

Бронхиальный лаваж в лечении тяжелой бронхолегочной патологии у взрослых. Подходы к классификации

Е.Ю. Бонитенко^{1,2}, А.В. Щеголев³, С.А. Васильев¹, Н.А. Белякова², А.И. Кузьмин¹, Е.Д. Соколова¹ ✉

Лаборатория разработки метода газожидкостной искусственной вентиляции легких

¹ ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова»

Российская Федерация, 105275, Москва, пр. Буденного, д. 31

² ФГБУ «Научно-клинический центр токсикологии имени академика С.Н. Голикова Федерального медико-биологического агентства»

Российская Федерация, 192019, Санкт-Петербург, ул. Бехтерева, д. 1

³ ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» МО РФ

Российская Федерация, 194044, Санкт-Петербург, ул. Лебедева, д. 6

✉ Контактная информация: Соколова Елизавета Дмитриевна, научный сотрудник лаборатории разработки метода газожидкостной искусственной вентиляции легких ФГБНУ НИИ МТ. Email: liza.sokol86@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время бронхиальный лаваж (БЛ) широко используется в клинической практике для лечения тяжелой бронхолегочной патологии у взрослых. Однако показания и противопоказания к этой процедуре в полной мере не определены. Кроме того, в литературе не удалось найти классификацию как БЛ вообще, так и используемого с лечебной целью в частности, что существенно осложняет стандартизацию процедур его применения при различных заболеваниях.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

На основании анализа литературных данных определить возможные классификационные признаки, а также показания, противопоказания для лечебного БЛ у взрослых и возможные осложнения, которые могут возникнуть.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Лечебный БЛ можно проводить как в плановом порядке, так и по жизненным показаниям. Показаниями для планового БЛ считаются: гнойные бронхиты, пневмонии, гнойно-деструктивные инфильтрации, а также хронические заболевания легких: бронхоэктазы, интерстициальные поражения. В свою очередь показанием к экстренному лечебному БЛ является прогрессирующая острая или хроническая дыхательная недостаточность, развивающаяся на почве бронхиальной обструкции. К подобным состояниям могут быть отнесены: массивное легочное кровотечение, острая обструкция бронхов слизью и гноем, послеоперационный ателектаз и гиповентиляция легких, аспирация желудочного содержимого, тяжелая бронхиальная астма, гнойная деструкция легких, острый респираторный дистресс-синдром, термохимические поражения дыхательных путей.

Противопоказания к лечебному БЛ могут быть как абсолютные, так и относительные. Абсолютными противопоказаниями являются: непереносимость препаратов, применяемых для местной анестезии; декомпенсированная сердечная и (или) легочная недостаточность; острое нарушение мозгового кровообращения; разные виды аритмий; стеноз гортани и (или) трахеи II–III степени; нервно-психические заболевания; болевой синдром в брюшной полости; крайне тяжелое состояние больного, когда уточнение диагноза уже не может повлиять на лечебную тактику. К относительным противопоказаниям относят: острое респираторное заболевание верхних дыхательных путей; ишемическую болезнь сердца; тяжелый сахарный диабет; беременность (вторая половина); хронический алкоголизм; увеличение щитовидной железы III степени. Следует отметить, что большинство из абсолютных противопоказаний являются условными и при проведении БЛ по жизненным показаниям при соответствующем медикаментозном и техническом сопровождении не принимаются в расчет.

Классификация БЛ, используемого в лечебных целях, может быть осуществлена по следующим признакам: методу санации; используемому доступу; уровню санации; санируемой зоне; объему и составу лаважного раствора.

Обращает на себя внимание, что методики проведения процедур при различных состояниях и заболеваниях до настоящего времени остаются не регламентированными. Исключением является завершающая стадия процедуры лечебного БЛ в случае применения препаратов сурфактанта, стандартизация которой регламентирована утвержденными стандартными операционными процедурами.

Следует также отметить, что промывание бронхов с лечебной целью обосновано с патологоанатомической и патофизиологической точек зрения, однако сопровождается серьезными, хотя и временными, изменениями в легких, избежать которых частично можно, совершенствуя технику проведения лаважа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все вышесказанное свидетельствует о том, что для решения существующих проблем необходимо проведение системных исследований в данном направлении с привлечением всех заинтересованных специалистов.

Ключевые слова:	бронхиальный лаваж, бронхоскопия, тяжелая бронхолегочная патология
Ссылка для цитирования	Бонитенко Е.Ю., Щеголев А.В., Васильев С.А., Белякова Н.А., Кузьмин А.И., Соколова Е.Д. Бронхиальный лаваж в лечении тяжелой бронхолегочной патологии у взрослых. Подходы к классификации. <i>Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь</i> . 2024;13(1):88–98. https://doi.org/10.23934/2223-9022-2024-13-1-88-98
Конфликт интересов	Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
Благодарность, финансирование	Работа выполнена при поддержке Фонда перспективных исследований

Б-БЛ — бронхоскопический бронхиальный лаваж
 БЛ — бронхиальный лаваж
 в/в — внутривенно
 ИВЛ — искусственная вентиляция легких
 ЛЖ — лаважная жидкость

ЛР — лаважный раствор
 НБ-БЛ — небронхоскопический бронхиальный лаваж
 ОРДС — острый респираторный дистресс-синдром
 РБС — ригидная бронхоскопия
 ФБС — фибробронхоскопия

ВВЕДЕНИЕ

Первая публикация, посвященная использованию промывания бронхов через мочеточниковый катетер ограниченными объемами жидкости (0,5–2 л) при лечении тяжелой бронхолегочной патологии у взрослых, получившее название бронхиальный лаваж (БЛ, в дальнейшем — небронхоскопический бронхиальный лаваж, НБ-БЛ), вышла в свет в 1929 году. В этой работе *Vicente G.* были представлены результаты успешного использования НБ-БЛ при лечении бронхоэктазов, гангрены легкого и удаления инородных тел из дыхательных путей [1].

Основные работы, посвященные использованию лаважных технологий для лечения тяжелой бронхолегочной патологии, приходится на 60-е и 70-е годы XX века. Это связано, с одной стороны, с появлением и активным внедрением в клиническую практику аппаратов искусственной вентиляции легких (ИВЛ), а с другой, изобретением *S. Ikeda* в 1968 году стекловолоконного эндоскопа (фибробронхоскопа). Появление указанных разработок существенно расширило возможности эндоскопического исследования не только за счет улучшения качества осмотра трахеобронхиального дерева, проведения биопсии и введения лекарственных препаратов под визуальным контролем, но и его безопасности в плане профилактики такого грозного осложнения как гипоксия.

В начале 60-х годов XX века *Simenstad J.O. et al.* были опубликованы результаты применения НБ-БЛ с использованием больших объемов лаважных растворов (ЛР) при послеоперационных ателектазах [2], аспирации желудочного содержимого [3, 4] и наличии крови в дыхательных путях после травмы груди [5]. Проведение НБ-БЛ через интубационную трубку было впервые выполнено в 1960 году *Broom B.* у больных в астматическом статусе [6] и в дальнейшем стало стандартным для этой процедуры при различных вариантах бронхолегочной патологии [1, 7–9]. Основными показаниями для НБ-БЛ служили: астматический статус; синдром Мендельсона; аспирация инородного материала; альвеолярный протеиноз. Однако метод не нашел широкого распространения в первую очередь из-за того, что лаваж выполняли вслепую, что существенно ограничивало его эффективность [1].

В дальнейшем *Ramirez R.J. et al.* в 1965 году предложили использование для НБ-БЛ двухпросветной трубки Карленса в сочетании с общей анестезией при лечении тяжелой бронхолегочной патологии, а использование для этого больших объемов (4,0–25,0 л) — *Kylstra J.A.*

et al. в 1971 году [10]. В России данная методика лечебного лаважа впервые была применена в 1984 году Герасиным В.А. и сотрудниками Всероссийского научно-исследовательского института пульмонологии МЗ СССР. Тотальный лаваж легкого проводился в условиях общей анестезии через один из просветов интубационной трубки Карленса на фоне искусственной вентиляции одного легкого [11].

Другое направление развития лаважных технологий для лечения тяжелой бронхолегочной патологии связано с появлением и развитием бронхоскопической техники. Впервые данная процедура выполнена в 1964 году *Thompsо H.T.* и *Pryor W.J.* при лечении пациента с резистентной к терапии бронхиальной астмой (с использованием большого количества ЛР под наркозом) [12]. В 1966 году авторами была опубликована методика проведения бронхоскопического бронхиального лаважа (Б-БЛ) во время ригидной бронхоскопии (РБС), ставшая классической, а также результаты лечения 92 больных с тяжелыми формами бронхиальной астмы, хроническим бронхитом и эмфиземой. Следует также отметить, что, по мнению авторов, даже тяжелое состояние пациентов с бронхиальной астмой не является противопоказанием, поскольку лаваж оказался наиболее эффективным именно у этой категории больных [13]. Выполнение Б-БЛ было связано с трудностью ИВЛ (проводимой по методу Фриделя–Лукомского) во время РБС (с использованием жесткого бронхоскопа типа Фриделя) у больных, находившихся в астматическом статусе. Она выражалась в ухудшении вентиляции и развитии гипоксии при использовании больших объемов ЛР, что привело к их уменьшению (появлению небольших порций по 20–30 мл) [1]. В свою очередь проблему гипоксии при Б-БЛ во время РБС при лечении тяжелой бронхолегочной патологии удалось разрешить сначала с помощью инъекционной вентиляции легких, а в дальнейшем — высокочастотной и струйной ИВЛ [14].

После появления гибкого бронхоскопа активно стали исследовать возможности лечебного лаважа во время фибробронхоскопии (ФБС) по ранее изученным показаниям. Большое внимание было уделено вопросам респираторной поддержки при Б-БЛ во время ФБС. Первоначально с этой целью использовали ИВЛ через обычную интубационную трубку или ларингальную маску. Следующим этапом развития респираторного обеспечения ФБС и БЛ явилось использование струйной высокочастотной ИВЛ, в том числе чреска-

тетерной, не требующей прекращения самостоятельного дыхания, а также позволявшей ее использовать у пациентов с тяжелой соматической патологией [15, 16]. Кроме того, с этой целью широко используется неинвазивная ИВЛ с помощью лицевых или носовых масок [17, 18], трахеальная газовая инсуффляция через катетер, трахеальную канюлю или эндотрахеальную трубку [19–21], а также неинвазивные варианты респираторной протекции на основе самостоятельного дыхания кислородно-воздушной смесью с использованием носовых канюль, простых лицевых масок, а также маски типа Вентури [22–24].

