

©Коллектив авторов, 2020

Второе дыхание: возможности применения устройств для тепло- и влагообмена в реабилитации трахеостомированных пациентов

И.В. Решетов^{1,2}, А.С. Фатьянова^{1,2}, М.А. Игнатьева¹¹ФГАОУ ВО Первый московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет), Москва, Россия²Академия постдипломного образования ФНКЦ ФМБА России, Москва, Россия

Контакты: Фатьянова Анастасия Сергеевна – e-mail: fatyanova@mail.ru

Second breath: the use of heat and moisture exchangers for pulmonary rehabilitation of tracheostomized patients

I.V. Reshetov^{1,2}, A.S. Fatyanova^{1,2}, M.A. Ignatyeva¹¹FSBEI HE I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia²Academy of Postgraduate Education FSBI FNCC FMBA of Russia, Moscow, Russia

For correspondence: Fatyanova Anastasia Sergeevna – e-mail: fatyanova@mail.ru

热湿交换器在气管切开患者肺康复中的应用

I.V. Reshetov^{1,2}, A.S. Fatyanova^{1,2}, M.A. Ignatyeva¹¹FSBEI HE I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia²Academy of Postgraduate Education FSBI FNCC FMBA of Russia, Moscow, Russia

通讯作者: Fatyanova Anastasia Sergeevna – e-mail: fatyanova@mail.ru

Doi: 10.25792/HN.2020.8.2.86-94

Опухоли головы и шеи играют одну из ведущих ролей в структуре онкологических заболеваний. На одном из первых мест в этой группе – рак гортани. Несмотря на то что показатели общей выживаемости у таких пациентов весьма обнадеживают, тотальная ларингэктомия влечет за собой весомые последствия для пациента, что выводит на передний план новую проблему: улучшение качества жизни и минимизацию последствий радикального хирургического лечения. Современная медицина предоставляет возможность обеспечить дыхательную реабилитацию пациентам после тотальной ларингэктомии посредством специализированных устройств для тепло- и влагообмена. Данное устройство позволяет существенно снизить частоту респираторных симптомов у пациентов с разобщенными дыхательными путями, уменьшая частоту воспалительных поражений трахеи, бронхов и легких, предотвращая приступы ночного кашля, минимизировать жалобы пациента на хроническую усталость и бессонницу, обеспечивая его психологическую и социальную адаптацию.

Ключевые слова: трахеостомия, ларингэктомия, тепло-влагообменники, рак гортани, легочная реабилитация, фильтр, голосовой протез

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Работа выполнена без спонсорской поддержки

Для цитирования: Решетов И.В., Фатьянова А.С., Игнатьева М.А. Второе дыхание: возможности применения устройств для тепло- и влагообмена в реабилитации трахеостомированных пациентов. Голова и шея. Российский журнал = Head and neck. Russian Journal. 2020;8(2):86–94

Авторы несут ответственность за оригинальность представленных данных и возможность публикации иллюстративного материала – таблиц, рисунков, фотографий пациентов.

ABSTRACT

Head and neck cancer plays one of the leading roles in the structure of oncologic morbidity. Laryngeal cancer takes one of the first places in this group. Though the overall survival rate has a rapid tendency to increase in such patients, total laryngectomy leads to significant consequences for the patient, which brings to the forefront new problems: improving the quality of life and minimizing side effects of surgical treatment. Modern oncology provides an opportunity of respiratory rehabilitation to patients after total laryngectomy, using specialized devices for heat and moisture exchange (HME). These devices help to prevent dryness of the lower respiratory tract, increased coughing attacks, copious discharge of mucus and sputum, as well as minimize the patients' complaints of chronic fatigue, insomnia, providing their psychological and social adaptation.

Key words: tracheostomy, laryngectomy, heat and moisture exchangers, laryngeal cancer, pulmonary rehabilitation, filter, voice prosthesis

Conflicts of interest. The authors have no conflicts of interest to declare.

Funding. There was no funding for this study.

For citation: Reshetov I.V., Fatyanova A.S., Ignatyeva M.A. Second breath: the use of heat and moisture exchangers for pulmonary rehabilitation of tracheostomized patients. Head and neck. Russian Journal. 2020;8(2):86–94 (in Russian).

The authors are responsible for the originality of the data presented and the possibility of publishing illustrative material – tables, figures, photographs of patients.

摘要

头颈肿瘤在肿瘤疾病的结构中起主要作用之一。该组中最早之一的是喉癌。尽管这样的患者的总生存率有快速增加的趋势，但是全喉切除术给患者带来了重大后果，这带来了一个最重要的新问题：改善生活质量并最小化手术治疗的副作用。现代肿瘤学提供了一个机会，可以使用专用于热湿交换器（HME）的设备为全喉切除术后的患者提供呼吸康复。这些设备有助于防止下呼吸道干燥，咳嗽发作加剧，粘液和痰大量排出，并最大程度地减少患者对慢性疲劳，失眠的抱怨，从而提供心理和社会适应能力。

关键词：气管切开术，喉切除术，热湿交换器，HME，喉癌，肺康复，过滤器，声音假体
利益冲突 作者没有利益冲突要声明。

基金 这项研究没有资金。

引用: **Reshetov I.V., Fatyanova A.S., Ignatyeva M.A. The use of heat and moisture exchangers for pulmonary rehabilitation of tracheostomized patients. Head and neck. Russian Journal. 2020;8(2):86–94 (in Russian).** 作者对所提供数据的原创性以及发布说明性材料（表格，图形，患者照片）的可能性负责。

Введение

Опухоли головы и шеи играют одну из ведущих ролей в структуре онкологических заболеваний и занимают 6-е место по распространенности во всем мире. На долю данной локализации приходится около 6% всех случаев рака и 1–2% всех смертей от злокачественных новообразований. Наиболее частыми локализациями являются рак ротовой полости и рак гортани (стандартизированный показатель заболеваемости 3,9 и 2,3 на 100 тыс. населения соответственно). Наиболее значимыми факторами риска возникновения новообразований в данной области являются курение, алкоголь и такие инфекционные агенты, как HPV 6 и 18 типов, вирус Эпштейна–Барр [1–3].

