

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА «НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР ФТИЗІАТРІЇ,
ПУЛЬМОНОЛОГІЇ ТА АЛЕРГОЛОГІЇ ІМЕНІ Ф. Г. ЯНОВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОЇ
АКАДЕМІЇ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ»

УДК: 616.24–002.5+616.24–089–007.001.362.001.5

АЛГОРИТМ ЗАСТОСУВАННЯ КЛАПАННОЇ БРОНХООКЛЮЗІЇ У ХВОРИХ
НА БРОНХОПЛЕВРОТОРАКАЛЬНІ УСКЛАДНЕННЯ, В ТОМУ ЧИСЛІ У
ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ЗСУ ТА ЦИВІЛЬНИХ ОСІБ, ПОСТРАЖДАЛИХ
ВНАСЛІДОК БОЙОВИХ ДІЙ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ
(методичний посібник для лікарів)

Київ – 2024

Заклади-розробники:

Державна установа “Національний науковий центр фтизіатрії, пульмонології та алергології імені Ф. Г. Яновського НАМН України”

Національний військово-медичний клінічний центр "Головний військовий клінічний госпіталь" МО України

Укладачі:

Калабуха І. А. – заступник ген. директора з наукової та науково-організаційної роботи, зав. відділення торакальної хірургії ННЦ ФПА НАМНУ, д-р. мед. наук, професор, (044) 2757094

Іващенко В. Є. – наук. співроб. відділення торакальної хірургії ННЦ ФПА НАМНУ, (044) 2752728

Веремєєнко Р. А. – мол. наук. співроб. відділення торакальної хірургії ННЦ ФПА НАМНУ, (044) 2752728

Волошин Я. М. – старш. наук. співроб. відділення торакальної хірургії ННЦ ФПА НАМНУ, канд. мед. наук, (044) 2752728

Хмель О. В. – зав. відділенням хірургічного лікування туберкульозу та НЗЛ ННЦ ФПА НАМНУ, канд. мед. наук, (044) 2752728

Бичковський В. Б., лікар відділення ендоскопії ННЦ ФПА НАМНУ, канд. мед. наук, (044) 2752728

Сафонов В. Є. – нач. відділення торакальної хірургії Національного військово-медичного клінічного центру "Головний військовий клінічний госпіталь" МО України, головний торакальний хірург МО України

Маєтний Є. М. – старш. наук. співроб. відділення торакальної хірургії ННЦ ФПА НАМНУ, канд. мед. наук, (044) 2752728

Рецензенти:

Линник М. І. – завідувач відділу епідеміологічних та організаційних проблем фтизіопульмонології ННЦ ФПА НАМНУ, д-р. мед. наук

Гетьман В. Г. – завідувач кафедри торакальної хірургії Національної академії післядипломної освіти ім. П.Л. Шупика МОЗ України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, заслужений лікар України, д-р. мед. наук, професор

Голова профільної проблемної комісії МОЗ та НАМН України – академік НАМН України, д-р мед. наук, професор Ю. І. Фещенко

Голова експертної комісії – д-р. мед. наук, професор І. А. Калабуха

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ВІЛ	– вірус імунодефіциту людини
ЗСУ	– збройні сили України
ІХС	– ішемічна хвороба серця
ОГК	– органи грудної клітки
ХОЗЛ	– хронічне обструктивне захворювання легень
НУ	– одиниця Хаунсфілда

ЗМІСТ

	С.
ВСТУП	5
1 ОБГРУНТУВАННЯ АЛГОРИТМУ ЗАСТОСУВАННЯ КЛАПАННОЇ БРОНХООКЛЮЗІЇ У ХВОРИХ НА БРОНХОПЛЕВРОТОРАКАЛЬНІ УСКЛАДНЕННЯ, В ТОМУ ЧИСЛІ У ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ЗСУ ТА ЦИВІЛЬНИХ ОСІБ, ПОСТРАЖДАЛИХ ВНАСЛІДОК БОЙОВИХ ДІЙ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ	7
2 КЛІНІЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМУ ЗАСТОСУВАННЯ КЛАПАННОЇ БРОНХООКЛЮЗІЇ У ХВОРИХ НА БРОНХОПЛЕВРОТОРАКАЛЬНІ УСКЛАДНЕННЯ, В ТОМУ ЧИСЛІ У ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ЗСУ ТА ЦИВІЛЬНИХ ОСІБ, ПОСТРАЖДАЛИХ ВНАСЛІДОК БОЙОВИХ ДІЙ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ	15
РЕЗЮМЕ	20
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	21