С начала 90-х годов XX века в литературе стали систематически появляться публикации, посвященные использованию различных вариантов БЛ при лечении такой тяжелой бронхолегочной патологии как острый респираторный дистресс-синдром (ОРДС) [25–27].

Анализ литературных данных показал, что основными направлениями исследований по использованию БЛ при тяжелой бронхолегочной патологии было лечение гнойных бронхитов, пневмоний, абсцессов легких, загрязнения дыхательных путей радиоактивными нуклидами, а также хронических заболеваний легких, таких как: бронхоэктазы, липоидная пневмония, альвеолярный микролитиаз и муковисцидоз.

В отдельное направление выделились методы БЛ, используемые по экстренным показаниям при: легочном кровотечении, острой бронхообструкции, в том числе при аспирации желудочного содержимого, бронхиальной астме, гнойной деструкции легких, термическом поражении дыхательных путей, а также ОРДС.

В настоящее время лечебный БЛ широко используется в клинической практике при лечении тяжелой бронхолегочной патологии, однако показания и противопоказания к этой процедуре в полной мере не определены. Кроме того, в литературе не удалось найти классификацию как БЛ вообще, так и используемого с лечебной целью в частности. Все вышесказанное позволяет сформулировать цель настоящего исследования.

Цель обзора на основании анализа литературных данных — определить возможные классификационные признаки, а также показания, противопоказания для лечебного БЛ у взрослых и возможные их осложнения, которые могут возникнуть.

В качестве материалов были использованы российские и зарубежные научные публикации, посвященные показаниям, противопоказаниям и способам проведения лечебного БЛ у взрослых. Всего было проанализировано 70 литературных источников по теме исследования.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Под БЛ у взрослых понимается терапевтическая и (или) диагностическая процедура, самостоятельная либо проводимая в процессе бронхоскопии, в ходе которой осуществляется промывание бронхолегочного дерева и (или) альвеол физиологическим или другими растворами с возможной последующей аспирацией лаважной жидкости (ЛЖ), а также исследование ее состава и (или) введением лекарственных средств [28–30].

В настоящее время четких показаний и противопоказаний для проведения лечебного БЛ, также как и методики его выполнения, не существует. В связи с этим специалисты в своей практической деятельнос-

ти вынуждены руководствоваться в большей степени показаниями и противопоказаниями к бронхоскопии, а не к БЛ.

Как следует из литературных данных, лечебный БЛ может проводиться как в процессе бронхоскопии, так и самостоятельно, как в плановом порядке, так и экстренно по жизненным показаниям (экстренный) [31–33]. В свою очередь в зависимости от зоны санации он может быть разделен на трахеобронхиальный (санационный) и бронхоальвеолярный [11, 34].

Показаниями для проведения планового лечебного БЛ по данным публикаций считают:

1. Гнойные бронхиты (в случае необходимости устранения обструкции бронхов слизью, гноем и кровью).
2. Пневмонии, в том числе рецидивирующие.
3. Абсцессы легкого (при наличии гноя во внутрилегочных полостях).
4. Бронхоплевральные и бронходулярные свищи.
5. Хронические заболевания легких: бронхоэктазы [35], интерстициальные поражения (липоидная пневмония, альвеолярный микролитиаз и муковисцидоз) [36–38].
6. Загрязнение дыхательных путей радиоактивными нуклидами [39].

Следует также отметить, что несмотря на данные полученные Лукомским Г.И. и соавт. об относительно невысокой эффективности БЛ при лечении локализованных легочных нагноений (31,1%) из-за большого числа неблагоприятных результатов и частых осложнений, обусловленных развитием резорбтивного синдрома и диссеминацией инфекции в респираторном тракте [1], использование последнего при некоторых формах подобной патологии нельзя считать обоснованным.

Показанием к экстренному лечебному БЛ будет прогрессирующая острая или хроническая дыхательная недостаточность, развивающаяся на почве бронхиальной обструкции. К подобным состояниям могут быть отнесены:

1. Массивное легочное кровотечение.
2. Острая обструкция бронхов слизью и гноем, в том числе при муковисцидозе [1].
3. Послеоперационный ателектаз и гиповентиляция легких.
4. Аспирация желудочного содержимого.
5. Тяжелая бронхиальная астма, резистентная к лекарственной терапии, астматический статус, вызванный обтурацией бронхов вязкой слизью [1].
6. Гнойная деструкция легких [40].
7. ОРДС [26, 27].
8. Термохимические поражения дыхательных путей [41].

При этом в случае Б-БЛ проводится как с диагностической, так и с лечебной целью. При неотложных состояниях, обозначенных в п. 1, выполняется РБС под общей анестезией в условиях операционной, а в п. 2–8 — экстренная ФБС через интубационную трубку на фоне ИВЛ в операционной или в отделении реанимации и интенсивной терапии.

Противопоказания к лечебному БЛ могут быть как абсолютные, так и относительные. Абсолютными противопоказаниями являются: непереносимость препаратов, применяемых для местной анестезии; декомпенсированная сердечная и легочная недостаточность

(инфаркт миокарда, перенесенный менее 6 месяцев назад, артериальная гипертензия с диастолическим давлением более 100 мм рт.ст., легочная и (или) сердечно-сосудистая недостаточность III степени; бронхиальная астма в фазе обострения, если межприступный период составляет менее 3 недель); острое нарушение мозгового кровообращения; разные виды аритмий; стеноз гортани и (или) трахеи II–III степени; нервно-психические заболевания (эпилепсия, шизофрения, черепно-мозговая травма); болевой синдром в брюшной полости; крайне тяжелое состояние больного, когда уточнение диагноза уже не может повлиять на лечебную тактику.

К относительным противопоказаниям относят: острое респираторное заболевание верхних дыхательных путей; ишемическую болезнь сердца; тяжелый сахарный диабет; беременность (вторая половина); хронический алкоголизм; увеличение щитовидной железы III степени.

Следует отметить, что большинство из абсолютных противопоказаний являются условными и при проведении БЛ по жизненным показаниям при соответствующем медикаментозном и техническом сопровождении не принимаются в расчет [28].

Классический способ проведения Б-БЛ при ФБС был предложен еще в середине 90-х годов XX века для диагностики бронхолегочной патологии. В ходе процедуры стерильным раствором (чаще всего физиологическим) промывают бронхиальное дерево и альвеолы. Процедура позволяет не только получить бронхиальный секрет и клетки из глубоко расположенных отделов легких, но и обеспечить удаление клеточного детрита из бронхов и альвеол. БЛ предполагает введение в полость бронхов во время бронхоскопии ЛР в объеме от 100 до 300 мл, необходимом для разведения бронхиального секрета и уменьшения его вязкости с последующей аспирацией. Полученный бронхиальный секрет направляется в лабораторию для определения наличия инфекционного, воспалительного или опухолевого процесса, а также оценки тяжести заболевания [42].

БЛ во время бронхоскопии можно проводить как с использованием жесткого, так и гибкого бронхоскопа. Второй способ является более предпочтительным, так как менее травматичен, его можно проводить под местной анестезией, и пациенты его лучше переносят. Однако гибкий бронхоскоп не в состоянии полностью заменить жесткий не только при диагностике бронхолегочной патологии, но и при ее лечении. Это обусловлено тем, что аспирационный канал фибробронхоскопа недостаточно широк для удаления крупных сгустков мокроты и слепков густого бронхиального содержимого. Кроме того, через него невозможно одновременное промывание и аспирация с использованием значительных объемов жидкости [1].

Проведение Б-БЛ включает в себя следующие этапы:

1. Анестезию, которая может быть местной, общей или комбинированной.

а) Местная анестезия. Для местной анестезии используют 2% раствор лидокаина или тримекаина. Вид анестезии непосредственно зависит от используемого доступа, который может быть трансназальным или трансоральным. При трансназальном доступе анестезию нижнего носового хода проводят аспирационным или аппликационным способом.

б) Общая анестезия. Для премедикации используется 0,1% атропин 0,5–1,0 мл, внутримышечно за 30 минут или внутривенно (в/в) за 5 минут до исследования, а для общей анестезии — барбитураты. После чего вводят миорелаксант короткого действия. Во время вводного наркоза используют вспомогательную вентиляцию, а после введения миорелаксантов пациента переводят на ИВЛ, на фоне которой и проводят исследование.

2. Бронхоскопию и БЛ. Исследование проводят в положении сидя или лежа в зависимости от используемого метода анестезии. Фибробронхоскоп медленно вводят в дыхательные пути через носовую или ротовую полость и проводят визуальный осмотр слизистых оболочек дыхательных путей.

После осмотра трахеобронхиального дерева фибробронхоскоп вводят в субсегментарный или сегментарный бронх в зависимости от локализации исследуемого сегмента и проводят его промывание. В классическом варианте перед проведением БЛ осуществляется заклинивание бронха фибробронхоскопом [42]. После чего в устье бронха через биопсийный канал вводят полиэтиленовый катетер, по которому в просвет сегмента небольшими порциями (по 10,0–30,0 мл) подают стерильный физиологический или иной раствор, подогретый до 36,0–37,0°C. В дальнейшем последний полностью аспирируется при разряжении менее 100 мм рт.ст. [29]. Полученная жидкость представляет собой бронхиальный смыв. Затем катетер продвигается на 6,0–7,0 см вглубь сегментарного бронха, и дробно вводят порции раствора, которые каждый раз полностью аспирируют. В среднем объем однократно вводимого раствора составляет 30,0–60,0 мл при 2–3-кратном введении, а максимальный объем суммарно вводимой жидкости не должен превышать 300 мл.

Вся аспирированная из легких жидкость является лаважной и собирается в стерильную емкость для дальнейшего исследования. Смывы хранят при температуре менее 5,0°C не более 2 часов с момента забора. ЛЖ нельзя хранить в стеклянном контейнере в связи с возможностью адгезии макрофагов, что может привести к искажению результатов цитологического исследования.

