной вентиляции легких (ИВЛ), так как традиционная ИВЛ через эндотрахеальные трубки (ЭТТ) даже малого диаметра (5–6 мм) далеко не всегда обеспечивает необходимую свободу манипуляций в просвете дыхательных путей (ДП). В случаях массивных эндофитных образований в трахее, выраженных стенозов или грубых анатомических изменений интубация ЭТТ может быть вообще невыполнима. Превентивная трахеостомия при сохраненном самостоятельном дыхании решает проблему, однако повышает травматичность операции, удлиняет послеоперационный период и дальнейшую реабилитацию больного [5]. Больные нередко отказываются от оперативного вмешательства на гортани из-за необходимости наложения трахеостомы. В некоторых случаях трахеостомия для обеспечения традиционной вентиляции во время общей анестезии значительно превышает по травматичности саму операцию [4].

Высокочастотная струйная вентиляция (ВЧСВ) с введением тонкого инсуффлирующего катетера (диаметром 1,4–2 мм) является надежным и безопасным методом респираторной поддержки при эндоскопических операциях на гортани и верхних отделах трахеи [11]. Катетер

для ВЧСВ может быть введен назотрахеально, оротрахеально, т. е. ларинготрахеально (ЛТ), или посредством пункции передней стенки трахеи, конической связки, т. е. транстрахеально (ТТ). Введение катетера через естественные ДП является щадящим в плане травматичности способом, которым владеет каждый анестезиолог. Однако не всегда удается ввести даже тонкий инсуффлирующий катетер в ДП особенно при выраженных анатомических изменениях, значительном стенозе гортани, когда оставшийся просвет меньше 5 мм в диаметре, при нарушении подвижности шейного отдела позвоночника или височно-нижнечелюстных суставов. Транстрахеальное введение катетера не требует обзора голосовых складок [9], сам катетер находится вне зоны операции без риска его повреждения, позволяет проводить ВЧСВ у больных со стенозами гортани 1–2-й степени (диаметром более 3 мм), а также осуществлять вспомогательную вентиляцию или инсуффляцию кислорода в послеоперационном периоде [2].

Цель исследования. Изучение частоты и характера осложнений при осуществлении транстрахеальной высокочастотной струйной вентиляции (ТТ ВЧСВ) во время эндоскопических вмешательств на гортани.

Пациенты и методы. В исследовании участвовали 150 пациентов, которым была проведена ТТ ВЧСВ в клинике отоларингологии СПбГМУ им. И. П. Павлова. Возраст больных от 18 до 83 лет (средний 50,1±16,8 года); 69 мужчин, 81 женщина. Кроме общеклинических методов исследования (клинический анализ крови, общий анализ мочи, биохимические исследования крови) всем пациентам до операции выполняли рентгенографию шеи в прямой и боковой проекциях, по показаниям выполняли спиральную компьютерную томографию шеи. Для осмотра гортани и трахеи больных использовали световолоконный и цифровой фиброскоп. Исследование функции внешнего дыхания (ФВД) для определения степени нарушения проходимости ДП выполняли на спироанализаторе путем оценки петли поток–объем. Исследовали газовый состав артериальной крови. Всем пациентам в плановом порядке выполняли прямую опорную ларингоскопию и микрохирургическое лечение в условиях тотальной внутривенной анестезии и ТТ ВЧСВ. ВЧСВ проводили струйным респиратором Monsoon. ТТ-введение катетера для ВЧСВ выполняли посредством конико- или трахеопункции с введением проводника в просвет трахеи и последующим проведением катетера по методу Сельдингера.

Результаты и обсуждение. Во время оперативного вмешательства и проведения ТТ ВЧСВ измеряли показатели ЧСС, неинвазивное АД, SpO_2, температуру тела, осуществляли контроль ЭКГ. Заборы крови для исследования газов артериальной крови выполняли через 10–15 мин после начала ВЧСВ и при изменении режима. В случае возникновения осложнений выполняли комплекс диагностических и лечебных мероприятий, направленных на оценку степени тяжести возникшего осложнения и скорейшее восстановление нарушенных функций (табл. 1).