ВСТУП

Захворювання системи дихання є найбільш розповсюдженою патологією в структурі захворюваності складаючи понад 60,0 % причин звернення за медичною допомогою. В Україні не втрачає актуальності лікування туберкульозу та його ускладнень. На фоні пандемії COVID-19, розповсюдженості ВІЛ-інфекції, гепатитів, цукрового діабету, ішемічної хвороби серця (ІХС) та гіпертонічної хвороби, в умовах військового вторгнення до України, виникає потреба в швидкому та об'єктивному алгоритмі дій, спрямованих на попередження та лікування ускладнень захворювань бронхо-легеневої системи. До розробок, які змінили підходи до лікування значної кількості ускладнень при хворобах легень та плеври належать бронхоблокатори. Бронхоблокатори – це різновид пристроїв, які шляхом встановлення їх у бронх обмежують доступ повітря до тієї чи іншої ділянки легені. Одними з перших були поролонові губки. Їх використовували ще на початку минулого століття для тимчасової оклюзії бронха з метою роз'єднання стійкого сполучення трахеобронхіального дерева з плевральною порожниною та для зупинки легеневої кровотечі. Це дає змогу провести ефективну санацію плевральної порожнини – у першому випадку, та зупинити кровотечу – у другому.

Останнім часом у медицині використовують різновиди бронхоблокаторів – ендобронхіальні клапани. Вони проводять повітря лише в одному напрямку, і блокують його проходження у зворотному. При встановленні такого клапану в бронх, завдяки спеціальному пелюстковому пристрою, повітря може лише виходити з ділянки, що відмежована цим клапаном, і така ділянка з часом стає повністю безповітряною. Паренхіма у цих відділах стискається разом з усіма патологічними структурами, що в ній знаходяться. Все частіше такі клапани застосовують для комплексного лікування деструкцій паренхіми при туберкульозі легень та для лікування гострих абсцесів, а також, для лікування гомогенної та гетерогенної емфіземи.

Бронхоплевральна нориця значно ускладнює лікування і погіршує клінічний прогноз захворювання. У таких випадках відсутність герметичності плевральної порожнини заважає реекспансії легені, що підтримує запальний процес. Летальність при емпіємах плеври за даними деяких авторів складає 29,0 %. Традиційним лікуванням такої патології вважаються травматичні операції від торакастомії до плевректомії з декортикацією легені, резекціями легені в умовах гнійно-інфекційного процесу в плевральній порожнині. Такі операції характеризуються високим рівнем ускладнень та летальності. За даними О. О. Ясногородского и др., післяопераційна летальність при їх застосуванні сягала 19,5 %.

В результаті проведених досліджень вперше був розроблений алгоритм застосування клапанної бронхооклюзії у хворих на бронхоплевроторакальні ускладнення, застосування якого сприятиме підвищенню ефективності хірургічного лікування зазначеного контингенту при істотному зниженні технічної складності застосованих методик лікування, зниженні ризиків, пов'язаних з виконанням хірургічних процедур, скороченні тривалості перебування хворих у стаціонарі.

Розробка призначена для використання в спеціалізованих торакальних відділеннях міського, обласного та державного рівнів.

1 ОБГРУНТУВАННЯ АЛГОРИТМУ ЗАСТОСУВАННЯ КЛАПАННОЇ БРОНХООКЛЮЗІЇ У ХВОРИХ НА БРОНХОПЛЕВРОТОРАКАЛЬНІ УСКЛАДНЕННЯ, В ТОМУ ЧИСЛІ У ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ЗСУ ТА ЦИВІЛЬНИХ ОСІБ, ПОСТРАЖДАЛИХ ВНАСЛІДОК БОЙОВИХ ДІЙ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ

Як відомо, пульмонологічні захворювання є найбільш розповсюдженою патологією в структурі захворюваності населення розвинутих країн, та країн, що розвиваються.