Лечебную бронхоскопию, как правило, заканчивают введением муколитика и (или) антибиотика. В настоящее время в качестве муколитика применяют 2,0 мл 5% раствор *N*-ацетилцистеина, который разжижает мокроту, вследствие чего она легче и в большем количестве отходит, чем до санации [35]. Новым направлением в БЛ является использование в качестве ЛР перфторуглеродных соединений. Последние обладают рядом уникальных физико-химических свойств, таких как высокая по сравнению с водой молекулярная масса, плотность (1,700–1,980 г/см³) и вязкость, а также плохая всасываемость и низкая биологическая активность, которые могут быть использованы для удаления мокроты любой консистенции из нижних дыхательных путей.

В последнее время с целью увеличения эффективности Б-БЛ рядом авторов рекомендуется сочетать его с вибрационным дренажем мокроты, что способствует более эффективному ее отхождению у пациентов с тяжелой пневмонией, находящихся на ИВЛ. Как показали проведенные исследования, подобное сочетание не только улучшает дыхательную функцию, уменьшает интенсивность воспалительного процесса, но и сокра-

щает как продолжительность ИВЛ, так и пребывание в отделении реанимации и интенсивной терапии, и улучшает последующее восстановление [43].

3. После БЛ пациенту проводят инсуффляцию кислорода через назальный катетер или эндотрахеальную трубку (в случае общей анестезии) в течение 10–15 минут. Через 2–3 дня после БЛ рекомендуется выполнить рентгенографию легких с целью исключения возможного повреждения легких.

Осложнения при лечебной ФБС могут быть разделены на связанные непосредственно с анестезией, бронхоскопией, проведением БЛ и использованием лекарственных препаратов (табл. 1).

Варианты применения БЛ зависят от уровня санации, санируемой зоны, объема и состава базового ЛР, а также дополнительных лекарственных средств, вводимых в него как для оптимизации состава, так и для местного введения в конце процедуры. Существуют также специальные методы лаважа, используемые для лечения конкретных форм бронхолегочной патологии.

В соответствии с указанными выше признаками нами была разработана классификация процедур БЛ, используемых в лечебных целях (табл. 2).

По нашему мнению, наибольший практический интерес представляют используемые объемы ЛР для проведения БЛ. По этому признаку можно выделить четыре группы методов: с малыми, средними, большими и очень большими используемыми объемами ЛР. К способам с малым объемом используемого ЛР относится метод БЛ, предложенный Данилиным А. В. и соавт., который по мнению авторов, является максимально безопасным при исходно массивной обструкции трахеобронхиального дерева бронхиальным

секретом [54]. БЛ проводится в три этапа: на 1-м осуществляют «сухую» аспирацию трахеобронхиального содержимого из трахеи и 2 главных бронхов — правого и левого — без введения ЛР; на 2-м этапе проводят «сухую» аспирацию без введения ЛР трахеобронхиального содержимого из долевого и сегментарных бронхов; на 3-м вводят ограниченные количества ЛР по 10,0–20,0 мл на один долевого бронхиальный бассейн (общее количество вводимого ЛР не превышает 100,0 мл).

К методам со средним объемом используемой ЛР относится способ проведения БЛ, который заключается в последовательном промывании каждого сегментарного бронха 10,0–20,0 мл ЛР с одномоментным удалением бронхиального содержимого. При этом лаваж осуществляется сначала в бронхиальных бассейнах одного легкого, а потом другого. Учитывая, что общее количество сегментов — 19 (10 — в правом и 9 — в левом легком), общее количество ЛР может варьировать от 190,0 до 380,0 мл [29, 55, 56].

К методам с большим объемом ЛР могут быть отнесены способы, предложенные Лукомским Г.И. и соавт. [1] и Thompson H.T., Prior W.J. [13]. Метод, предложенный Лукомским Г.И. и соавт., проводят на фоне общей анестезии и инъекционной ИВЛ. Через посто-

Таблица 1

Осложнения и побочные реакции при лечебной бронхоскопии и бронхиальном лаваже у взрослых [44–46]

Table 1

Complications and adverse reactions during therapeutic bronchoscopy and bronchial lavage in adults [44–46]

№ п/п	Осложнения/побочные реакции	Причина
1. Анестезии	Головокружение, тошнота, гипотония, тахикардия, обморок, психомоторные возбуждения, ларинго- и бронхоспазм, анафилактический шок	Токсико-аллергические реакции на препараты, используемые для местной и общей анестезии
2. Бронхоскопии	Носовое кровотечение, острый ларингит	Механическая травматизация слизистой оболочки; коагулопатии
	Цианоз, гиперкапния, низкий уровень SpO ₂ и (или) тахикардия с переходом в брадикардию и асистолию	Гиповентиляция, приводящая к гипоксии
3. Бронхиально-го лаважа	Сильный кашель в ходе манипуляции	Низкая или высокая температура лаважного раствора
	Транзиторная брадикардия	Реакция на введение катетера
	Лихорадка и транзиторные легочные инфильтраты	Причина не ясна
	Гипергидратация, повреждение легочной паренхимы (кровотечение, пневмоторакс), гипоксия, энцефалопатия различной степени выраженности	Избыточный объем вводимого лаважного раствора
4. Инстиляция лекарственных средств	Бронхоспазм, гипертермия выше 38,0°C	Аллергические реакции на вводимые препараты

Таблица 2

Классификация процедур бронхиального лаважа, используемых в лечебных целях

Table 2

Classification of bronchial lavage procedures used for medicinal purposes

№ п/п	Классификационный признак
1. По методу санации	1.1. Небронхоскопическая 1.2. В процессе бронхоскопии 1.2.1. Ригидная 1.2.2. Гибкая
2. По используемому доступу	2.1. Без интубации 2.2. Через ларингеальную маску [26] 2.3. Через интубационную или трахеостомическую трубку
3. По уровню санации	3.1. Трахеобронхиальный 3.2. Бронхоальвеолярный 3.3. Комбинированный
4. По санируемой зоне	4.1. Сегментарный 4.2. Долевой 4.3. Одно легкое 4.4. Два легких
5. По используемому объему лаважного раствора	5.1. Малыми до 100,0 мл [47–49] 5.2. Средними — 100,0–400,0 мл 5.3. Большими — 400,0–4000,0 мл 5.4. Очень большими — 4000,0–8000,0
6. По базовому лаважному раствору	6.1. Физиологический 0,9% раствор NaCl; 6.2. 0,05–0,08% раствор гипохлорита натрия [50, 54]; 6.3. 0,05–1% раствор диоксида (производное хиноксолина) [40] 6.4. 0,1–0,2% раствор диоксида на 2% растворе гидрокарбоната натрия 6.5. 0,1–1,0% раствор фурагина калия (препарат нитрофуранового ряда) на 0,9% NaCl [1] 6.6. Специально приготовленный буферно-солевой раствор [51]
7. По дополнительным лекарственным средствам, вводимым в лаважный раствор или при завершении бронхиального лаважа*	7.1. Муколитики 7.2. Антибиотики 7.3. Протеолитические ферменты 7.4. Бронхолитики 7.5. Иммуномодуляторы (активированный белок С человека [48]) 7.6. Сурфактанты и подобные им вещества (Сурфактант-BL [49], перфторуглеродные жидкости [52, 53])

Примечание: * — для каждого из указанных средств предложен способ и схема введения

Note: * — for each of these agents, a method and regimen of administration is specified

янно открытый бронхоскоп с помощью направителя Фриделя производят последовательную катетеризацию всех зональных бронхов обоих легких (долевых и В6). Катетер диаметром 2–2,5 мм продвигают в один из сегментарных бронхов до упора. Рядом с направителем помещают металлический аспиратор, подводя его конец к устью долевого бронха. Шприцем в бронх медленно вводят 100–150 мл ЛР, подогретого до температуры тела, одновременно подтягивая катетер до момента, пока через отсос не начнет поступать ЛЖ. После этого, продолжая вводить ЛР, катетер вновь продвигают вглубь бронха, до оптимального положения, которое определяется по свободному поступлению в отсос ЛЖ. После БЛ одной доли катетер перемещают в другой долевого бронх, и все манипуляции повторяются. Всего на промывание затрачивается от 500 мл до 1,5 л жидкости, а аспирировать удается 1/3–1/2 введенного объема.

В свою очередь способ Томпсона заключается в проведении БЛ во время ригидной бронхоскопии на фоне общей анестезии и ИВЛ, предполагающий одномоментное введение 1500–2000 мл ЛР для разжижения бронхиального секрета с последующей однократной аспирацией. Похожий способ был предложен для лечения пневмокониозов. Последовательное промывание большими объемами физиологического раствора одного легкого проводят на фоне вентиляции кислородом второго легкого. Объем раствора при каждом промывании составляет от 1000 до 2000 мл на легкое [13].

В свою очередь к методам с очень большим объемом ЛР относится способ, представленный в патенте Агаджанян В.В. и соавт. [51], в соответствии с которым после предварительно проведенной вентиляции двух легких с максимальными параметрами объема вдоха в течение 15 минут переходят на вентиляцию одного легкого с изоляцией второго и по достижении нормальных параметров газообмена начинают лаваж невентилируемого легкого жидкостью. При этом объем первой заливки составляет 2100–3000 мл, последующие 400–800 мл, а число циклов лаважа на одно легкое составляет 5–7. После окончания каждого цикла проводят вентиляцию промываемого легкого аппаратом ручной вентиляции (10 вдохов). Для профилактики гипергидратации и развития отека легких стимулируют диурез. С этой же целью объем в/в инфузии уменьшают до 400 мл 5% раствор глюкозы. В качестве жидкости для лаважа используется раствор, состоящий из: NaCl—2,88 г, KCl—0,08 г, CaCl₂—0,04 г, MgSO₄—0,024 г, NaHCO₃—0,86 г, NaH₂PO₄—0,024 г, Na₂HPO₄—0,028 г, вода дистиллированная—до 400 мл.

Следует отметить, что способы проведения БЛ малыми и средними объемами ЛР являются предпочтительными, так как основным недостатком способов с большим и очень большим объемом является значительное количество неэвакуируемой (оставшейся в легких) жидкости, который может достигать 600 мл и более, что может привести к осложнениям, в том числе и не совместимым с жизнью. К таким осложнениям могут быть отнесены резорбтивный синдром и нарушения газообмена различной степени выраженности [45, 46].