Многие осложнения ТТ ВЧСВ возникают по объективным причинам. Пункция трахеи иногда выполняется через ткани щитовидной железы, особенно если имеется ее гипертрофия. Повреждение сосудов вызывает кровотечение, иногда интенсивное. Однако проведение в пункционный канал катетера, который по диаметру больше проводника, обычно приводит к остановке кровотечения. Стенки катетера плотно прилегают к месту повреждения ткани, вызывая хороший гемостаз. Однако после окончания операции и удаления катетера из трахеи часто происходит возобновление кровотечения. В этом случае при отсутствии у пациента нарушений свертывающей системы крови плотное прижатие снаружи марлевым тампоном ме-

Таблица 1

Осложнения транстрахеальной высокочастотной струйной вентиляции

Осложнение	Число наблюдений
Кровотечение в месте трахеопункции	6
Подкожная эмфизема шеи	3
Пневмоторакс	3
Неадекватная вентиляция	3
Невозможность выполнить трахеопункцию	2
Регургитация желудочного содержимого	1
Ларингоспазм	1

ста пункции обычно останавливает кровотечение в течение нескольких минут. После прекращения кровотечения крайне желательно выполнить трахеобронхоскопию из-за возможности продолжения кровотечения в просвет трахеи. При этом пациент обычно жалуется на затруднение дыхания, кашель, дискомфорт за грудиной. В случае нераспознанного интратрахеального кровотечения возможны дыхательные расстройства, особенно у пациентов, находящихся в состоянии остаточной посленаркозной депрессии сознания и дыхания. При наличии жалоб у пациента и невозможности выполнения бронхоскопии необходимо выполнить рентгенографию легких. В некоторых случаях плотное прижатие места кровотечения снаружи может увеличить поступление крови в просвет трахеи через пункционный канал и ухудшить состояние пациента. Обычно данное осложнение возникает при трахеопункции между первым вторым или вторым и третьим кольцами трахеи. При коникопункции кровотечений, как правило, не возникает или их интенсивность очень мала, однако через коническую связку внутрь гортани проходят ветви средней гортанной артерии, которая также может быть повреждена пункционной иглой [8].

После установки ТТ-катетера в трахею необходимо выполнять аспирационную пробу. Появление пузырьков воздуха в шприце с жидкостью при аспирации через катетер говорит о его правильном положении. При покашливании больного или форсированном выдохе можно четко определить прохождение воздуха по катетеру. Для этого больной должен оставаться в сознании. Невозможность аспирации воздуха в шприц может указывать на неправильное положение катетера. Возможно введение катетера в подслизистое пространство, паратрахеальную клетчатку или в пищевод. При этом аспирация воздуха будет невозможна или выполняется со значительным усилием. Начало ВЧСВ через неправильно установленный катетер может привести к быстрому развитию подкожной эмфиземы в области шеи, пневмотораксу и пневмомедиастинуму. Обычно при ВЧСВ объем подаваемой дыхательной смеси в зависимости от модели респиратора, длины и диаметра катетера составляет около 15–20 л/мин. Даже короткий период ВЧСВ через неправильно установленный катетер может привести к возникновению тяжелых осложнений. Для предупреждения такого осложнения после установки катетера следует выполнять аспирационную пробу и проверять проходимость катетера мягким проводником. Свободное введение проводника через катетер свидетельствует о правильном положении. В случае невозможности аспирации воздуха или введения проводника через просвет катетера из-за контакта со стенкой трахеи необходимо подтянуть его или повернуть вокруг своей оси. При появлении пузырьков воздуха из просвета катетера можно начинать проведение ВЧСВ. Иногда причиной невозможности аспирировать воздух через катетер является густая слизь, которая часто имеется в просвете трахеи у курящих пациентов, или кусочки ткани, попадающие в просвет катетера в момент его установки.

В случае неправильной установки катетера или невозможности его проведения по проводнику выполняется повторная пункция трахеи. Введение катетера можно осуществить в другом межкольцевом промежутке. Однако даже при успешной повторной пункции после начала ВЧСВ через катетер часто возникает подкожная эмфизема шеи. Это осложнение можно объяснить тем, что высокое давление в просвете трахеи в области сопла катетера вызывает проникновение дыхательной смеси в подкожную клетчатку через поврежденную стенку трахеи. Подкожная эмфизема не является жизнеугрожающим осложнением и при умеренных размерах допустимо продолжение ВЧСВ с наименьшим рабочим давлением респиратора, необходимым для поддержания адекватного газообмена. Повторная пункция, выполняемая в средних отделах трахеи, значительно повышает риск травмы сосудов щитовидной железы и кровотечения в просвет трахеи. Множественные попытки пункции трахеи, особенно у тучных пациентов с короткой шеей, могут приводить к повреждению хрящей гортани с последующим развитием перихондрита и гнойного воспаления.