Гнійно-деструктивні захворювання легень та плеври, як відомо, одна з найскладніших груп захворювань, з якими щорічно стикаються не тільки торакальні хірурги, але й лікарі загальної практики. Навіть при стрімкому розвитку сучасної фармакології та хірургічних методик, результати лікування таких хворих часто лишаються невтішними. Незважаючи на впровадження нових методів консервативного та оперативного лікування із застосуванням антибактеріальних, дезінтоксикаційних й імунокоригуючих засобів, відзначається зростання ускладнень (кровотеча, емпієма плеври, піопневмоторакс, сепсис і бронхіальні норичі) до 50,0 %–60,0 % і летальності до 20,0 %–30,0 %. Зростає кількість важких і швидко прогресуючих форм запальних захворювань легень і плеври, що супроводжуються септичними ускладненнями [1].

Піопневмоторакс зустрічається у 33,3 % пацієнтів з неспецифічними інфекційними деструкціями легень. Тяжкість клінічного перебігу піопневмотораксу характеризує це ускладнення, як одне з найскладніших у торакальній хірургії. Патогенетичним чинником виникнення і хронізації емпієм є негерметичність легеневої тканини за рахунок бронхоплевральної норичі [2].

Бронхоплевральна норича значно ускладнює лікування і погіршує клінічний прогноз захворювання. У таких випадках відсутність герметичності плевральної порожнини не дозволяє розправитися легені, що підтримує запальний процес.

Летальність при емпіємах плеври за даними деяких авторів складає 29,0 %. Традиційним лікуванням такої патології вважаються травматичні операції від торакостомії до плевректомії з декортикацією легені, резекціями легені в умовах гнійно-інфекційного процесу в плевральній порожнині. Такі операції характеризуються високим рівнем ускладнень, летальності та рецидивів. За даними О. О. Ясногородского и др., післяопераційна летальність при їх застосуванні сягала 19,5 % [3].

Емпієма плеври є ускладненням як гострих та хронічних захворювань легень (абсцес легені, абсцедуюча пневмонія, плеврит, травма грудної клітки, туберкульоз, наслідки онкологічного захворювання легені, бронхоектази, муковісцидоз, ХОЗЛ), так і не легеневих

(деструктивний панкреатит, піддіафрагмальний абсцес, паранефрит, розрив стравоходу, защемлена діафрагмальна кила, чужорідне тіло черевної порожнини).

І однією з найважчих патологій вважається туберкульозна емпієма плеври. У тому числі та, що розвинулась після торакальної операції. Ймовірність появи нориці після дольових резекцій складає від 0,5 % до 3,0 %, після пневмонектомії від 1,0 % до 20,0 % і більше. Госпітальна летальність, що пов'язана з наявністю цього ускладнення сягає 30,0 %–50,0 %, протягом наступних трьох років помирає біля 80,0 % пацієнтів з хронічними бронхопульмональними норицями. Причинами смерті, як правило, є арозивна кровотеча, аспіраційна пневмонія, сепсис, легенево-серцева недостатність [4]. Арозивна легенева кровотеча – найгрізніше потенційно смертельне ускладнення, що може розвиватись за короткий проміжок часу. Фармакологічна гемостатична терапія не завжди ефективна і такі пацієнти потребують негайної операції для зупинки кровотечі. І, як правило, це операції у хворих, що не встигли пройти необхідну передопераційну підготовку. Результати таких операцій часто незадовільні, зважаючи на високий рівень інтра- та післяопераційних ускладнень [5]. Спричинити легеневу кровотечу може як гостра, так і хронічна емпієма. І ймовірність кровотечі збільшується з часом існування емпієми. Основним лікуванням емпієми плеври на ранніх етапах є виконання двохетапного хірургічного втручання: оклюзія головного бронха трансстернальним доступом, із розкриттям порожнини перикарда, або без розкриття порожнини перикарда, другим етапом через 1,5–2 місяця – довидалення легені (заклучна пневмонектомія). У 11,0 %–40,0 % гостра емпієма плеври стає хронічною [3].

Бронхо-плевральна нориця при неспецифічному ураженні також може бути ятрогенного походження (1,3 %), як ускладнення інвазивних маніпуляцій або баротравми, а також ускладнень торакальних операцій. За даними M. Ding et al. сублобарні резекції ускладнюються негерметичністю у 8,0 % випадків, а такі операції як редукція об'єму легені при ХОЗЛ до 45,0 %. При чому, одразу після операції цей ризик складає 28,0 %–60,0 %, у перший післяопераційний день – 26,0 %–48,0 %, у другий післяопераційний день 22,0 %–24,0 %, та 8,0 % у четвертий [6], [7], [8].