Развитие резорбтивного синдрома и нарушений газообмена обусловлено двумя основными причинами. Первая заключается в том, что в силу физиологических особенностей трахеобронхиального дерева максимально удается аспирировать не более 70–75%

от введенного ЛР. Соответственно, чем больше секрета в бронхиальном дереве и (или) выше его вязкость, тем в большем объеме используется ЛР. Что в свою очередь может привести к уменьшению дыхательной поверхности, нарушению газообмена в легких и, как следствие — развитию гипоксии.

Вторая обусловлена усилением всасывания в результате БЛ содержимого трахеобронхиального дерева, что связано с тем, что бронхиальный секрет невозможно удалить из бронхов полностью. Оставшийся секрет, смешиваясь с неудаляемой частью ЛР, становится менее вязким, вследствие чего значительно улучшаются его реологические свойства, и как следствие этого усиливается его резорбция в трахеобронхиальном дереве. Вместе с секретом в кровоток попадают различные биологически активные вещества (продукты распада болезнетворных микроорганизмов, клеток слущенного бронхиального эпителия, сегментоядерных лейкоцитов).

Резорбтивный синдром может иметь различную степень выраженности — от умеренной температурной реакции до выраженной энцефалопатии (вплоть до утраты сознания). Причем объем вводимого во время лаважа раствора примерно пропорционален выраженности резорбтивного синдрома.

Кроме того, от объема используемого ЛР, а также полноты его аспирации непосредственно зависит степень разрушения и (или) вымывания сурфактанта из альвеол. Это проявляется как временным снижением растяжимости (комплаенса), так и увеличением резистентности легких при проведении ИВЛ сразу после БЛ, которые спустя 24–48 часов подвергаются полной спонтанной инволюции [57]. Указанные выше нарушения развиваются на фоне изменений в архитектонике легких, таких как дилатация капилляров, альтерация альвеолярных клеток, а также интерстициальный и интрацеллюлярный отек. Однако *Finley T.N. et al.* (1967) на основании изучения состояния легочной ткани и состава аспирированного пришли к выводу, что использование ЛР в объеме, не превышающем 300 мл на одно введение с последующей тщательной аспирацией, безопасно для паренхимы легкого [58]. Кроме того, по мнению ряда авторов, разрушение и (или) вымывание сурфактанта из альвеол непосредственно зависит не только от объема используемого ЛР и полноты аспирации, но и от его физико-химических свойств [59, 60].

Следует также отметить, что данные о влиянии БЛ на течение тяжелой бронхолегочной патологии неоднозначны [61]. Так, если в работах одних авторов [62, 63] было показано, что Б-БЛ эффективно улучшает легочную механику и функцию, а также показатели газов крови и воспаления с тяжелой легочной инфекцией, находящихся на ИВЛ, то в исследованиях других [27, 64] на первый взгляд, был получен противоположный результат. Однако при детальном анализе обращает на себя внимание, что отрицательные результаты были получены сразу после проведения БЛ в так называемых суррогатных точках, что не позволяет сделать окончательного заключения.

В данном контексте представляют интерес результаты, полученные *Franchineau G. et al.*, в соответствии с которыми негативное влияние БЛ на регионарную вентиляцию было зарегистрировано и сохранялось не менее 6 часов только у пациентов с нормальной функцией легких или легким течением ОРДС, в то время как при умеренном и тяжелом его течении наблюдалась

положительная динамика показателей региональной вентиляции, рекрутмента, дыхательной механики и газообмена в легких [65].

Все вышесказанное свидетельствует о необходимости дальнейших исследований, направленных на определение конкретных показаний и противопоказаний для БЛ при конкретных нозологических формах тяжелой бронхолегочной патологии, а также стандартизации и унификации методов его проведения. Следует отметить, что в настоящее время стандартизированными являются только методы введения экзогенного сурфактанта, используемого с заместительной целью при лечении ОРДС, которые по своей сути являются завершающей стадией проведения БЛ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем исследовании на основании анализа имеющихся литературных данных была предпринята попытка:

- систематизировать показания и противопоказания для проведения лечебного бронхиального лаважа;
- определить и систематизировать проявления и причины развития осложнений и побочных реакций, возникающие при проведении лечебного бронхиального лаважа;
- выделить классификационные признаки лечебного бронхиального лаважа с целью унификации оформления стандартных операционных процедур в рамках единого понятийного поля;

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Лукомский Г.И., Шулуток М.Л., Виннер М.Г., Овчинников А.А. *Бронхопневмонология*. Москва: Медицина; 1982.
2. Simenstad JO, Galway CF, Maclean LD. Tracheobronchial lavage in treatment of postoperative atelectasis. *Minn Med*. 1962;45:900–904. PMID: 13913005
3. Simenstad JO, Galway CF, Maclean LD. Tracheobronchial lavage for treatment of aspiration and atelectasis. *Surg Forum*. 1962;13:155–157. PMID: 13992996
4. Simenstad JO, Galway CF, Maclean LD. The treatment of aspiration and atelectasis by tracheobronchial lavage. *Surg Gynecol Obstet*. 1962;115:721–728. PMID: 13992995
5. Perry JF Jr, Galway CF. Chest injury due to blunt trauma. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1965;49:684–693. PMID: 14274352
6. Broom B. Intermittent positive-pressure respiration and therapeutic bronchial lavage in intractable status asthmaticus. *Lancet*. 1960;1(7130):899–901. PMID: 13804800 [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(60\)90787-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(60)90787-X)
7. Finley TN, Swenson EW, Curran WS, Huber GL, Ladman AJ. Bronchopulmonary lavage in normal subjects and patients with obstructive lung disease. *Ann Intern Med*. 1967;66(4):651–658. PMID: 6023531 <https://doi.org/10.7326/0003-4819-66-4-651>
8. Ambavagar M, Jones ES. Resuscitation of the moribund asthmatic. Use of intermittent positive pressure ventilation, bronchial lavage and intravenous infusions. *Anaesthesia*. 1967;22(3):375–391. PMID: 4952780 <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.1967.tb02760.x>
9. Rogers RM, Braunstein MS, Shurman JF. Role of bronchopulmonary lavage in the treatment of respiratory failure: a review. *Chest*. 1972;62(5):Suppl:95S–106. PMID: 4563464 https://doi.org/10.1378/chest.62.5_Supplement.95S
10. Kylstra JA, Rausch DC, Hall KD, Spock A. Volume-controlled lung lavage in the treatment of asthma, bronchiectasis, and mucoviscidosis. *Am Rev Respir Dis*. 1971;103(5):651–665. PMID: 5579908 <https://doi.org/10.1164/arrd.1971.103.5.651>
11. Паламарчук Г.Ф., Акопов А.Л., Арсеньев А.И., Деревянко А.В., Нагорная О.А. *Бронхоскопия в диагностике и лечении заболеваний органов дыхания*. Санкт-Петербург: Фолиант; 2019.
12. Thompson HT, Pryor WJ. Bronchial lavage in the treatment of obstructive lung disease. *Lancet*. 1964;2(7349):8–10. PMID: 14149220 [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(64\)90004-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(64)90004-2)
13. Thompson HT, Pryor WJ, Hill J. Bronchial lavage in the treatment of obstructive lung disease. *Thorax*. 1966;21(6):557–559. PMID: 5972524 <http://doi.org/10.1136/thx.21.6.557>
14. Штейнер М.Л. Респираторная поддержка при бронхоскопии. *Фундаментальные исследования*. 2012;(1):193–199. <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=29326> [Дата обращения 23 января 2023 г.]
15. Бойко В.В., Красноярский А.Г. Новые подходы к предоперационной подготовке и борьбе с послеоперационными осложнениями у больных с компрессионным синдромом, обусловленным новообразованиями средостения. *Международный медицинский журнал*. 2009;(4):58–61.
16. Кассиль В.Л., Лескин Г.С., Выжигина М.А. *Искусственная и вспомогательная вентиляция лёгких*. Москва: Медицина; 2004.
17. Lightowler JV, Wedzicha JA, Elliott MW, Ram FS. Non-invasive positive pressure ventilation to treat respiratory failure resulting from exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: Cochrane systematic review and metaanalysis. *BMJ*. 2003;326(7382):185. PMID: 12543832 <https://doi.org/10.1136/bmj.326.7382.185>
18. Mehta S, Nava S. Mask ventilation and cardiogenic pulmonary edema: «another brick in the wall». *Intensive Care Med*. 2005;31(6):757–759. PMID: 15891861 <https://doi.org/10.1007/s00134-005-2650-0>
19. Авдеев С.Н. Ведение больных хронической обструктивной болезнью лёгких с острой дыхательной недостаточностью. *Consilium Medicum*. 2006;8(3):81–87. http://old.consilium-medicum.com/media/consilium/06_03/81.shtml [Дата обращения 23 января 2023 г.]
20. Chhajed PN, Aboyou C, Malouf MA, Hopkins PM, Plit M, Grunstein RR, et al. Prophylactic nasopharyngeal tube insertion prevents acute hypoxaemia due to upper-airway obstruction during flexible bronchoscopy. *Intern Med J*. 2003;33(7):317–318. PMID: 12823679 <https://doi.org/10.1046/j.1445-5994.2003.00403.x>
21. Davidson C, Treacher D. (eds.) *Respiratory critical care*. London: Arnold; 2002.
22. Штейнер М.Л., Бородулин Б.Е., Жестков А.В., Данилин А.В. *Фибро-бронхоскопия при хронических обструктивных заболеваниях лёгких*. Самара: ИТИС; 2003.
23. McCain TW, Dunagan DP, Adair NE, Chin RJ. Prospective randomized trial comparing oxygen administration during nasal flexible bronchoscopy. *Chest*. 2001;120(5):1671–1674. PMID: 11713152 <https://doi.org/10.1378/chest.120.5.1671>
24. Shinagawa N, Yamazaki K, Kinoshita I, Ogura S, Nishimura M. Susceptibility to oxygen desaturation during bronchoscopy in elderly patients with pulmonary fibrosis. *Respiration*. 2006;73(1):90–94. PMID: 16155353 <https://doi.org/10.1159/000088093>
25. Steinberg KP, Mitchell DR, Maunder RJ, Milberg JA, Whitcomb ME, Hudson LD. Safety of bronchoalveolar lavage in patients with adult respiratory distress syndrome. *Am Rev Respir Dis*. 1993;148(3):556–561. PMID: 8368623 <https://doi.org/10.1164/ajrccm/148.3.556>
26. Hilbert G, Gruson D, Vargas F, Valentino R, Favier JC, Portel L, et al. Bronchoscopy with bronchoalveolar lavage via the laryngeal mask airway in high-risk hypoxemic immunosuppressed patients. *Crit Care Med*. 2001;29(2):249–255. PMID: 11246301 <https://doi.org/10.1097/00003246-200102000-00004>