Пункция и катетеризация пространства трахеи через хрящи гортани или кольца трахеи являются серьезным осложнением, требующим дополнительного послеоперационного лечения. Оптимально выполнять пункцию и введение катетера с первого раза. Для этого необходимо четко верифицировать крикотиреоидную мембрану или межкольцевые промежутки трахеи. Выполнение местной инфильтрационной анестезии позволяет легче идентифицировать место

введения катетера. При введении тонкой иглы в просвет трахеи и инъекции местного анестетика возникает рефлекторный кашель, что является подтверждением нахождения иглы в интратрахеальном пространстве.

Длина ТТ-катетера зависит от места предполагаемого введения и конституциональных особенностей пациента. При пункции конической связки и верхних отделов трахеи длина катетера в среднем должна быть не менее 10 см. Необходимо учитывать, что для тучных пациентов с массивным слоем подкожно-жировой клетчатки и длинной шеей может потребоваться катетер длиной 12–14 см. Непреднамеренное введение катетера в один из главных бронхов помимо неадекватной вентиляции и оксигенации может вызвать острое перераздувание легкого и развитие пневмоторакса. Близкое расположение сопла катетера к бифуркации трахеи также может приводить к неравномерной, фактически однолегочной вентиляции легких. Кроме этого, мощный поток струи дыхательной смеси может вызывать рефлекторные реакции с бифуркации трахеи, что приводит к гемодинамической нестабильности во время проведения анестезиологического пособия. При уменьшении глубины анестезии или пробуждении больного такое положение катетера может вызывать рефлекторный бронхоспазм [13]. В то же время введение ТТ катетера на глубину 3–4 см может приводить к развороту сопла в сторону полости рта. При этом во время ВЧСВ не будет характерных движений грудной клетки. При аускультации дыхательные шумы над поверхностью легких будут слабо прослушиваться или отсутствовать вовсе. Поток воздушной смеси, поступающей во время фазы вдоха работы респиратора, в этой ситуации обычно четко определяется около полости рта пациента [12]. В этом случае необходимо подтянуть и повторно направить катетер в сторону бронхиального дерева, увеличив глубину его введения. По нашим данным, для пациента среднего телосложения при выполнении коникопункции требуется катетер длиной 8–10 см.

Отдельно следует остановиться на некоторых особенностях ТТ ВЧСВ при выполнении лазерных эндоларингеальных вмешательств. Применение лазерного инструментария при операциях на гортани требует от анестезиолога особой осторожности в связи с возможностью возгорания инсуффлирующего катетера. При большом объеме операции и использовании лазера предпочтительнее водить ТТ-катетер между 1-м и 2-м или 2-м и 3-м кольцами трахеи. При этом риск повреждения катетера лазером и микрохирургическим инструментарием будет минимальным [1]. Снижение содержания кислорода в дыхательной смеси до 30–40% обычно незначительно влияет на оксигенацию крови, но снижает риск термических осложнений. При возгорании катетера в просвете трахеи необходимо прекратить подачу газовой смеси и извлечь его. Для поддержания газообмена лучше выполнить стандартную интубацию трахеи ЭТТ большого диаметра, которая позволит провести диагностическую фибробронхоскопию в последующем [3]. При наличии стеноза гортани и невозможности ведения ЭТТ большого диаметра поддержание дыхательной функции возможно с помощью ВЧСВ через ЛТ-катетер [4]. Отрыв части горящего катетера и продвижение его в дистальные отделы бронхиального дерева может привести к значительным повреждениям легочной ткани с дальнейшим развитием отека легкого.