До альтернативних методів, що змінили підходи до лікування значної кількості ускладнень при хворобах легень та плеври належить бронхоблокація. Це встановлення у бронх, що відповідає ураженій ділянці легені, бронхоблокаторів.

Бронхоблокатори – це різновид пристроїв, які шляхом встановлення їх у бронх обмежують доступ повітря до тієї чи іншої ділянки легені. Одними з перших були поролоніві губки. Їх використовували ще на початку минулого століття для тимчасової оклюзії бронха з метою роз'єднання стійкого сполучення трахеобронхіального дерева з плевральною порожниною та для зупинки легеневої кровотечі. Це дає змогу провести ефективну санацію

плевральної порожнини – у першому випадку, та зупинити кровотечу – у другому. Ю. Н. Колбашова и др. використовують подібні саморобні оклюдери у своїй роботі і на даний час. Їх ефективність (повне одужання) складає 54,1 % у порівнянні із традиційними методиками [9].

Для тимчасової оклюзії, крім поролонової губки, застосовували марлевий тампон, желатинову губку з клеєм, колагенову губку, фібринову пломбу, навіть, модифікований балонний катетер Фогарті [10].

Суттєвим недоліком такого оклюдера є місцевий розвиток пролежнів та запальних змін трахеобронхіального дерева, неможливість відтоку гнійного вмісту із заблокованої долі легені, розвиток гнійного ендобронхіту [10], [11].

Останнім часом у медицині використовують різновиди бронхоблокаторів – ендобронхіальні клапани. Вони проводять повітря лише в одному напрямку і блокують його прохідність у зворотному. Це дозволяє позбутись вказаних недоліків та значно розширити показання до їх використання. При встановленні такого клапану в бронх, завдяки спеціальному пелюстковому пристрою, повітря може лише виходити з ділянки, що відмежована цим клапаном, і така ділянка з часом стає повністю безповітряною. Паренхіма у цих відділах стискається разом з усіма патологічними структурами, що в ній знаходяться. Все частіше такі клапани застосовують для комплексного лікування деструкцій паренхіми при туберкульозі легень та для лікування гострих абсцесів, а також, для лікування гомогенної та гетерогенної емфіземи.

Переважна більшість знайдених нами джерел інформації в Україні та пострадянських країнах присвячена ендобронхіальним клапанам "Medlung", які використовували до розробки української моделі. Клапан виконано з спеціальної гумової суміші (реєстраційне свідоцтво № ФС 01032006/5025-06 від 21.12.2006 р.), що індиферентна до організму людини. Він являє собою порожній циліндр, внутрішній отвір якого має рівну округлу форму, а інший – виконаний у формі пелюсткового клапану, що закривається надлишковим зовнішнім тиском та за рахунок пружних властивостей матеріалу з якого він виготовлений. Дві третини зовнішньої поверхні клапана складають тонкі пластинчасті радіальні пелюстки для фіксації його у бронху. Встановлення клапана відбувається як ригідним бронхоскопом, так і фібробронхоскопом. Розмір клапана залежить від діаметра дренажного бронха, куди він вставляється (дольовий, сегментарний, субсегментарний), і повинен перевищувати діаметр дренажного бронха у 1,2–1,5 рази. Клапан під час вдиху та при кашлі забезпечує можливість відходження з вогнища враження повітря, мокроти та бронхіального вмісту. При цьому зворотного надходження повітря в уражені ділянки не відбувається. Цим досягається поступова лікувальна гіповентиляція та ателектаз легеневої тканини.

За таким же принципом діє пристрій виробництва США "Zephyr® Endobronchial Valve" корпорації Pulmonx. Він відрізняється тим, що має нікель-титановий (нітіноловий) каркас, що вкритий сіліконовою мембраною. Каркас у складеному стані вводиться фібробронхоскопом у необхідну ділянку бронха та розправляється самостійно. Канал, що знаходиться у центрі пристрою, також має силіконові пелюстки, що дозволяють рух повітря лише в одному напрямку. Перевага ZEV у розмірах його пелюстків, що ефективно справляються із задачею однонаправленого руху повітря і при цьому не подразнюють рефлексогенні зони епітелію бронха. Недолік – відносна громіздкість конструкції та неможливість встановлення у дрібні бронхи [12], [13].