27. Perkins GD, Chatterjee S, Giles S, McAuley DF, Quinton S, Thickett DR, et al. Safety and tolerability of nonbronchoscopic lavage in ARDS. *Chest*. 2005;127(4):1358–1363. PMID: 15821216 <https://doi.org/10.1378/chest.127.4.1358>
28. Филиппов В.П., Черниченко Н.В. *Бронхоскопия при заболеваниях легких*. Москва: БИНОМ; 2014.
29. Technical recommendations and guidelines for bronchoalveolar lavage (BAL). Report of the European Society of Pneumology Task group. *Eur Respir J*. 1989;2(6):561–585. PMID: 2663535 <https://erj.ersjournals.com/content/erj/2/6/561.full.pdf>
30. Crystal RG, Reynolds HY, Kalica AR. Bronchoalveolar lavage. *Chest*. 1982;90(1):122–131. PMID: 3720374 <https://doi.org/10.1378/chest.90.1.122>
31. Oho K, Amemiya R. *Practical fiberoptic bronchoscopy*. 2nd ed. Tokyo: Igaku-Shoin; 1984.
32. Штейнер М.Л. Дополнительные диагностические эндобронхиальные манипуляции: бронхоальвеолярный лаваж. *Журнал главного врача*. 2017;24(6):26–38.
33. Meyer KC. Bronchoalveolar lavage as a diagnostic tool. *Semin Respir Crit Care Med*. 2007;28(5):546–560. PMID: 17975782 <https://doi.org/10.1055/s-2007-991527>
34. Чернеховская Н.Е. *Современные технологии в эндоскопии*. Москва: Российская медицинская академия последипломного образования; 2004.
35. Liu Y, Lu HW, Gu SY, Wang WW, Ge J, Jie ZJ, et al. Bronchoscopic airway clearance therapy for acute exacerbations of bronchiectasis. *EBioMedicine*. 2021;72:103587. PMID: 34537448 <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2021.103587>
36. Meyer KC. The role of bronchoalveolar lavage in interstitial lung disease. *Chest Med*. 2004;25(4):637–649. PMID: 15564013 <https://doi.org/10.1016/j.ccm.2004.08.001>
37. Mlika M, Ben Kilani M, Berraies A, Braham E, Hamzaoui A, Mezni F. Diagnostic value of the bronchoalveolar lavage in interstitial lung disease. *Tunis Med*. 2016;94(5):375–384. PMID: 27801489 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27801489/>
38. Shang L, Gu X, Du S, Wang Y, Cao B, Wang C. The efficacy and safety of therapeutic lung lavage for exogenous lipoid pneumonia: A systematic review. *Clin Respir J*. 2021;15(2):134–146. PMID: 32940399 <https://doi.org/10.1111/crj.13273>
39. Fu W, Xiao Y, Zeng F, Chen X, Zhu Y, Tian Z. et al. Effect of early whole lung lavage at different time-points for promoting the removal of depleted uranium from the lung. *Int J Radiat Biol*. 2021;97(7):968–976. PMID: 34085887 <https://doi.org/10.1080/09553002.2021.1928783>
40. Пинчук Т.П., Ясногородский О.О., Гурьянова Ю.В., Талдыкин М.В., Качикин А.С., Катаню Ю.А. Диагностическая и лечебная бронхоскопия у пациентов с гнойно-деструктивными заболеваниями легких. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2017;(8):33–39. <https://doi.org/10.17116/hirurgia2017833-39>
41. Jiang NN, Wang DY, Xi MM, Luan XG, Jiang MJ, Li F, et al. Retrospective study of fiberoptic bronchoscopy airway lavage in the treatment of extremely severe burn patients with severe inhalation injury. *Zhonghua Shao Shang Za Zhi*. 2020;36(4):252–259. PMID: 32340414 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn501120-20191205-00451>
42. Meyer KC, Raghu G, Baughman RP, Brown KK, Costabel U, du Bois RM, et al. An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline: The clinical utility of bronchoalveolar lavage cellular analysis in interstitial lung disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2012;185(9):1004–1014. PMID: 22550210 <https://doi.org/10.1164/rccm.201202-0320ST>
43. Shi Z, Qin Y, Zhu Y, Pan X, Zhou X, Tan Y, et al. Effect of bronchoalveolar lavage with fiberoptic bronchoscopy combined with vibration sputum drainage on mechanically ventilated patients with severe pneumonia: a prospective randomized controlled trial in 286 patients. *Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue*. 2017;29(1):66–70. PMID: 28459407 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.01.014>
44. Patolia S, Farhat R, Subramaniyam R. Bronchoscopy in intubated and non-intubated intensive care unit patients with respiratory failure. *J Thorac Dis*. 2021;13(8):5125–5134. PMID: 34527553 <https://doi.org/10.21037/jtd-19-3709>
45. Luisetti M, Meloni F, Ballabio P, Leo G. Role of bronchial and bronchoalveolar lavage in chronic obstructive lung disease. *Monaldi Arch Chest Dis*. 1993;48(1):54–57. PMID: 8472065 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8472065/>
46. Prakash UB. Bronchoscopy. In: Mason RJ, Broaddus VC, Murray JF, Nadel JA. (eds). *Murray and Nadel's textbook respiratory medicine*. 4th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2005. p. 1617–1650.
47. Патент RU 2286767 C1¹⁵ Российская Федерация МПК⁵¹ А61К 31/02 (2006.01); А61В 1/267 (2006.01); А61Р 11/00 (2006/01) Альтшуллер Е.М., Волженин В.В., Кричевский А.Л., Галеев И.К., Сальский А.В. *Способ лечения термоингаляционной травмы*. Заявка 2005114126/14; Оpubл. 2006.11.10. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2286767C1_20061110 [Дата обращения 24 января 2024 г.]
48. Патент RU 2496515 C2¹⁵ Российская Федерация МПК⁵¹ А61К 38/48 (2006.01); Ф613 11/00 (2006.01) Уттенталь Л.О. *Введение в дыхательные пути активированного белка с при воспалительных состояниях, поражающих дыхательные пути*. Заявка 2008102656/15; Оpubл. 2013.10.27. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2496515C2_20131027?usclid=ld9xt1er14637566700 [Дата обращения 24 января 2024 г.]
49. Патент RU 2238757 C1¹⁵ Российская Федерация МПК⁵¹ А61К 38/17 (2006.01); Ф613 11/00 (2006.01) Тарасенко М.Ю., Шпаков И.Ф., Акулинов Е.Е., Адмакин А.Л., Петрачков С.А., Гранов Д.А. и др. *Способ лечения ингаляционных поражений*. Заявка 2003118700/14; Оpubл. 2004.10.27. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2238757C1_20041027 [Дата обращения 24 января 2024 г.]
50. Патент RU 2070045 C1¹⁵ Российская Федерация МПК⁵¹ А61К 33/14 Провоторов В.М., Семенкова Г.Г., Шайдарова В.А. *Способ лечения хронического гнойного эндобронхита*. Заявка 93002840/14; Оpubл. 10.12.1996. URL: <https://patents.google.com/patent/RU2070045C1/ru> [Дата обращения 24 января 2024 г.]
51. Патент RU 2160124 C2¹⁵ Российская Федерация МПК⁵¹ А61М 1/00 (2006.01); А61К 33/00 (2006.01) Агаджанян В.В., Ли Г.А., Одиноцова О.В., Кравцов С.А., Файст Э.К. *Способ бронхоальвеолярного лаважа*. Заявка 98113691/14; Оpubл. 2000.12.10. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2160124C2_20001210 [Дата обращения 24 января 2024 г.]
52. Cindrick LL, Gore DC, Herndon DN, Traber LD, Traber DL. Bronchoscopic lavage with perfluorocarbon decreases post procedure hypoxemia in an ovine model of smoke inhalation. *J Trauma*. 1999;46(1):129–135. PMID: 9932695 <https://doi.org/10.1097/00005373-199901000-00022>
53. Southern KW, Funkhouser WK, Kazachkova I, Godfrey VL, Fordham LA, Gatzky JT, et al. Airway surface liquid recovered by lavage with perfluorocarbon liquid in cats. *Eur J Clin Invest*. 2002;32(12):956–961. PMID: 12534457 <https://doi.org/10.1046/j.1365-2362.2002.01100.x>
54. Патент RU 2160124 C2¹⁵ Российская Федерация МПК⁵¹ А61М 1/00 (2006/01); А61К 33/00 (2006/01) Данилин А.В., Штейнер М.Л., Жестков А.В., Кибардин А.Ю. *Способ проведения бронхоальвеолярного лаважа пациентам с массивной обструкцией бронхиальным секретом*. Заявка 98113691/14. Оpubл. 2000.12.10. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2160124C2_20001210 [Дата обращения 24 января 2024 г.]
55. Чернеховская Н.Е., Андреев В.Г., Поваляев А.В. *Лечебная бронхоскопия в комплексной терапии заболеваний органов дыхания*. Москва: МЕДпресс-информ; 2008.
56. Clinical guidelines and indications for bronchoalveolar lavage: Report of the European Society of Pneumology Task Group on BAL. *Eur Respir J*. 1990;3(8):937–974. PMID: 2292291 <https://erj.ersjournals.com/content/erj/3/8/937.full.pdf>
57. Strunin L, Abrams ME, Simpson BR. Effects of bronchial lavage on pulmonary surfactant. *Proc R Soc Med*. 1968;61(11 Pt 1):1162. PMID: 5722563 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1902868/>
58. Finley TN, Swenson EW, Curran WS, Huber GL, Ladman AJ. Bronchopulmonary lavage in normal subjects and patients with obstructive lung disease. *Ann Intern Med*. 1967;66(4):651–658. PMID: 6023531 <https://doi.org/10.7326/0003-4819-66-4-651>
59. Houmes RJ, Verbrugge SJ, Hendrik ER, Lachmann B. Hemodynamic effects of partial liquid ventilation with perfluorocarbon in acute lung injury. *Intens Care Med*. 1995;21(12):966–972. PMID: 8750120 <https://doi.org/10.1007/BF01700657>
60. Takeda T. Experimental model of respiratory distress syndrome by lung lavage with fluorocarbon. *Nihon Sanka Fujinka Gakkai Zasshi*. 1989;41(9):1417–1422. PMID: 2584820
61. Kamel T, Helms J, Janssen-Langenstein R, Kouatchet A, Guillon A, Bourenne J, et al. Clinical research in intensive care sepsis group (CRICS-TRIGGERSEP). Benefit-to-risk balance of bronchoalveolar lavage in the critically ill. A prospective, multicenter cohort study. *Intens Care Med*. 2020;46(3):463–474. PMID: 31912201 <https://doi.org/10.1007/s00134-019-05896-4>
62. Wang C, Ye S, Wang X, Zhao Y, Ma Q, Wang L. Clinical efficacy and safety of mechanical ventilation combined with fiberoptic bronchoalveolar lavage in patients with severe pulmonary infection. *Med Sci Monit*. 2019;25:5401–5407. PMID: 31326975 <https://doi.org/10.12659/MSM.915507>
63. Zhao Y, Dai X, Ji J, Cheng P. Bronchial lavage under fiberoptic bronchoscopy in the treatment of severe pulmonary infection. *Pak J Med Sci*. 2020;36(3):396–401. PMID: 32292441 <https://doi.org/10.12669/pjms.36.3.1539>
64. Klein U, Karzai W, Zimmermann P, Hannemann U, Koschel U, Brunner JX, et al. Changes in pulmonary mechanics after fiberoptic bronchoalveolar lavage in mechanically ventilated patients. *Intens Care Med*. 1998;24(12):289–293. PMID: 9885882 <https://doi.org/10.1007/s001340050764>
65. Franchineau G, Chommeloux J, Pineton de Chambrun M, Lebreton G, Bréchet N, Hékimian G, et al. Electrical impedance tomography monitoring of bronchoalveolar lavage in patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med*. 2022;50(3):e231–e240. PMID: 34582417 <https://doi.org/10.1097/CCM.00000000000005302>