Для безопасного проведения ВЧСВ необходимо обеспечить достаточную площадь просвета ДП для выведения подаваемого объема дыхательной смеси из легких. Наличие стеноза гортани является значительным препятствием для выдоха. Работа в этой зоне хирургическим микроинструментарием создает дополнительное препятствие для свободного выдоха. Современные модели струйных респираторов позволяют измерять давление в ДП перед подачей очередной порции дыхательной смеси. В случае, если давление превышает установленные параметры (обычно 30 см вод. ст.), подача газа прекращается до тех пор, пока давление в легких не снизится до безопасного уровня. К сожалению, простые респираторы для ВЧСВ не имеют такой функции. В данных случаях при проведении ВЧСВ без контроля давления в ДП необходимо следить за фазой выдоха и движениями грудной клетки [10]. В случае значительного стеноза и одновременной работы в этой зоне хирургическим микроинструментарием допустимо прекращение вентиляции на период от 30 до 60 с или изменение параметров работы вентилятора. В этой ситуации хорошим дополнением к контролю витальных функций является пульсоксиметрия (SpO_2).

Таблица 2

Причины осложнений транстрахеальной высокочастотной струйной вентиляции, профилактические и лечебные мероприятия

Осложнение	Причины	Профилактические и лечебные мероприятия
Пневмоторакс, пневмомедиастинум	Функциональный стеноз в ходе струйной вентиляции (западение языка, ларингоспазм, интубация, работа микроинструментарием в стенозированном просвете ДП) Неадекватный режим вентиляции Патология легких (буллы, кисты, ХОБЛ)	Контроль проходимости ДП (выдоха) Выбор режимов вентиляции Контроль давления в ДП Плевральная пункция Дренирование плевральной полости
Подкожная эмфизема шеи	Повторные попытки пункции конической связки и трахеи Высокое давление в трахее Отслойка слизистой при неправильном расположении катетера Выраженный кашлевой рефлекс в после операции	ЛТ-введение катетера Контроль давления в ДП Дренирование
Кровотечение в месте трахеопункции	Пункция через ткани щитовидной железы или опухоль Повреждение средней гортанной артерии Нарушения свертываемости Повторные пункции	ЛТ-введение катетера Четкая локализация конической связки или межкольцевой связки трахеи Гемостатическая терапия Хирургическая остановка кровотечения (ушивание) Трахеотомия с тампонадой гортани и верхних отделов трахеи
Регургитация желудочного содержимого	Заброс дыхательной смеси в желудок вследствие ограничения пассивного выдоха (западение языка, ларингоскопия)	Контроль давления в ДП Применение воздуховода или ларингеальной маски Прекращение вентиляции на время установки ларингоскопа Интубация ЭТТ большого диаметра Аспирация содержимого Бронхоальвеолярный лаваж Медикаментозная терапия
Неадекватная вентиляция	Недостаточная энергия струи (тонкий катетер, перегиб катетера) Ограничение экскурсий грудной клетки при опорной ларингоскопии Неравномерная вентиляция легких (несоосное расположение катетера в трахее, глубокое введение катетера) Бронхоспазм	Фиброоптический контроль положения катетера Применение струйных катетеров с фиксаторами [6] Подвесная ларингоскопия Изменение режима ВЧСВ Интубация ЭТТ большого диаметра, объемная вентиляция 100% кислород Медикаментозная терапия
Ларингоспазм	Неадекватная миорелаксация Неадекватное обезболивание Широкая зона оперативного вмешательства Длительное нахождение ТТ-катетера в трахее в послеоперационном периоде	Местная анестезия Нейромышечный мониторинг Мониторинг активности головного мозга Медикаментозная терапия Надавливание на глазные яблоки
Невозможность выполнить трахеопункцию	Массивное кровотечение Пункция через ткани опухоли Выраженный рубцовый процесс Анатомические особенности	ЛТ-введение катетера

С учетом собственного опыта и данных других авторов можно выделить основные осложнения при проведении ТТ ВЧСВ и лечебно-профилактические мероприятия (табл. 2).

Мы считаем, что развитие эндоскопической микрохирургии дыхательных путей невозможно без совершенствования методов анестезиологического обеспечения в этой специфичной области хирургии. ВЧСВ открывает широкие возможности для внедрения новых малоинвазивных технологий в практику врачей-ларингологов. Дальнейшие исследования и внедрение в повседневную практику современных респираторов для проведения ВЧСВ позволят повысить безопасность применяемых методов респираторной поддержки.

Выводы

Транстрахеальная высокочастотная струйная вентиляция легких является эффективным методом респираторной поддержки при эндоскопических операциях на гортани и верхних отделах трахеи.