Схожу конструкцію має ендобронхіальний клапан Emphasys, компанії Emphasys Medical (США). Тільки його пелюстки більш захищені короткою, але товстою трубкою. І вся його конструкція менш гнучка та еластична. Його масивні форми допомагають більш надійно та щільно фіксуватись у просвіті бронха, але це ж і позбавляє його портативності та можливості встановлення у невеликі бронхи [14].

Іншим поширеним методом бронхоблокації є застосування пристрою Endobronchial Watanabe Spigots (EWS™), що був розроблений компанією NOVATECH (Франція) у співробітництві із Y. Watanabe (Окаяма, Японія). Він являє собою щільно-еластичний монолітний циліндр із медичного силікону із спеціальними виступами для ендобронхіального встановлення та надійної фіксації у просвіті бронха. Властивості матеріалу дозволяють встановлювати його на терміни більші за 29 днів, а сульфат барію робить його рентгенконтрастним, що допомагає контролювати його положення. Перевага цього пристрою у тому, що не маючи каналу для повітря, він є більш надійним для ліквідації легеневої кровотечі, та завдяки своїй простоті він дешевший у виготовленні. Недоліком є утруднений відтік секрету із дистальної ділянки бронха [15].

Інша розробка США також конкурує у світі серед пристроїв для клапанної бронхоблокації. "Spiration® Valve System" корпорації Spiration має значно відмінну від попередніх пристроїв конструкцію. Цей клапан має фігуру схожу на парасольку, що складається з нікель-титанового (нітінолового) складного механізму, яка вкрита полімерною мембраною. За допомогою фібробронхоскопа, а саме, через його канал, клапан може бути встановлений у достатньо дрібний бронх, за стінки якого він чіпляється спеціальними гачками, коли розкривається як парасолька. Завдяки конструкції нітінолового механізму та мембрані, він не маючи каналу, пропускає повітря між собою та стінкою бронха. У зворотному напрямку руху повітря перешкоджає натягнута мембрана, що стає подібною до пелюсток. Перевага цього пристрою у простоті та швидкому встановленні, мінімальному подразненні слизової оболонки бронха та у можливості блокування дуже дрібних бронхів, а отже у великій точності

блокування власне необхідної ділянки легені. Недолік – найвища серед усіх пристроїв ціна [16].

Більшість проаналізованих нами робіт присвячені саме лікуванню патологічних станів, що розвинулись внаслідок існування бронхоплеврального сполучення. Роботи, присвячені встановленню ендотрахеального клапана широко представлені як у світі [17], так і в Україні [11], [18].

Ефективність тимчасової клапанної бронхоблокації хворих з неспецифічною емпіємою плеври та бронхоплевральною норичею сягає 70,0 %–91,7 %. Ендобронхіальну клапанну оклюзію та відеоторакоскопічну інструментальну санацію застосовували у пацієнтів з емпіємою з бронхоплевральною норичею і відзначають повне одужання при даній патології у 67,3 % та клінічне одужання (відсутності скарги, але наявні рентгенологічні зміни) ще у 25,0 % хворих [19].

Клапанна бронхоблокація застосовується і при супутньому муковісцидозі. Це патологія значно обтяжує будь-яке захворювання, а у випадку емпієми плеври з норичею, резистентна флора такого пацієнта швидко колонізує нагнійний процес у плевральній порожнині. Оперативне лікування таким хворим у більшості випадків протипоказане. Ендобронхіальний клапан – єдиний шанс досягти реекспансії легені тавилікування емпієми плеври [20].

Хворі на туберкульоз, перебіг захворювання яких ускладнився емпіємою плеври з бронхоплевральною норичею – окремих контингент пацієнтів. Оперативне втручання для ліквідації бронхоплеврального сполучення у таких пацієнтів обмежене термінами протитуберкульозної терапії, недотримання яких часто супроводжується загостренням туберкульозного процесу. Навіть при дотриманні термінів та стандартів протитуберкульозної терапії встановлено, що облітерація плевральної порожнини, значна фіброзно-склеротична деформація плеври, грудної стінки та фіброз легеневої тканини і бронхоплевральні норичі створюють технічні труднощі при виконанні повної плевректомії, проведенні декортикації легені. Складний пневмоліз призводить до значної кількості інтра- (19,8 %) та післяопераційних (26,4 %) ускладнень [11]. Ще складніша ситуація у хворих з мультирезистентними формами туберкульозу.