REFERENCES

- Lukomskiy GI, Shulutko ML, Vinner MG, Ovchinnikov AA. *Bronkhopul' monologiya*. Moscow: Meditsina Publ.; 1982. (In Russ.)
- Simenstad JO, Galway CF, Maclean LD. Tracheobronchial lavage in treatment of postoperative atelectasis. *Minn Med*. 1962;45:900–904. PMID: 13913005
- Simenstad JO, Galway CF, Maclean LD. Tracheobronchial lavage for treatment of aspiration and atelectasis. *Surg Forum*. 1962;13:155–157. PMID: 13992996
- Simenstad JO, Galway CF, Maclean LD. The treatment of aspiration and atelectasis by tracheobronchial lavage. *Surg Gynecol Obstet*. 1962;115:721–728. PMID: 13992995
- Perry JF Jr, Galway CF. Chest injury due to blunt trauma. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1965;49:684–693. PMID: 14274352
- Broom B. Intermittent positive-pressure respiration and therapeutic bronchial lavage in intractable status asthmaticus. *Lancet*. 1960;1(7130):899–901. PMID: 13804800 [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(60\)90787-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(60)90787-X)
- Finley TN, Swenson EW, Curran WS, Huber GL, Ladman AJ. Bronchopulmonary lavage in normal subjects and patients with obstructive lung disease. *Ann Intern Med*. 1967;66(4):651–658. PMID: 6023531 <https://doi.org/10.7326/0003-4819-66-4-651>
- Ambiavagar M, Jones ES. Resuscitation of the moribund asthmatic. Use of intermittent positive pressure ventilation, bronchial lavage and intravenous infusions. *Anaesthesia*. 1967;22(3):375–391. PMID: 4952780 <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.1967.tb02760.x>
- Rogers RM, Braunstein MS, Shurman JF. Role of bronchopulmonary lavage in the treatment of respiratory failure: a review. *Chest*. 1972;62(5):Suppl:95S–106. PMID: 4563464 https://doi.org/10.1378/chest.62.5_Supplement.95S
- Kylstra JA, Rausch DC, Hall KD, Spock A. Volume-controlled lung lavage in the treatment of asthma, bronchiectasis, and mucoviscidosis. *Am Rev Respir Dis*. 1971;103(5):651–665. PMID: 5579908 <https://doi.org/10.1164/arrd.1971.103.5.651>
- Palamarchuk GF, Akopov AL, Arsen'ev AI, Derevyanko AV, Nagornaya OA. *Bronkhoskopiya v diagnostike i lechenii zabolevaniy organov dykhaniya*. Saint Petersburg: Foliant Publ.; 2019 (In Russ.)
- Thompson HT, Pryor WJ. Bronchial lavage in the treatment of obstructive lung disease. *Lancet*. 1964;2(7349):8–10. PMID: 14149220 [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(64\)90004-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(64)90004-2)
- Thompson HT, Pryor WJ, Hill J. Bronchial lavage in the treatment of obstructive lung disease. *Thorax*. 1966;21(6):557–559. PMID: 5972524 <http://doi.org/10.1136/thx.21.6.557>
- Shteyner ML. Respiratory Protection During Bronchoscopy. *Fundamental research*. 2012;(1):193–199. (In Russ.)
- Boyko VV, Krasnoyaryzhsky AG. New Approaches to Pre-Operative Preparation in Struggle Against Post-Operative Complications in Patients With Compression Syndrome Caused by Mediastinum Neoplasms. *International Medical Journal*. 2009;(4):58–61. (In Russ.)
- Kassil' VL, Leskin GS, Vyzhigina MA. *Iskusstvennaya i vspomogatel'naya ventilyatsiya legkikh*. Moscow: Meditsina Publ.; 2004. (In Russ.)
- Lightowler JV, Wedzicha JA, Elliott MW, Ram FS. Non-invasive positive pressure ventilation to treat respiratory failure resulting from exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: Cochrane systematic review and metaanalysis. *BMJ*. 2003;326(7382):185. PMID: 12543832 <https://doi.org/10.1136/bmj.326.7382.185>
- Mehta S, Nava S. Mask ventilation and cardiogenic pulmonary edema: «another brick in the wall». *Intensive Care Med*. 2005;31(6):757–759. PMID: 15891861 <https://doi.org/10.1007/s00134-005-2650-0>
- Avdeev SN. Vedenie bol'nykh khronicheskoy obstruktivnoy boleznyu legkikh s ostroy dykhatel'noy nedostatocnost'yu. *Consilium Medicum*. 2006;8(3):8–87. (In Russ.)
- Chhajed PN, Aboyou C, Malouf MA, Hopkins PM, Plit M, Grunstein RR, et al. Prophylactic nasopharyngeal tube insertion prevents acute hypoxaemia due to upper-airway obstruction during flexible bronchoscopy. *Intern Med J*. 2003;33(7):317–318. PMID: 12823679 <https://doi.org/10.1046/j.1445-5994.2003.00403.x>
- Davidson C, Treacher D. (eds.) *Respiratory critical care*. London: Arnold; 2002.
- Shteyner ML, Borodulin BE, Zhestkov AV, Danilin AV. *Fibrobronkhoskopiya pri khronicheskikh obstruktivnykh zabolevaniyakh legkikh*. Samara: ITIS Publ.; 2005. (In Russ.)
- McCain TW, Dunagan DP, Adair NE, Chin RJ. Prospective randomized trial comparing oxygen administration during nasal flexible bronchoscopy. *Chest*. 2001;120(5):1671–1674. PMID: 11713152 <https://doi.org/10.1378/chest.120.5.1671>
- Shinagawa N, Yamazaki K, Kinoshita I, Ogura S, Nishimura M. Susceptibility to oxygen desaturation during bronchoscopy in elderly patients with pulmonary fibrosis. *Respiration*. 2006;73(1):90–94. PMID: 16155353 <https://doi.org/10.1159/000088093>
- Steinberg KP, Mitchell DR, Maunder RJ, Milberg JA, Whitcomb ME, Hudson LD. Safety of bronchoalveolar lavage in patients with adult respiratory distress syndrome. *Am Rev Respir Dis*. 1993;148(3):556–561. PMID: 8368623 <https://doi.org/10.1164/ajrccm/148.3.556>
- Hilbert G, Gruson D, Vargas F, Valentino R, Favier JC, Portel L, et al. Bronchoscopy with bronchoalveolar lavage via the laryngeal mask airway in high-risk hypoxemic immunosuppressed patients. *Crit Care Med*. 2001;29(2):249–255. PMID: 11246301 <https://doi.org/10.1097/00003246-200102000-00004>
- Perkins GD, Chatterjee S, Giles S, McAuley DF, Quinton S, Thickett DR, et al. Safety and tolerability of nonbronchoscopic lavage in ARDS. *Chest*. 2005;127(4):1358–1363. PMID: 15821216 <https://doi.org/10.1378/chest.127.4.1358>
- Filippov VP, Chernichenko NV. *Bronkhoskopiya pri zabolevaniyakh legkikh*. Moscow: BINOM Publ.; 2014. (In Russ.)
- Technical recommendations and guidelines for bronchoalveolar lavage (BAL). Report of the European Society of Pneumology Task group. *Eur Respir J*. 1989;2(6):561–585. PMID: 2663535 <https://erj.ersjournals.com/content/erj/2/6/561.full.pdf>
- Crystal RG, Reynolds HY, Kalica AR. Bronchoalveolar lavage. *Chest*. 1982;90(1):122–131. PMID: 3720374 <https://doi.org/10.1378/chest.90.1.122>
- Oho K, Amemiya R. *Practical fiberoptic bronchoscopy*. 2nd ed. Tokyo: Igakyo-Shoin; 1984.
- Shteyner ML. Dopolnitel'nye diagnosticheskie endobronkhial'nye manipulatsii: bronkhooal'veolyarnyy lavazh. *Zhurnal glavnogo vracha*. 2017;24(6):26–38. (In Russ.)
- Meyer KC. Bronchoalveolar lavage as a diagnostic tool. *Semin Respir Crit Care Med*. 2007;28(5):546–560. PMID: 17975782 <https://doi.org/10.1055/s-2007-991527>
- Chernekhovskaya NE. *Sovremennyye tekhnologii v endoskopii*. Moscow: Rossiyskaya meditsinskaya akademiya poslediplomnogo obrazovaniya Publ.; 2004. (In Russ.)
- Liu Y, Lu HW, Gu SY, Wang WW, Ge J, Jie ZJ, et al. Bronchoscopic airway clearance therapy for acute exacerbations of bronchiectasis. *EBioMedicine*. 2021;72:103587. PMID: 34537448 <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2021.103587>
- Meyer KC. The role of bronchoalveolar lavage in interstitial lung disease. *Chest Med*. 2004;25(4):637–649. PMID: 15564013 <https://doi.org/10.1016/j.ccm.2004.08.001>
- Milka M, Ben Kilani M, Berraies A, Braham E, Hamzaoui A, Mezni F. Diagnostic value of the bronchoalveolar lavage in interstitial lung disease. *Tunis Med*. 2016;94(5):375–384. PMID: 27801489 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27801489/>
- Shang L, Gu X, Du S, Wang Y, Cao B, Wang C. The efficacy and safety of therapeutic lung lavage for exogenous lipid pneumonia: A systematic review. *Clin Respir J*. 2021;15(2):134–146. PMID: 32940399 <https://doi.org/10.1111/crj.13273>
- Fu W, Xiao Y, Zeng F, Chen X, Zhu Y, Tian Z, et al. Effect of early whole lung lavage at different time-points for promoting the removal of depleted uranium from the lung. *Int J Radiat Biol*. 2021;97(7):968–976. PMID: 34085887 <https://doi.org/10.1080/09553002.2021.1928783>
- Pinchuk TP, Yasnogorodskiy OO, Guryanov JV, Taldykin MV, Kachikin AS, Catane YuA. Diagnostic and curative bronchoscopy for purulent-destructive pulmonary diseases. *Pirogov Russian Journal of Surger*. 2017;(8):35–39. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/hirurgia2017835-39>
- Jiang NN, Wang DY, Xi MM, Luan XG, Jiang MJ, Li F, et al. Retrospective study of fiberoptic bronchoscopy airway lavage in the treatment of extremely severe burn patients with severe inhalation injury. *Zhonghua Shao Shang Za Zhi*. 2020;36(4):252–259. PMID: 32340414 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn501120-20191203-00451>
- Meyer KC, Raghu G, Baughman RP, Brown KK, Costabel U, du Bois RM, et al. An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline: The clinical utility of bronchoalveolar lavage cellular analysis in interstitial lung disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2012;185(9):1004–1014. PMID: 22550210 <https://doi.org/10.1164/rccm.201202-0320ST>
- Shi Z, Qin Y, Zhu Y, Pan X, Zhou X, Tan Y, et al. Effect of bronchoalveolar lavage with fiberoptic bronchoscopy combined with vibration sputum drainage on mechanically ventilated patients with severe pneumonia: a prospective randomized controlled trial in 286 patients. *Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue*. 2017;29(1):66–70. PMID: 28459407 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.01.014>
- Patolia S, Farhat R, Subramaniyam R. Bronchoscopy in intubated and non-intubated intensive care unit patients with respiratory failure. *J Thorac Dis*. 2021;13(8):5125–5134. PMID: 34527353 <https://doi.org/10.21037/jtd-19-3709>
- Luisetti M, Meloni F, Ballabio P, Leo G. Role of bronchial and bronchoalveolar lavage in chronic obstructive lung disease. *Monaldi Arch Chest Dis*. 1993;48(1):54–57. PMID: 8472065 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8472065/>
- Prakash UB. Bronchoscopy. In: Mason RJ, Broaddus VC, Murray JF, Nadel JA. (eds.) *Murray and Nadel's textbook respiratory medicine*. 4th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2005. p. 1617–1650.
- Patent RU 2286767 C113 Rossiyskaya Federatsiya MPK 51 A61K 31/02 (2006.01); A61B 1/267 (2006.01); A61P 11/00 (2006.01) Al'tshuler E.M., Volzhenin V.V., Krichevskiy A.L., Galeev I.K., Sal'skiy A.V. *Sposob lecheniya termoingalyatsionnoy travmy*. Zavayka 2005114126/14; Opubl. 2006.11.10. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2286767C1_20061110 [Data obrashcheniya 24 yanvarya 2024 g.]
- Utental' LO. *Vvedenie v dykhatel'nye puti aktivirovannogo belka s pri vospalitel'nykh sostoyaniyakh, porazhayushchikh dykhatel'nye puti*. Patent RU 2496515 C213 RF IPC 51 A61K 38/48 (2006.01); Ф613 11/00 (2006.01). Bull. 2008102656/15; publ. 2013.10.27. (In Russ.) Available at: https://yandex.ru/patents/doc/RU2496515C2_20131027?ysclid=ld9xt1e1r14637566700 [Accessed Jan 24, 2024]
- Tarasenko MYu, Shpakov IF, Akulinov EE, Admakin AL, Petrachkov SA, Granov DA, et al. *Sposob lecheniya ingalyatsionnykh porazheniy*. Patent RU 2238757 C113 RF IPC 51 A61K 38/17 (2006.01); Ф613 11/00