Тотальная ларингэктомия является наиболее оптимальным объемом радикального хирургического лечения для большинства пациентов с раком гортани. Такой подход обеспечивает отличные результаты длительной безрецидивной выживаемости, но, к сожалению, сопряжен со значительными функциональными последствиями. Тотальная ларингэктомия приводит к полному разобщению верхних и нижних дыхательных путей и требует установки постоянной трахеостомы с воздуховодом в области шеи или формирования открытого фонационного окна [4] (рис. 1).

Изменения в анатомии и выключение из респираторного тракта верхних дыхательных путей приводят к серьезным последствиям для пациента и значительно ухудшают качество жизни: изменяется голос и нарушается способность к звукообразованию, нарушается обоняние, развивается респираторная дисфункция с функциональными, а при длительном существовании открытой трахеостомы, органическими изменениями трахеобронхиального дерева. Постоянное раздражение неприспособленного для таких воздействий эпителия трахеи

приводит к увеличенному образованию вязкой слизи, частому надсадному кашлю, причем преимущественно в ночные часы, одышке, а также частым эпизодам острых респираторных заболеваний, тяжело переносимых онкологическими больными. Все это неминуемо приводит к ухудшению общего самочувствия – немотивированной слабости и быстрой утомляемости, тревожности и проблемам со сном из-за кашля. Все эти и множество других аспектов онкологического заболевания как такового приводят к серьезной социальной дезадаптации пациента [5].

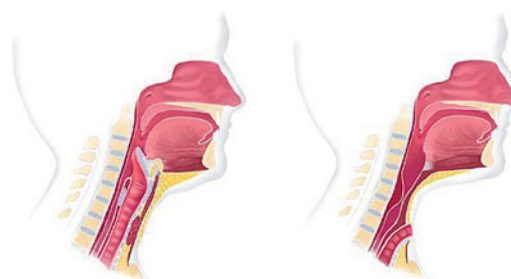


Рис. 1. Схематическое изображение нормальной анатомии верхних дыхательных путей (А) и анатомии шеи после тотальной ларингэктомии (В). После полной ларингэктомии верхние дыхательные пути разобщены и воздух попадает в легкие сразу через трахеостому на шее

Fig. 1. Schematic representation of the normal anatomy of the upper respiratory tract (A) and anatomy of the neck after total laryngectomy (B). After complete laryngectomy, the upper airways are disconnected and air enters the lungs directly through the tracheostomy stoma on the neck

Последствия «выключения» верхних дыхательных путей из респираторного тракта

При нормальном носовом дыхании у человека с неизменной анатомией воздух, проходя через полость носа и носоглотку, нагревается и увлажняется. Так, верхние дыхательные пути способны нагреть воздух с показателями температуры вдыхаемого атмосферного воздуха и относительной влажности равными, например 22 °С и 40% до показателей температуры воздуха и относительной влажности, равных 29 °С и 70% уже в полости носа, и далее – до 32 °С и 99% соответственно на уровне верхних отделов трахеи [6–8].

Таким образом, пройдя верхние дыхательные пути, воздух кондиционируется – подогревается и увлажняется, а также очищается от находящихся в воздухе частиц пыли и микроорганизмов при участии реснитчатого эпителия. Естественно, при разобщении верхних и нижних дыхательных путей, причем, по сути, неважно, полном (при ларингэктомии) или частичном (при трахеостомии по поводу неврологического или иных нарушений), респираторный тракт функционально укорачивается и начинается непосредственно в трахее – вдох и выдох происходят через трахеостому, расположенную на шее. Это приводит к смещению начала поступления воздуха в сторону более периферически расположенных дыхательных путей, что оставляет большую часть дыхательных путей на неоптимальных уровнях увлажнения. Вдыхаемый через трахеостому воздух, например 22 °С и 40% влажности кондиционируется только до 27–28 °С и 50% влажности на уровне карины.

Именно недостаточная влажность и температура поступающего воздуха вызывают дисфункцию двигательной активности ресничек эпителия трахеи различной степени – от замедления до полной остановки движения. Реснички являются основным фильтром для частиц пыли и микроорганизмов, обеспечивая продукцию и движение слизи по направлению к гортани, тем самым удаляя нежелательные агенты из вдыхаемого воздуха [9].

Экспериментально установлено, что идеальными условиями для цилиарной активности, необходимой для поддержания адекватной функции легких, является температура воздуха 37 °С и относительная его влажность около 100%. Исследования *in vivo* на кроликах показали, что при температуре тела 37 °С реснички перестают двигаться, когда относительная влажность падает ниже 50%. Снижение относительной влажности воздуха до 60% приводит к уменьшению мукоцилиарной активности на 30% [10]. С течением времени отмечены также микроскопические изменения многоядного мерцательного эпителия трахеи в виде утраты или снижения числа ресничек трахеи [11]. Вышеизложенные факты демонстрируют крайнюю важность кондиционирования поступающего в нижние дыхательные пути воздуха для обеспечения адекватной функции бронхов и легких. В условиях разобщения полости носа, носоглотки и трахеи эту функцию возможно компенсировать с помощью применения внешних тепло-влажнителей (ТВО).

Фильтрация поступающего воздуха важна по нескольким причинам, главная из которых – это предотвращение заражения вирусами и бактериями воздушно-капельным путем [9]. Давно доказан тот факт, что риск заражения респираторными инфекциями напрямую связан с инфицирующей дозой патогена и числом частиц, необходимых для возникновения инфекционного заболевания [9]. Прохождение воздуха через верхние дыхательные пути помогает снизить количество вдыхаемых

патогенных частиц, тем самым снижая вероятность их проникновения и достижения инфицирующей дозы.