Клапанна бронхоблокація також широко застосовується для лікування деструктивних процесів у легенях у хворих на туберкульоз. Цей метод застосовують у комплексі з традиційними операціями (резекції, торакопластики). При такому комплексному лікуванні, стійкої стабілізації перебігу туберкульозного процесу, припинення бактеріовиділення та закриття порожнин деструкції вдається досягнути у 88,9 % пацієнтів [21].

Широко метод застосовується і без оперативного лікування, у комплексі з протитуберкульозною терапією. О. Ю. Аскалонова и др. вказують на те, що серед пацієнтів,

яким було встановлено клапан у бронх, що відповідає за проведення повітря у вражену ділянку, клінічне вилікування було досягнуто у 66,7 % пацієнтів хворих на фіброзно-кавернозний туберкульоз. Ефективність метода сягає 85,7 % у хворих з категорії "неефективний курс хіміотерапії" [22]. Успішно використовують дану методику у світі і для лікування мультирезистентного туберкульозу [23].

Однією з основних причин розробки перших бронхоблокаторів була легенева кровотеча. Інколи, тимчасова бронхоблокація повинна була "виграти час" для підготовки та виконання радикального оперативного лікування, інколи, слугувала основним методом лікування. М. В. Матросов и др. відмітили повну зупинку кровотечі лише встановленням бронхоблокатора у 91,3 % хворих на туберкульоз легень [5].

Серед усіх існуючих методів, найбільш ефективним у зупинці легеневої кровотечі є бронхоблокатор, при якому летальність серед усіх хворих, що спостерігались у ранньому періоді, зменшилась на 21,6 %, а при кровотечі II Б ступеню – на 93,3 %. Ендоскопічна бронхоблокація включена у "Клінічні рекомендації з тактики лікування хворих легеневою кровотечею" [24].

Останнім часом ендобронхіальні клапани все частіше застосовують у лікуванні ускладнень бульозної емфіземи легень, що пов'язані з пневмотораксом та виникають після оперативного лікування. Ефективність методу за даними різних авторів складає 71,7 %–85,0 %, що дозволило уникнути повторних операцій [25]. Бульозну емфізему легень лікують ендобронхіальною клапанною оклюзією і як самостійним методом [26].

Зростає важливість досліджень застосування даної методики у хворих, які мають крім патології дихальної системи, ще й супутню патологію. Ми знайшли деякі роботи, що стосуються цукрового діабету, ВІЛ-інфекції, аспергільозу [27], [28].

Останнім часом з'явилося багато публікацій щодо використання ендобронхіальної клапанної оклюзії при ускладненнях та наслідках COVID-19 [29], [30], [31], [32], [33], [34].

Набувають поширеності комбіновані способи застосування ендобронхіальної клапанної оклюзії з іншими методиками: екстракорпоральною оксигенацією, трансbronхіальною мікрохвильовою абляцією [35]. Продовжується пошук найбільш зручних та ефективних конструкторсько-технічних рішень самого оклюзійного пристрою [36].

Але не описані нюанси використання клапанів стосовно різних форм туберкульозу (вперше діагностований вогнищевий або інфільтративний, фіброзно-кавернозний, циротичний).

Особливості сучасних бойових дій які ведуться на території нашої країни протягом десяти і, особливо, останніх двох років, визначилися істотними відмінностями, обумовленими засобами ураження, тактикою їх використання, способами активного й пасивного захисту

військових на полі бою. Були істотно оновлені організаційні, медичні та інші компоненти військової медицини на всіх етапах медичного забезпечення військ, особливо – на первинному та вторинному рівні.