- (2006.01). Bull. 2003118700/14; publ. 2004.10.27. (In Russ.) Available at: https://yandex.ru/patents/doc/RU2238757C1_20041027 [Accessed Jan 24, 2024]
50. Provotorov VM, Semenkova GG, Shaydarova VA. *Sposob lecheniya khronicheskogo endobronkhita*. Patent RU 2070045 C113 RF IPC 51 A61K 33/14. Bull. 93002840/14; publ. 10.12.1996. (In Russ.) Available at: <https://patents.google.com/patent/RU2070045C1/ru> [Accessed Jan 24, 2024]
 51. Agadzhanyan VV, Li GA, Odintsova OV, Kravtsov SA, Fayst EK. *Sposob bronkhoal'veolyarnogo lavazha*. Patent RU 2160124 C213 RF IPC 51 A61M 1/00 (2006.01); A61K 33/00 (2006.01). Bull. 98113691/14; publ. 2000.12.10. (In Russ.) Available at: https://yandex.ru/patents/doc/RU2160124C2_20001210 [Accessed Jan 24, 2024]
 52. Cindrick LL, Gore DC, Herndon DN, Traber LD, Traber DL. Bronchoscopic lavage with perfluorocarbon decreases post procedure hypoxemia in an ovine model of smoke inhalation. *J Trauma*. 1999;46(1):129–135. PMID: 9932695 <https://doi.org/10.1097/00005373-199901000-00022>
 53. Southern KW, Funkhouser WK, Kazachkova I, Godfrey VL, Fordham LA, Gatzky JT, et al. Airway surface liquid recovered by lavage with perfluorocarbon liquid in cats. *Eur J Clin Invest*. 2002;32(12):956–961. PMID: 12534457 <https://doi.org/10.1046/j.1365-2362.2002.01100.x>
 54. Danilin AV, Shteyner ML, Zhestkov AV, Kibardin AYu. *Sposob provedeniya bronkhoal'veolyarnogo lavazha patsientam s massivnoy obstruktsiye bronkhial'nykh sekretom*. Patent RU 2160124 C213 RF IPC 51 A61M 1/00 (2006.01); A61K 33/00 (2006.01). Bull. 98113691/14, publ. 2000.12.10. (In Russ.) Available at: https://yandex.ru/patents/doc/RU2160124C2_20001210 [Accessed Jan 24, 2024]
 55. Chernekhovskaya NE, Andreev VG, Povalyayev AV. *Lechebnaya bronkhoskopiya v kompleksnoy terapii zabolevaniy organov dykhaniya*. Moscow: MEDpress-inform Publ.; 2008. (In Russ.)
 56. Clinical guidelines and indications for bronchoalveolar lavage: Report of the European Society of Pneumology Task Group on BAL. *Eup Respir J*. 1990;3(8):937–974. PMID: 2292291 <https://erj.ersjournals.com/content/erj/3/8/937.full.pdf>
 57. Strunin L, Abrams ME, Simpson BR. Effects of bronchial lavage on pulmonary surfactant. *Proc R Soc Med*. 1968;61(11 Pt 1):1162. PMID: 5722563 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1902868/>
 58. Finley TN, Swenson EW, Curran WS, Huber GL, Ladman AJ. Bronchopulmonary lavage in normal subjects and patients with obstructive lung disease. *Ann Intern Med*. 1967;66(4):651–658. PMID: 6023531 <https://doi.org/10.7326/0003-4819-66-4-651>
 59. Houmes RJ, Verbrugge SJ, Hendrik ER, Lachmann B. Hemodynamic effects of partial liquid ventilation with perfluorocarbon in acute lung injury. *Intens Care Med*. 1995;21(12):966–972. PMID: 8750120 <https://doi.org/10.1007/BF01700657>
 60. Takeda T. Experimental model of respiratory distress syndrome by lung lavage with fluorocarbon. *Nihon Sanka Fujinka Gakkai Zasshi*. 1989;41(9):1417–1422. PMID: 2584820
 61. Kamel T, Helms J, Janssen-Langenstein R, Kouatchet A, Guillon A, Bourenne J, et al. Clinical research in intensive care sepsis group (CRICS-TRIGGERSEP). Benefit-to-risk balance of bronchoalveolar lavage in the critically ill. A prospective, multicenter cohort study. *Intens Care Med*. 2020;46(3):463–474. PMID: 31912201 <https://doi.org/10.1007/s00134-019-05896-4>
 62. Wang C, Ye S, Wang X, Zhao Y, Ma Q, Wang L. Clinical efficacy and safety of mechanical ventilation combined with fiberoptic bronchoalveolar lavage in patients with severe pulmonary infection. *Med Sci Monit*. 2019;25:5401–5407. PMID: 31326975 <https://doi.org/10.12659/MSM.915507>
 63. Zhao Y, Dai X, Ji J, Cheng P. Bronchial lavage under fiberoptic bronchoscopy in the treatment of severe pulmonary infection. *Pak J Med Sci*. 2020;36(3):396–401. PMID: 32292441 <https://doi.org/10.12669/pjms.36.3.1559>
 64. Klein U, Karzai W, Zimmermann P, Hannemann U, Koschel U, Brunner JX, et al. Changes in pulmonary mechanics after fiberoptic bronchoalveolar lavage in mechanically ventilated patients. *Intens Care Med*. 1998;24(12):289–293. PMID: 9885882 <https://doi.org/10.1007/s001340050764>
 65. Franchineau G, Chommeloux J, Pineton de Chambrun M, Lebreton G, Bréchet N, Hékimian G, et al. Electrical impedance tomography monitoring of bronchoalveolar lavage in patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med*. 2022;50(3):e231–e240. PMID: 34582417 <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000005302>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Бонитенко Евгений Юрьевич