Носом и носоглоткой фильтруются не только бактерии и вирусы, но и другие частицы, такие как пыльца растений, пыль, поллютанты и аллергены, в т.ч. так называемые ультрадисперсные частицы (УДЧ), относящиеся к самым вредным фракциям загрязнения атмосферного воздуха, которые вне зависимости от их содержания губительны для здоровья человека [12–14]. УДЧ способны накапливаться в легких и вызывать патологические процессы, приводящие к различным поражениям паренхимы легких [14]. В литературе высказывается предположение о том, что снижение воздействия УДЧ на бронхолегочные структуры имеет непосредственный и довольно быстрый эффект в плане улучшения здоровья, что имеет значение при расчете экономической эффективности применения внешних фильтров и ТВО у пациентов с трахеостомой [15].

Процесс фильтрации воздуха – сложный и многокомпонентный процесс и зависит от множества параметров: частоты дыхания, скорости воздушного потока и диаметра вдыхаемых частиц. У пациентов, перенесших ларингэктомию или трахеотомию, фильтрационная функция верхних дыхательных путей, по сути, полностью утрачена. Такие пациенты гораздо больше подвержены осаждению всех типов частиц, находящихся в воздухе, в нижних дыхательных путях, что приводит как к увеличению частоты респираторных инфекций, так и обуславливает усиление кашля и продукцию вязкой слизи в качестве защитной реакции на попадание раздражающих агентов в трахею и бронхи, вызывая крайне дискомфортные ощущения сухости и першения в горле, постоянный ночной кашель и, как следствие, нарушение сна. Все это истощает пациентов и снижает качество их жизни.

Прямое попадание неочищенного и неувлажненного воздуха в трахею и бронхи ведет к описанным выше патологическим процессам, заставляя защитные механизмы слизистой оболочки функционировать на пределе мощности, обуславливает процесс хронического воспаления дыхательных путей. Как следствие, это влечет за собой изменение гистологической структуры трахеи. У существенной доли пациентов отмечается плоскоклеточная метаплазия респираторно-цилиарного эпителия, воспалительные изменения собственной пластинки слизистой оболочки в течение 6–12 месяцев после оперативного вмешательства [16, 17].

Роль и возможности ТВО у пациентов после трахеостомии

Безусловно, понимание необходимости защиты дыхательных путей от пыли и микробов появилось довольно давно, и многие врачи, да и сами пациенты разрабатывали некие устройства для постоянного или временного ношения в области трахеостомы. По сей день, несмотря на достижения в этой сфере, наиболее популярным и простым является применение специальной повязки или фартука, защищающей трахеостомическое отверстие. Очевидно, что такая защита минимальна и недопустима для длительного применения. Безусловно, повязки из различных материалов могут справляться лишь с фильтрацией крупных частиц, не обеспечивая ни кондиционирования воздуха, ни адекватной защиты от инфекций. Научно-технический прогресс и понимание физических принципов фильтрации и кондиционирования воздуха способствовали появлению эффективных конструкций ТВО. Первый функционирующий фильтр-кондиционер был введен в практику в середине прошлого столетия,

и с тех пор ТВО прочно вошли в арсенал инструментов респираторной медицины и реабилитации во всех ее проявлениях. При том что ни один аппарат искусственной вентиляции легких (ИВЛ) или устройство респираторной поддержки немыслим без встроенного ТВО, в обход специалистов в области реабилитации и пациентов после ларингэктомии и трахеотомии эти устройства начали входить относительно недавно, до сих пор являясь открытием и даже неким «элементом роскоши», несмотря на высочайшую эффективность [9].

Итак, что же представляет собой современный ТВО, предлагаемый пациентам после трахеостомии? Это небольшой сменный фильтр в пластиковой рамке, который вставляется в держатель клапана на клейкой основе. Последний крепится к коже в области трахеостомного отверстия (рис. 2).

Сам фильтр представлен прослойкой из полиуретановой инертной пены, пропитанной гигроскопической солью, чаще всего хлоридом кальция и иногда бактерицидными растворами [18, 19]. Такая прослойка действует как поверхность для конденсации и поглощения жидкости.

Комбинация гигроскопической соли и ячеистой структуры фильтра действует следующим образом: на выдохе воздух охлаждается в результате проникновения через фильтрующую мембрану, на мембране конденсируется влага и поглощается тепло, на вдохе поглощенное тепло испаряет конденсат и нагревает вдыхаемый воздух, а гигроскопическая соль отдает молекулы воды, увлажняя его. Таким образом достигается две цели: подогрев и увлажнение воздуха не только обеспечивается в принципе, но и регулируется относительной влажностью выдыхаемого газа и температурой тела самого пациента. Фильтрующая способность ТВО обусловлена в большей степени способностью задерживать довольно крупные частицы и в большинстве случаев не так эффективна в отношении вирусных и бактериальных агентов, а также УДЧ, в т.ч. и по той причине, что для обеспечения комфортного дыхания необходим сравнительно крупный размер пор фильтра [5].

Как уже отмечалось выше, изучение свойств фильтрации воздуха показало, что ТВО не может полностью обеспечить замену фильтрующей функции верхних дыхательных путей, однако применение стандартных ТВО несущественно уменьшает колонизацию нижних дыхательных путей патогенными микроорганизмами, однако значительно улучшает состояние бронхов в основном за счет восстановления функции реснитчатого эпителия и его собственной защитной способности [20].

Однако одна из разработок фирмы Atos, ТВО Provox Micron HME® позволила добиться высокой степени защиты от микробов. В этом фильтре сочетаются возможности высокоэффективного ТВО и электростатического фильтра (99% эффективность в фильтрации бактерий и вирусов).