Транстрахеальную высокочастотную струйную вентиляцию легких следует применять по строгим показаниям, когда без нее нельзя обойтись: при выраженных анатомических изменениях в гортани, тотальном поражении голосовых складок, стенозе гортани или верхнего отдела трахеи 1–2-й степени, технических трудностях введения инсуффлирующего катетера через голосовую щель, а также невозможности обзора голосовых складок при интубации трахеи.

Для предупреждения осложнений во время транстрахеальной струйной вентиляции необходимо выполнять фиброскопический контроль положения транстрахеального катетера, постоянно контролировать проходимость дыхательных путей и внутритрахеальное давление, изменять режимы вентиляции в соответствии с клинической ситуацией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колотилов Л. В. Проблемы анестезии в лазерной эндоскопической хирургии гортани. Обзор литературы // Вестн. оториноларингол. – 2011. – № 4. – С. 22–26.
2. Колотилов Л. В., Карпищенко С. А., Павлов В. Е. Выбор режимов струйной чрескатетерной высокочастотной искусственной вентиляции легких при стенозах гортани в условиях технического эксперимента // Ученые записки СПбГМУ им. акад. И. П. Павлова. – 2009. – № 3. – Т. XVI. – С. 91–94.
3. Обеспечение искусственной вентиляции легких при эндоларингеальных хирургических вмешательствах с использованием высокоэнергетического лазера / В. И. Страшнов [и др.] // Анестезиология и реаниматология. – 1989. – № 5. – С. 32–34.
4. Павлов В. Е. Респираторная поддержка при анестезиологическом обеспечении эндоскопических микрохирургических вмешательств по поводу стенозов гортани: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2011. – 19 с.
5. Павлов В. Е. Струйная вентиляция легких при эндоскопических вмешательствах по поводу стенозирующих заболеваний гортани // Рос. оториноларингология. – 2012. – № 1. – С. 133–136.
6. Пат. № 113151 Российская Федерация, МПК A61M25/0 (2006.01). Фиксатор транстрахеального двупросветного катетера для струйной вентиляции легких (полезная модель) / Л. В. Колотилов, В. Е. Павлов, С. А. Карпищенко; заявитель и патентообладатель ГБОУ ВПО СПбГМУ им. акад. И. П. Павлова. № 2011134907/14; заявл. 19.08.2011; опубл. 10.02.2012. Бюл. № 4; приоритет 19.08.2011.
7. Плужников М. С., Карпищенко С. А., Рябова М. С. Контактная лазерная фонохирургия. – СПб.: Эскулап, 2005. – 194 с.
8. Cook T. M., Alexander R. Major complications during anaesthesia for elective laryngeal surgery in the UK: a national survey of the use of high-pressure source ventilation // Br. J. Anaesth. – 2008. – Vol. 101, N 2. – P. 266–272.
9. Cricothyroidotomy and transtracheal high frequency jet ventilation for elective laryngeal surgery. An audit of 90 cases-reply / A. Warmington [et al.] // Anaesth. Intensive Care. – 2000. – Vol. 28, N 6. – P. 711.
10. End-tidal oxygen concentration and pulse oxymetry for monitoring oxygenation during intratracheal jet ventilation / G. Baer [et al.] // J. Clin. Monit. – 1995. – Vol. 11. – P. 373–380.
11. Evans K. L., Keene M. H., Bristow A. S. E. High-frequency jet ventilation – a review of its role in laryngology // The Journal of Laryngology & Otology. – 1994. – Vol. 108. – P. 23–25.
12. Klain M., Keszler H., Stool S. Transtracheal high frequency jet ventilation prevents as-piration // Crit. Care Med. – 1983. – Vol. 11, N 3. – P. 170–172.
13. Transtracheal high frequency jet ventilation for endoscopic airway surgery: a multicentre study / J. L. Bourgain [et al.] // Br. J. Anaesth. – 2001. – Vol. 87, N 6. – P. 870–875.

Колотилов Леонид Вадимович – врач-анестезиолог-реаниматолог Городской больницы Св. преподобномученицы Елизаветы. 195257, Санкт-Петербург, ул. Братьев Вавиловых, д. 14; моб. тел.: +79218464099, e-mail: leon956@yandex.ru; **Павлов** Владимир Евгеньевич – врач-анестезиолог-реаниматолог СПбГМУ им. акад. И. П. Павлова. 197022, Санкт-Петербург, ул. Л. Толстого, д. 6/8; моб. тел.: +79046311647, e-mail: Pavlov-vladimir2007@yandex.ru