доктор медицинских наук, заместитель директора по развитию и инновационной деятельности ФГБУ «НКЦТ им. С.Н. Голикова ФМБА России», главный научный сотрудник лаборатории разработки метода газо-жидкостной искусственной вентиляции легких ФГБНУ НИИ МТ; <https://orcid.org/0000-0002-3627-7031>, eu_bonitenko@mail.ru;

30%: концепция статьи, сбор материала, написание и редактирование текста, подготовка текста к печати

Щеголев Алексей Валерианович

доктор медицинских наук, профессор, начальник кафедры (клиники) военной анестезиологии и реаниматологии ФГБВОУ ВО «ВМА им. С.М. Кирова», главный анестезиолог и реаниматолог Минобороны России;

<https://orcid.org/0000-0001-6431-439X>, alekseischegolev@gmail.com;

20%: концепция статьи, редактирование текста, подготовка текста к печати

Васильев Сергей Анатольевич

доктор медицинских наук, заведующий лабораторией разработки метода газо-жидкостной искусственной вентиляции легких, заведующий отделением реанимации и интенсивной терапии клиники ФГБНУ НИИ МТ;

<https://orcid.org/0000-0001-8721-8405>, sergei.a.vasilev@gmail.com;

16%: написание и редактирование текста, подготовка текста к печати

Белякова Наталия Александровна

кандидат медицинских наук, заведующая научно-исследовательским отделом ФГБУ «НКЦТ им. С.Н. Голикова ФМБА России»;

<https://orcid.org/0000-0002-0838-8391>, bna3316@mail.ru;

14%: сбор материала, подготовка текста к печати

Кузьмин Александр Иванович

кандидат медицинских наук, заведующий эндоскопическим кабинетом клиники, старший научный сотрудник лаборатории разработки метода газо-жидкостной искусственной вентиляции легких ФГБНУ НИИ МТ;

<https://orcid.org/0000-0002-4352-3106>, kuzmin_99@mail.ru;

10%: сбор материала, подготовка текста к печати

Соколова Елизавета Дмитриевна

врач-эндоскопист эндоскопического кабинета клиники, научный сотрудник лаборатории разработки метода газо-жидкостной искусственной вентиляции легких ФГБНУ НИИ МТ;

<https://orcid.org/0000-0003-0350-491X>, liza.sokol86@mail.ru;

10%: сбор материала, подготовка текста к печати, подготовка документов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Bronchial Lavage in the Treatment of Severe Bronchopulmonary Pathology in Adults. Approaches to Classification

E.U. Bonitenko^{1,2}, A.V. Shchegolev³, S.A. Vasilev¹, N.A. Belyakova², A.I. Kuzmin¹, E.D. Sokolova¹ ✉

Laboratory for the development of a method of gas-liquid artificial lung ventilation

¹ N.F. Izmerov Research Institute of Occupational Health

31, Budyonnogo Ave., Moscow 105275, Russian Federation

² S.N. Golikov Scientific and Clinical Center of Toxicology

1, Bekhtereva Str., St. Petersburg 192019, Russian Federation

³ S.M. Kirov Military Medical Academy

6, Akademika Lebedeva Str., St. Petersburg 194044, Russian Federation

✉ **Contacts:** Elizaveta D. Sokolova, Researcher at the Laboratory for the Development of a Method of Gas-Liquid Artificial Lung Ventilation, N.F. Izmerov Research Institute of Occupational Health. Email: liza.sokol86@mail.ru

INTRODUCTION Currently, bronchial lavage (BL) is widely used in clinical practice for the treatment of severe bronchopulmonary lesion in adults. However, indications and contraindications for this procedure are not fully defined. In addition, it was not possible to find in the literature a classification of either BL in general or used for therapeutic purposes in particular, which significantly complicates the standardization of procedures for its use in various diseases.

AIM OF STUDY To determine possible classification characteristics, as well as indications, contraindications for therapeutic BL in adults and possible complications that may arise, based on the analysis of literature data.

RESULTS Therapeutic BL can be carried out both as planned and for health reasons. Indications for planned BL are purulent bronchitis, pneumonia, purulent-destructive infiltration, as well as chronic lung diseases: bronchiectasis, interstitial lesions. In turn, the indication for emergency therapeutic BL is progressive acute or chronic respiratory failure, developing due to bronchial obstruction. Such conditions may include massive pulmonary hemorrhage, acute obstruction of the bronchi with mucus and pus, postoperative atelectasis and hypoventilation of the lungs, aspiration of gastric contents, severe bronchial asthma, purulent destruction of the lungs, acute respiratory distress syndrome, thermochemical lesions of the respiratory tract.

Contraindications to therapeutic BL can be both absolute and relative. Absolute contraindications are intolerance to drugs used for local anesthesia; decompensated heart and (or) pulmonary failure; acute cerebrovascular accident; various types of arrhythmias; stenosis of the larynx and (or) trachea II–III degree; neuropsychiatric diseases; pain syndrome in the abdominal cavity; extremely serious condition of the patient, when clarification of the diagnosis can no longer affect treatment tactics. Relative contraindications include acute respiratory disease of the upper respiratory tract; coronary artery disease; severe diabetes mellitus; pregnancy (second half); chronic alcoholism; grade III enlargement of the thyroid gland. It should be noted that most of the absolute contraindications are conditional and are not taken into account when performing BL according to vital indications with appropriate medical and technical support.

Classification of BL used for medicinal purposes can be carried out according to the following criteria: method of sanitation; access used; level of sanitation; sanitized area; volume and composition of the lavage solution.

It is noteworthy that the methods of carrying out procedures for various conditions and diseases still remain unregulated. An exception is the final stage of the therapeutic BL procedure in the case of the use of surfactant preparations, which standardization is regulated by approved standard operating procedures.

It should also be noted that bronchial lavage for therapeutic purposes is justified from a pathoanatomical and pathophysiological point of view, but is accompanied by serious, albeit temporary, changes in the lungs, which can be partially avoided by improving the lavage technique.

CONCLUSION All of the above indicates that in order to solve existing problems, it is necessary to conduct systematic research in this direction with the involvement of all interested specialists.

Keywords: bronchial lavage, bronchoscopy, severe bronchopulmonary lesion

For citation Bonitenko EU, Shchegolev AV, Vasilev SA, Belyakova NA, Kuzmin AI, Sokolova ED. Bronchial Lavage in the Treatment of Severe Bronchopulmonary Pathology in Adults. Approaches to Classification. *Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care*. 2024;13(1):88–98. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2024-13-1-88-98> (in Russ.)

Conflict of interest Authors declare lack of the conflicts of interests

Acknowledgments, sponsorship This work was supported by the Foundation for Advanced Research

Affiliations

Evgeniy U. Bonitenko	Doctor of Medical Sciences, Deputy Director for Development and Innovation Activities, S.N. Golikov Scientific and Clinical Center of Toxicology; Chief Researcher of the Laboratory for the Development of a Method of Gas-Liquid Artificial Lung Ventilation, N.F. Izmerov Research Institute of Occupational Health; https://orcid.org/0000-0002-3627-7031 , eu_bonitenko@mail.ru; 30%, article concept, collecting material, writing and editing text, preparing text for printing
Aleksey V. Shchegolev	Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department (Clinic) of Military Anesthesiology and Resuscitation of the S.M. Kirov Military Medical Academy; Chief Anesthesiologist and Resuscitator of the Russian Ministry of Defense; https://orcid.org/0000-0001-6431-439X , alekseischegolev@gmail.com; 20%, article concept, text editing, preparing text for printing
Sergey A. Vasilev	Doctor of Medical Sciences, Head of the Laboratory for the Development of a Method of Gas-Liquid Artificial Lung Ventilation, Head of the Department of Resuscitation and Intensive Care of the Clinic, N.F. Izmerov Research Institute of Occupational Health; https://orcid.org/0000-0001-8721-8405 , sergei.a.vasilev@gmail.com; 16%, writing and editing text, preparing text for printing
Natalia A. Belyakova	Candidate of Medical Sciences, Head of the Research Department, S.N. Golikov Scientific and Clinical Center of Toxicology; https://orcid.org/0000-0002-0838-8391 , bna3316@mail.ru; 14%, data collection, preparing text for printing
Aleksandr I. Kuzmin	Candidate of Medical Sciences, Head of the Endoscopy Room at the Clinic, Senior Researcher at the Laboratory for the Development of a Method of Gas-Liquid Artificial Lung Ventilation, N.F. Izmerov Research Institute of Occupational Health; https://orcid.org/0000-0002-4352-3106 , kuzmin_99@mail.ru; 10%, data collection, preparing text for printing
Elizaveta D. Sokolova	Endoscopist of the Endoscopy Room of the Clinic, Researcher at the Laboratory for the Development of a Method of Gas-Liquid Artificial Lung Ventilation, N.F. Izmerov Research Institute of Occupational Health; https://orcid.org/0000-0003-0350-491X , liza.sokol86@mail.ru; 10%: data collection, preparing text for printing, preparing documents

Received on 07.02.2023

Review completed on 20.09.2023

Accepted on 26.12.2023

Поступила в редакцию 07.02.2023

Рецензирование завершено 20.09.2023

Принята к печати 26.12.2023