В исследовании, проведенном I. Vrook и соавт. отмечено снижение частоты симптомов простуды и гриппа, а также клинических проявлений астмы и аллергии у 33% пациентов, применявших Provox Micron® (рис. 3); у 39% отмечено существенное уменьшение кашля и отхождения вязкой мокроты после начала применения ТВО Provox Micron® [21].

Provox Micron® сконструирован для использования у пациентов после ларингэктомии, а еще один продукт линейки Atos Medical, сочетающий в себе свойства не только эффективного ТВО, но и электростатического фильтра, блокирующего аллергены, бактерии и вирусы – ProTrach XtraCare® – разработан для применения совместно с трахеостомической трубкой и позволяет подключать коннектор для подачи дыхательной



Рис. 2. Provox XtraHME® и наклейка-фиксатор StabiliBase®
Fig. 2. Provox XtraHME® and StabiliBase® fixative sticker



Рис. 3. ТВО Provox Micron®, оснащенный электростатическим фильтром, обеспечивающим эффективную защиту от патогенных микроорганизмов и УДЧ

Fig. 3. Provox Micron® TBO is equipped with an electrostatic filter that provides effective protection against pathogens and UFP

смеси (этот вид продукции уже не производится). Технические характеристики ProTrach XtraCare® близки к таковым у Provox Micron®: более 98% эффективность фильтрации УДЧ (100 нм) и 99% эффективность бактериальной и вирусной фильтрации.

Итак, современный эффективный ТВО должен обладать следующими параметрами: 1) способностью к увлажнению воздуха (посредством сохранения выдыхаемой влаги и возвращения ее при выдохе); 2) возможностью нагрева воздуха без дополнительных источников энергии; 3) фильтрацией воздуха от пыли, аллергенов, УДЧ, а также микроорганизмов; 4) увеличением сопротивления дыханию [18, 22].

Сопротивление дыханию – это еще один параметр, о котором не всегда упоминают производители, тогда как он крайне важен для адекватного функционирования и вентиляции всего объема легких. Логично, что извитость носовых ходов, естественные выступы внутренней поверхности глотки и гортани создают довольно существенное сопротивление воздуху как на вдохе, так и на выдохе. Беспрепятственное прохождение воздушного потока через прямую и сравнительно короткую трубку трахеи и главных бронхов будет обеспечивать вентиляцию лишь верхних, точнее, центральных отделов легких, приводя к функциональному бездействию прочей паренхимы, что неминуемо повлечет патологические изменения в нижних отделах легких. Интересно, что несмотря на то, что ТВО представляет собой, по сути, довольно существенное препятствие потоку воздуха, сопротивление воздуху, достигаемое ТВО, ниже, чем

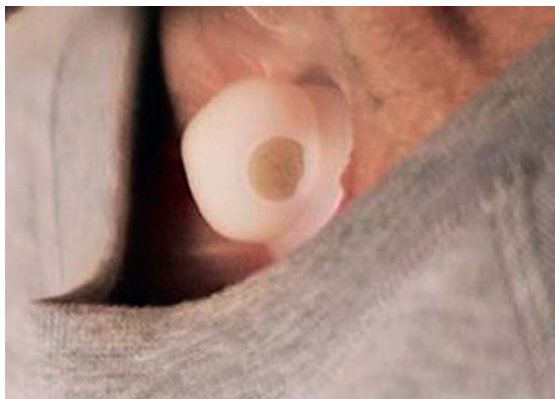


Рис. 4. TVO Provox Luna®, установленный на трахеостому
Fig. 4. TVO Provox Luna® mounted on the tracheostomy

сопротивление, достигаемое при прохождении воздуха через верхние дыхательные пути. При этом дискомфорт, описываемый пациентами на первых порах применения TVO, довольно значим и связан в основном с субъективным ощущением затруднения вдоха и выдоха. Это связано, по всей вероятности, с различиями в механизмах действия и направлении потока воздуха при прохождении его через нос и через фильтр TVO. Так или иначе, создание конструкции, сочетающей комфорт в применении и адекватное сопротивление дыханию, является нелегкой задачей, с которой успешно справляются производители линейки TVO Atos Medical [5].

Клинические эффекты применения TVO

Проблема легочной реабилитации у пациентов после операций на гортани и глотке и трахеотомии по праву привлекла внимание многих исследователей. Еще в 1960 г. было описано, что применение TVO может снизить потерю жидкости, которая при дыхании через трахеостому в среднем составляет 500 мл, при постоянном использовании TVO помогают удерживать от 250–300 мл жидкости [22].

В 1990 г. вышла первая публикация о влиянии TVO на респираторные симптомы у 42 ларингэктомированных пациентов. Было обнаружено, что TVO значительно снижает выработку мокроты, уменьшает интенсивность кашля с целью очистки дыхательных путей, а также снижает потребность очистки трахеостомы уже через 6 недель после начала использования устройства. Такое уменьшение респираторных симптомов привело к улучшению качества жизни, значительно уменьшились симптомы усталости и недомогания, улучшилась и социальная адаптация [23]. Микроклимат трахеи очень быстро улучшается (в среднем в течение 6 суток) после начала применения и, напротив, отмечается возобновление симптомов при отказе от использования TVO [7]. Благодаря применению TVO уменьшается количество мокроты и образование корки вокруг трахеостомы, что облегчает обслуживание последней [24].

В многоцентровом исследовании в Нидерландах протестирован TVO Atos Freevent® у 59 пациентов после ларингэктомии. Опрос пациентов в течение 3 и 6 месяцев использования показал, что TVO значительно уменьшают частоту развития изнуряющего кашля, улучшая, как следствие, социальную адаптацию ($p < 0,001$), а также уменьшая тревожность и частоту депрессии ($p < 0,05$) [17].