Безумовно, найпершою задачею є збереження життя поранених та травмованих, наступним є максимально можливе збереження та відновлення здоров'я, порушеного внаслідок бойової травми та/або перебування в умовах ведення бойових дій. На сьогодні, регламент виконання заходів надання медичної допомоги на первинному і, значною мірою, на вторинному рівні, є визначеним відповідними нормативними документами, що є абсолютно необхідною умовою, виходячи із невідкладності допомоги, яка має бути надана, наявних можливостей і ресурсів, вкрай малого часу для прийняття медичних рішень та їх виконання. На госпітальному етапі істотними чинниками є умови розгортання, наявне технічне, ресурсне, кадрове забезпечення, істотне число поранених та постраждалих, які потребують проведення невідкладних лікувальних заходів або допомоги з приводу першочергових загроз їх життю за органом і системним принципом. Відповідно, на третинний рівень медичної допомоги направляються постраждалі або з пошкодженнями, які потребують високоспеціалізованої допомоги у зв'язку з характером травми, чи обумовленого нею захворювання та/або які потребують тривалого лікування в умовах високоспеціалізованого закладу.

Практика роботи торакального відділення закладу високоспеціалізованої медичної допомоги протягом військового стану засвідчила переважне надходження військових та цивільних осіб, у яких, внаслідок перебування в зоні бойових дій, виникли різні види легенево-плевральних ускладнень. У першу чергу, це – наслідки руйнування легеневої паренхіми у вигляді патологічних внутрішньолегеневих порожнин, виразні рубцево-стенотичні бронхолегеневі ураження, хронізовані внутрішньоплевральні патологічні процеси, їх комбінації, різної тяжкості та перебігу емпієма плеври (без бронхоплеврального чи з бронхоплевральним сполученням, плевроторакальними норіцями з різним ступенем ураження грудної стінки). Значна більшість цих ускладнень супроводжується гнійно-запальним процесом різної локалізації та ступенем виразності.

За походженням, механізмами виникнення та розвитку ускладнень спостерігалися значні відмінності. Окрім індивідуальних факторів несприятливого перебігу у пацієнтів, які теж видається доцільним систематизувати, можна відзначити істотний вплив або недостатньої, або надлишкової радикальності на попередніх етапах лікування, невиправдані затримки з направленням до торакального відділення. Аналіз зазначених обставин та визначення оптимальних заходів з метою зменшення частоти і тяжкості легенево-плевральних ускладнень на етапах надання медичної допомоги видається доцільним і перспективним.

Перебіг легенево-плевральних ускладнень у суттєві терміни після отримання

травми/захворювання, які їх спричинили, відзначається поліморфізмом, що спонукає до застосування у лікуванні відповідних контингентів великого спектру як хірургічних, так і терапевтичних заходів і засобів. При цьому, серед спеціалістів, які займаються зазначеною проблемою, існують значні розбіжності як у аспекті лікувальної тактики, так і у оцінці меж можливостей надання допомоги вищезгаданим контингентам хворих. Поява нових лікувальних технологій, поширення застосування малоінвазивної хірургічної техніки також спонукає до їх використання у наданні допомоги пацієнтам з бронхоплевральними ускладненнями, в першу чергу – в умовах їх отримання внаслідок бойових дій.

Основною тенденцією досліджень з вибраного напрямку, як за кордоном, так і в Україні є вдосконалення існуючих та розробка нових методик лікування бойової травми органів грудної клітки та гнійно-деструктивних ускладнень вогнепальних та контузійних уражень легень та плеври. Зокрема, зростає частота застосування малоінвазивних методик, розширюються показання до оперативних втручань для радикального лікування (видалення уламків бойових елементів з легень та грудної стінки, лікування абсцесів легень, емпієми плеври), це досягається більш широким застосуванням відеоторакоскопичних видів операцій, ендобронхіальної оклюзії. Для діагностики та складання плану операції та лікування все частіше використовують мультисканову комп'ютерну томографію та обладнання для ультразвукової діагностики.

Все більша увага приділяється такому патологічному процесу, що супроводжує травму органів грудної клітки, як гострий респіраторний дистрес-синдром, що допомагає зрозуміти механізми формування ускладнень при травмі легень та плеври [37].

Найбільш істотним є постійне підтримання та поновлення відповідними уповноваженими медичними спільнотами клінічних протоколів *Combat thoracic injury* та настанови з клінічної практики *Joint Trauma System*, які спрямовані на зниження захворюваності та смертності, а також на підвищення виживаності всіх пацієнтів із травмами у воєнний і мирний час і використовуються у значній більшості провідних країн світу.