В 2003 г. проведено достаточно крупное 6-месячное плацебо-контролируемое исследование эффективности применения TVO Trachinaze®. Результаты работы показали, что среди пациентов, применявших TVO ($n=25$), наблюдалось значительное уменьшение частоты жалоб на одышку, изнуряющий ночной кашель, достоверно меньшее количество выделяемой слизи и мокроты, а также частоты респираторных инфекций по сравнению с группой плацебо ($n=25$; применение фартука в качестве защиты трахеостомы) [25].

Если вопрос непосредственной фильтрации патогенных микробов все еще находится в стадии разработки [5], то способность TVO практически полностью взять на себя функцию кондиционирования верхних дыхательных путей уже доказана и сомнений не вызывает [17]. Вдыхаемый воздух при прохождении через кассету TVO увлажняется и нагревается, тем самым создавая условия, соответствующие физиологическим в области нижних дыхательных путей. Использование кассеты само по себе приводит к увеличению сопротивления дыханию, что уменьшает динамическую компрессию дыхательных путей, улучшая вентиляцию легких, и, наконец, действуя как фильтр, TVO удаляет большую часть пыли и поллютантов, находящихся во вдыхаемом воздухе. Благодаря этому частота развития респираторных симптомов в группе пациентов, применявших TVO существенно меньше [5]. Преимущественно ночной изнуряющий кашель, лишающий сна, является одним из факторов, наиболее сильно ухудшающих жизнь трахеостомированных пациентов. В связи с этим крайне важным результатом регулярного применения TVO оказалась нормализация сна благодаря практически полному исчезновению кашля ночью [10, 26]. Особенно интересной является одна из разработок производителей Atos Medical, TVO для ночного использования – Provox Luna HME® (рис. 4). Устройство представляет собой TVO в мягком силиконовом держателе с довольно высокими показателями увлажнения при низких показателях перепада давления (55 Па при 30 л/мин при потере влаги 21,4 мг H₂O/л) воздуха. Это позволяет добиться оптимального увлажнения в сочетании с наименьшим дискомфортом от сопротивления дыханию.

Исследование, проведенное Atos Medical с ReD Associates, показало, что до 80% пациентов не используют TVO ночью по целому ряду причин. Это и физические неудобства применения TVO во время сна из-за недостаточной эргономичности устройств, и отсутствие знаний о важности совместного использования TVO в круглосуточном режиме, и такой немаловажный аспект, как необходимость периодического отдыха кожи из-за раздражения вокруг стомы из-за клея фиксирующего пластыря или трубки. Специальный дизайн TVO Provox Luna® обеспечивает, во-первых, минимальный диаметр кассеты и, во-вторых, крепится к коже с помощью специального клея на гидрогелевой основе, который, по сути, представляет собой раневой гидрогелевый пластырь на водной или глицериновой основе, оптимальной для сухих ран или экссудатов с минимальным или средним выпотом [27]. Это позволяет обеспечивать оптимальный контроль состояния кожи вокруг стомы в сочетании с эффектами от применения TVO в отношении состояния дыхательных путей [5, 17, 25, 27].

Безусловно, оптимальным является применение TVO в режиме 24/7, однако в реалиях жизни это не всегда представляется возможным. Пациенты часто вынуждены отказываться от регулярного ношения TVO по экономическим причинам, и в этих условиях применение TVO хотя бы в ночном режиме позволяет



Рис. 5. Provox FreeHands HME® с кассетой TVO Provox FreeHands HME® и наклейкой-фиксатором StabiliBase®

Fig. 5. Provox FreeHands HME® with Provox FreeHands HME® TVO Cassette and StabiliBase® Fixative Sticker

достичь некоторого компромисса между минимизацией респираторных симптомов и комфорта во время сна и затратами.

Итак, тепло- и влагообменники зарекомендовали себя, как хороший и быстрый способ минимизировать последствия разобщения верхних и нижних дыхательных путей и укорочения респираторного тракта. Исследования безоговорочно демонстрируют, что пациенты удовлетворены применением ТВО и замечают изменения уже с первых недель использования: ежедневный кашель, регулярное форсированное отхаркивание и выделение мокроты, немотивированная слабость и снижение толерантности к физическим нагрузкам значительно уменьшаются уже через 2 недели и практически исчезают к 12-й неделе использования у пациентов, никогда ранее не применявших ТВО [27, 28].

Однако нельзя не упомянуть, что в начале применения ТВО пациенты очень часто испытывают дискомфорт, особенно если этому предшествовал некоторый период дыхания через открытую трахеостому. Основной жалобой является ощущение затруднение дыхания в течение первых 2 недель использования, однако уже через 6 недель пациенты привыкают к этому ощущению, а уже через 12 недель применения более 96% больных сообщают, что дыхание ощущается равным или менее напряженным по сравнению с дыханием через открытую стому. Этот момент очень важно учитывать при планировании применения ТВО у трахеостомированных пациентов и, при возможности, начинать использование ТВО, во-первых, сразу после наложения постоянной трахеостомы уже в стационаре, а, во-вторых, обеспечить постоянный контроль со стороны медицинского персонала на первых порах применения ТВО, что помогает правильно настроить пациентов и повысить эффективность реабилитации [29].

Для того чтобы улучшить свойства ТВО необходимо иметь представление о влиянии отдельных характеристик на выраженность клинического эффекта. Так, наиболее четкие корреляции были установлены между уменьшением респираторных симптомов, улучшением качества жизни и способностью устройства к адекватному подогреву и увлажнению воздуха [8]. Представители современных поколений ТВО имеют прекрасные показатели производительности влагообмена, что клинически проявляется в улучшении микроклимата в полости трахеи, значительном уменьшении продукции слизи и прочей респираторной симптоматики [25, 30]. Одна из недавних разработок фирмы Atos Medical ТВО Provox XtraMoist® максимально приближен по функциям тепло- и влагообмена к человеческому носу, обладая максимальными возможностями увлажнения воздуха по сравнению с предыдущей моделью благодаря целому ряду доработок,

в т.ч. увеличению объема носителя ТВО [26, 31]. Единственным, пожалуй, недостатком ТВО с улучшенным влагообменом является относительно короткий срок службы кассеты. Van den Boer и соавт. разработали дополнительное исследование для оценки остаточной способности поглощения воды использованными ТВО (XtraMoist®, XtraFlow®, Normal® и HiFlow®) путем измерения разницы между влажной и сухой массами ядра. Результаты исследования показали, что способность гигроскопического наполнителя поглощать воду является клинически приемлемой, но уже не оптимальной после 24-часового применения ТВО, что диктует необходимость ежедневной смены кассет [32].

Для удобства фонации в дополнение к системе ТВО Provox HME®, которая требует окклюзии пальцем для звукоизвлечения, была разработана система Provox FreeHands HME® (рис. 5). Эта система объединяет автоматический речевой клапан Provox FreeHands HME® с кассетой ТВО. Во время фонации при выдохе мембрана речевого клапана закрывается автоматически, направляя поток воздуха через голосовой протез в пищевод. Эта система разработана специально для трахеопищеводных голосовых протезов и имеет целый ряд уникальных особенностей. Во-первых, это комбинация ТВО-кассеты и речевого клапана (клапан не может использоваться без ТВО), что позволяет использовать все возможности ТВО для легочной реабилитации. Во-вторых, это регулируемый предохранительный клапан, бесшумно и безопасно «сравливающий» воздух, который накапливается при кашле. И, в-третьих, широкие возможности фонации благодаря наличию речевых мембран трех различных уровней силы для приспособления к разным речевым модуляциям, а также возможность самостоятельно отключать функцию речевого клапана, когда закрытие его нежелательно, просто переводом клапана в положение «выключено».

Плюсы применения ТВО в респираторной реабилитации пациентов очевидны, однако относительно высокая стоимость расходных материалов ограничивает широкое применение ТВО среди пациентов с постоянной трахеостомой. При изучении экономической эффективности применения ТВО по сравнению со стандартным уходом (обслуживание трахеостомы, аспирационная система, внешний увлажнитель воздуха, затраты на лечение частых ОРЗ) в рамках оценки концепции откорректированной по качеству и продолжительность жизни (QALY – quality-adjusted life-year) были получены довольно убедительные результаты в пользу общей выгоды применения ТВО, особенно при включении последних в арсенал средств реабилитации в раннем послеоперационном периоде. Таким образом, ТВО оказались более выгодными в использовании и более эффективными в реабилитации обсуждаемой категории больных [26].

При исследовании эффективности и влияния на послеоперационные осложнения при раннем начале использования ТВО у 48 пациентов после ларингэктомии наблюдалось значительное сокращение числа сеансов физиотерапии (1,75 дня против 3,20 дня, $p=0,034$), послеоперационных осложнений, например закупорка трахеостомы слизью (3/24, 12,5%), у пациентов с ТВО по сравнению с 21/24 (87,5%) больным, использующим внешние увлажнители ($\chi^2=9,375$; $p=0,002$), а также общих затрат на послеоперационный уход [4].

Помимо безоговорочного улучшения качества жизни трахеостомированных пациентов после начала регулярного применения ТВО есть исследования, объективно доказывающие значимо меньшую частоту развития трахеобронхитов и пневмоний в когорте пациентов, применявших ТВО на протяжении нескольких лет. Довольно интересный дизайн исследования разработал

van den Boer: были ретроспективно оценены за период с 1973 по 2013 г. данные медицинской документации 89 пациентов и анкетированы врачи, занимающиеся лечением этих больных. У хирургов, не использующих ТВО в практике, было выявлено 0,129 респираторных инфекций на одного пациента в год, а у использующих эти устройства – всего 0,092 [33].

Несмотря на очевидные плюсы регулярного применения ТВО у пациентов с постоянной трахеостомой, частота их применения не столь высока не только в России, но и в странах Европы. Частота применения этих устройств пациентам зависит от множества факторов. Это и организация реабилитационных мероприятий в лечебном учреждении, и заинтересованность врача в послеоперационных мероприятиях для пациента, и информированность самих больных о возможностях ТВО, а также поддержка на этапах обучения пользования устройством [23]. Поскольку стоимость качественных эффективных и удобных ТВО для постоянного ношения сравнительно высока, безусловно, повсеместное применение их станет возможным лишь при финансовой поддержке государства, в частности включения ТВО в реестр технических средств реабилитации с целью обеспечения устройством всех социальных групп пациентов.

Вывод

Безусловно, ТВО, называемый пациентами «искусственный нос», не может полностью заменить функцию верхних дыхательных путей, но многолетний опыт и наблюдения доказывают, что устройства для тепло- и влагообмена значительно улучшают отдаленные результаты лечения после ларинго- и трахеостомии, а самое главное, качество жизни пациентов уже с первых недель применения, сводя к минимуму респираторные симптомы и уменьшая число госпитализаций по поводу легочных инфекций, а также помогая лучше адаптироваться в социальной среде и справляться с дискомфортом, возникшим вследствие болезни. Данные аспекты служат веской причиной необходимости применения систем ТВО в рутинной практике в качестве главного способа легочной реабилитации в центрах хирургии головы и шеи.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Sienson K.M. *Epidemiology and risk factors for head and neck cancer. US; 2020.*
2. Jain K., Sikora A., Baxi S., Morris L. *Synchronous Cancers in Patients With Head and Neck Cancer: Risks in the Era of Human Papillomavirus-Associated Oropharyngeal Cancer; Oral Oncol. 2017;23(68):60–6. doi: 10.1002/ncr.27988.*
3. Akinkugbe A., Garcia D., Brickhouse T.H., Mosavel M. *Lifestyle Risk Factor Related Disparities in Oral Cancer Examination in the U.S: A Population-Based Cross-Sectional Study; BMC Public Health, 2020;20(1):153. doi: 10.1186/s12889-020-8247-2.*
4. Foreman A., De Santis R.J., Sultanov F., Enepekides D.J., Higgins K.M. *Heat and moisture exchanger use reduces in-hospital complications following total laryngectomy: a case-control study. J. Otolaryngol. Head Neck Surg. 2016;45(1):40. Patients undergoing total laryngectomy. ORL Head Neck Nurs. 2014;32(1):20–3. doi: 10.1186/s40463-016-0154-2.*
5. Zuur J.K., Muller S.H., de Jongh F.H., van Zandwijk N., Hilgers F.J. *The physiological rationale of heat and moisture exchangers in post-laryngectomy pulmonary rehabilitation: a review. Eur. Arch. Otorhinolaryngol. 2006;263(1):1–8. doi: 10.1007/s00405-005-0969-3.*
6. Ingelstedt S. *Studies on the conditioning of air in the respiratory tract. Acta Otolaryngol. Suppl. 1956;131:1–80.*
7. Keck T., Leiaccker R., Heinrich A., Kuhnemann S., Rettinger G. *Humidity and temperature profile in the nasal cavity. Rhinology. 2000;38(4):167–71.*
8. Scheenstrra R.J., Muller S.H., Hilgers F.J. *Endotracheal temperature and humidity in laryngectomized patients in a warm and dry environment and the effect of a heat and moisture exchanger. Head Neck. 2011;33(9):1285–93. doi: 10.1002/hed.21597.*
9. Schwab J.A., Zenkel M. *Filtration of particulates in the human nose. Laryngoscope. 1998;108(1 Pt. 1):120–4. doi: 10.1097/00005537-199801000-00023.*
10. Bien S., Okta S., Corina J. van As-Brooks C.J., Ackerstaff. *The effect of a Heat and Moisture Exchanger (Provox HME) on pulmonary protection after total laryngectomy: a randomized controlled study. EUFOS. 2009;267(3):429–35. doi: 10.1007/s00405-009-1018-4.*
11. Van den Boer C., Muller S., Vincent A., Zuchner K. *Ex Vivo Method for Measuring Water Exchange Performance of Heat and Moisture Exchangers for Tracheostomy Application. Eur. Arch. Otorhinolaryngol. 2014;271(2):359–66. doi: 10.1007/s00405-013-2528-7.*
12. Kelly F.J., Fussell J.C. *Air pollution and airway disease. Clin. Exp. Allergy. 2011;41(8):1059–71. doi: 10.1111/j.1365-2222.2011.03776.x.*
13. *Particulate matter: Basic Information: US EPA (United States Environmental Protection Agency); 2014 [updated 2014]. Available from: <http://www.epa.gov/pm/basic.html>.*
14. *WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, Global update 2005, Summary of risk assessment. 2005 [updated 2005]. Available from: http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf.*
15. Lepeule J., Laden F., Dockery D., Schwartz J. *Chronic exposure to fine particles and mortality: an extended follow-up of the Harvard Six Cities study from 1974 to 2009. Environ Health Perspect. 2012;120(7):965–70. doi: 10.1289/ehp.1104660.*
16. Harris S., Jonson B. *Lung function before and after laryngectomy. Acta Otolaryngol. 1974;78(3–4):287–94. doi: 10.3109/00016487409126358.*
17. Ackerstaff A.H., Hilgers F.J., Balm A.J., Van Zandwijk N. *Long-term pulmonary function after total laryngectomy. Clin. Otolaryngol. Allied Sci. 1995;20(6):547–51. doi: 10.1111/j.1365-2273.1995.tb01599.x.*
18. Grolman W., Blom E.D., Branson R.D., Schouwenburg P.F., Hamaker R.C. *An efficiency comparison of four heat and moisture exchangers used in the laryngectomized patient. Laryngoscope. 1997;107(6):814–20. doi: 10.1097/00005537-199706000-00017.*
19. Brusasco C., Corradi F., Vargas M., Bona M., Bruno F., Marsili M., et al. *In vitro evaluation of heat and moisture exchangers designed for spontaneously breathing tracheostomized patients. Respir. Care. 2013;58(11):1878–85. doi: 10.4187/respcare.02405.*
20. Kramp B., Donat M., Dommerich S., Pau H.W., Podbielski A. *Prospective controlled study of microbial colonization of the trachea in tracheotomized and laryngectomized patients with HME (heat and moisture exchanger). Acta Otolaryngol. 2009;129(10):1136–44. doi: 10.1080/00016480802572517.*
21. Brook I., Bogaardt H., van As-Brooks C. *Long-term use of heat and moisture exchangers among laryngectomees: medical, social, and psychological patterns. Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 2013;122(6):358–63. doi: 10.1177/000348941312200602.*
22. Verkerke G.J., Geertsema A.A., Schutte H.K. *Airflow resistance of airflow-regulating devices described by independent coefficients. Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 2001;110(7 Pt. 1):639–45. doi: 10.1177/000348940111000709.*
23. Beck A.C.C., Reijl V.P., van den Brekel M.W.M., van Harten W.H. *Patient Access to Voice Prosthesis and Heat and Moisture Exchangers: Factors Influencing Physician's Prescription and Reimbursement in Eight European Countries. Oral Oncol. 2019;91:56–64. doi: 10.1016/j.oraloncology.2019.02.017.*

24. *Icuspit P., Yarlagadda B., Garg S., Johnson T., Deschler D. Heat and moisture exchange devices for Retel V.P., van den Boer C., Steuten L.M., Okla S., Hilgers F.J., van den Brekel M.W.. Cost-effectiveness of heat and moisture exchangers compared to usual care for pulmonary rehabilitation after total laryngectomy in Poland. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2015;272(9):2381–8. doi: 10.1007/s00405-015-3618-5.*
25. *Jones A.S., Young P.E., Hanafi Z.B., Makura Z.G., Fenton J.E., Hughes J.P. A Study of the Effect of a Resistive Heat Moisture Exchanger (Trachinaze) on Pulmonary Function and Blood Gas Tensions in Patients Who Have Undergone a Laryngectomy: A Randomized Control Trial of 50 Patients Studied Over a 6-month Period. Head and Neck. 2003;25(5):361–7. doi: 10.1002/hed.10264.*
26. *Retel V.P., van den Boer. Cost-effectiveness of heat and moisture exchangers compared to usual care for pulmonary rehabilitation after total laryngectomy in Poland. Eur. Arch. Otorhinolaryngol. 2015;272:2381–8. doi: 10.1007/s00405-015-3618-5.*
27. *Parrilla C., Minni A., Bogaardt H. Pulmonary Rehabilitation After Total Laryngectomy: A Multicenter Time-Series Clinical Trial Evaluating the Provox XtraHME in HME-Naïve Patients. Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 2015;124(9):706–13. doi: 10.1177/0003489415579219.*
28. *Herranz J., Espiño M.A., Morado C.O. Pulmonary Rehabilitation After Total Laryngectomy: A Randomized Cross-Over Clinical Trial Comparing Two Different Heat and Moisture Exchangers (HMEs). Otorhinolaryngol. 2013;270(9):2479–84. doi: 10.1007/s00405-013-2493-1.*
29. *Macri G.F., Bogaardt H., Parrilla C., Minni A. Patients' experiences with HMEs and attachments after total laryngectomy. Clin. Otolaryngol. 2016;41(6):652–9. doi: 10.1111/coa.12578.*
30. *van den Boer C., Muller S., Vincent A.D., Zuchner K. A Novel, Simplified Ex Vivo Method for Measuring Water Exchange Performance of Heat and Moisture Exchangers for Tracheostomy Application. Respir. Care. 2013;58(9):1449–58. doi: 10.4187/respcare.02369.*
31. *van den Boer C., Muller S.H., van der Noort V., Minni A., Parrilla C. Effects of Heat and Moisture Exchangers on Tracheal Mucociliary Clearance in Laryngectomized Patients: A Multi-Center Case-Control Study. Eur. Arch. Otorhinolaryngol. 2015;272(11):3439–50. doi: 10.1007/s00405-014-3336-4.*
32. *van den Boer C., Vas Nunes J.H., Muller S.H., van der Noort V., van den Brekel M.W., Hilgers Water Uptake Performance of Hygroscopic Heat and Moisture Exchangers after 24-Hour Tracheostoma Application". Otolaryngol. Head Neck Surg. 2014;150(6):999–1004. doi: 10.1177/0194599814527420.*
33. *van den Boer C. van Harten M.C., Hilgers F.G.M., van den Brekel M.W.M. Incidence of Severe Tracheobronchitis and Pneumonia in Laryngectomized Patients: A Retrospective Clinical Study and a European-wide Survey Among Head and Neck Surgeons. Eur. Arch. Otorhinolaryngol. 2014;271(12):3297–303. doi: 10.1007/s00405-014-2927-4.*

Поступила 30.04.20

Принята в печать 11.05.20

Received 30.04.20

Accepted 11.05.20

Вклад авторов: И.В. Решетов, А.С. Фатьянова — концепция и дизайн исследования; М.А. Игнатъева — сбор и обработка материала; М.А. Игнатъева, А.С. Фатьянова — написание текста; И.В. Решетов — редактирование.

Authors' contributions: I.V. Reshetov, A.S. Fatyanova — research concept and design; M.A. Ignatyeva — collection and processing of material; M.A. Ignatyeva, A.S. Fatyanova — writing a text; I.V. Reshetov — editing.

Информация об авторах:

И.В. Решетов — д.м.н., профессор, академик РАН, заведующий кафедрой онкологии, радиотерапии и пластической хирургии Института кластерной онкологии им. Л.Л. Левшина ПМГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет), заведующий кафедрой онкологии и пластической хирургии ФГБУ ФНКЦ Академия постдипломного образования ФМБА России, Москва; e-mail: ivreshetov@mail.ru; ORCID: 0000-0002-0909-6278

А.С. Фатьянова — к.м.н., доцент кафедры онкологии, радиотерапии и пластической хирургии Института кластерной онкологии им. Л.Л. Левшина ПМГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет), доцент кафедры онкологии и пластической хирургии ФГБУ ФНКЦ Академия постдипломного образования ФМБА России, Москва; e-mail: fatyanova@mail.ru; ORCID 0000-0002-5004-8307

М.А. Игнатъева — студентка 6-го курса лечебного факультета ПМГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет), Москва; e-mail: beregnulya@gmail.com; ORCID 0000-0002-7265-784

Information about the authors:

I.V. Reshetov — Doctor of Medical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Oncology, Radiotherapy and Plastic Surgery of the Institute of Cluster Oncology named after L.L. Levshin FMSMU n.a. I.M. Sechenov (Sechenov University), Head of the Department of Oncology and Plastic Surgery, FSBI Federal Scientific Clinical Center of Postgraduate Education of the FMBA of Russia, Moscow; e-mail: ivreshetov@mail.ru; ORCID: 0000-0002-0909-6278

A.S. Fatyanova — PhD, associate professor of the Department of Oncology, Radiotherapy and Plastic Surgery of the Institute of Cluster Oncology named after L.L. Levshin FMSMU n.a. I.M. Sechenov (Sechenov University), Associate Professor, Department of Oncology and Plastic Surgery, FSBI Federal Scientific Clinical Center of Postgraduate Education, FMBA of Russia, Moscow; e-mail: fatyanova@mail.ru; ORCID 0000-0002-5004-8307

M.A. Ignatyeva — 6th year student at the Faculty of Medicine of the FMSMU n.a. I.M. Sechenov (Sechenov University), Moscow; e-mail: beregnulya@gmail.com; ORCID 0000-0002-7265-784