Слід відзначити, що переважна більшість знайдених нами джерел інформації в Україні та світі присвячена наданню медичної допомоги на I та II рівні. Джерел щодо радикального та заключного лікування поранених з травмою ОГК в умовах сучасних бойових дій значно менше, як і досліджень щодо тривалого спостереження за таким контингентом пацієнтів (III-IV рівні)

Ми не знайшли досліджень щодо комбінованого ураження легень та плеври при бойовій травмі та супутнього туберкульозу або залишкових змін після перенесеного

туберкульозу легень. У доступній нам літературі ми не знайшли також згадувань про супутню бронхіальну астму, ХОЗЛ, аутоімунні захворювання, поєднання ВІЛ інфекції та цукрового діабету між собою, хронічні хвороби серця, COVID-19 та постковідний синдром. За нашими власними спостереженнями існує значна частка таких пацієнтів, що потребує перегляду підходів до діагностики та лікування цієї групи пацієнтів. Недостатньо висвітлені особливості, види, механізми формування легенево-плевральних ускладнень внаслідок бойових дій, які потребують хірургічного лікування на етапі високоспеціалізованої медичної допомоги.

2 КЛІНІЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМУ ЗАСТОСУВАННЯ КЛАПАННОЇ БРОНХООКЛЮЗІЇ У ХВОРИХ НА БРОНХОПЛЕВРОТОРАКАЛЬНІ УСКЛАДНЕННЯ, В ТОМУ ЧИСЛІ У ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ЗСУ ТА ЦИВІЛЬНИХ ОСІБ, ПОСТРАЖДАЛИХ ВНАСЛІДОК БОЙОВИХ ДІЙ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ

Суть алгоритму, який був розроблений та впроваджений, полягає у застосуванні у хворих на бронхоплевроторакальні ускладнення, в тому числі у військовослужбовців ЗСУ та цивільних осіб, постраждалих внаслідок бойових дій в умовах військового стану, визначеного комплексу заходів обстеження з подальшим персоніфікованим лікуванням на основі використання ендобронхіальної клапанної оклюзії.

Алгоритм, що пропонується, виконується наступним чином:

- хворому проводять комп'ютерну томографію органів грудної клітки з визначенням локалізації, об'єму ураження, стану та денситометричних характеристик ураженої й неуразеної легеневої паренхіми та плеврального вмісту, локалізації, розмірів і конфігурації порожнини емпієми;
- при низькій щільності плеврального вмісту (до 10 HU (одиниць Хаунсфільда)) та неускладненій конфігурації залишкової плевральної порожнини обмежуються адекватним дрениванням плевральної порожнини;
- при ускладненій конфігурації залишкової плевральної порожнини проводиться відеоторакоскопія, під час якої виконують розтин внутрішньоплевральних осумкувань, видалення випоту та гнійних мас, фібринозних тіл, плевральних злук, гіпертрофованої плеври із забором проб для гістологічного та мікробіологічного дослідження, санацію порожнини розчином антисептика з визначенням місць оптимального дренивання та постановку дренажів;
- після дренивання чи оперативного втручання виконується відеофібробронхоскопія з визначенням дренирующего бронху шляхом контрастування плевральної порожнини барвником з 3,0 % розчином перекису водню і його клапанною оклюзією;
- надалі забезпечується цілодобова аспірація з плевральної порожнини по дренажах;
- обов'язково призначається базисна протизапальна, протимікробна та симптоматична терапія з урахуванням денситометричних параметрів легені: емфізематозний тип паренхіми ($\leq 800,0$ HU) є показанням для застосування пневмоперитонеуму; наявність патологічних вогнищ у легені з денситометричними ознаками високої активності

патологічного процесу ($\leq 30,0$ НУ) є приводом для призначення інтенсивної специфічної (при туберкульозі) або неспецифічної антимікробної терапії;

- після зникнення клінічних та рентгенологічних проявів захворювання видаляються дренажі;
- ендобронхіальний клапан видаляється після повного клініко-рентгенологічного вилікування та відсутності патологічних вогнищ зі щільністю $\leq 30,0$ НУ.

Для розробки запропонованого алгоритму проведено наукове дослідження, до якого увійшли пацієнти виключно з ускладненим перебігом основного захворювання або з плевро-легеневими ускладненнями внаслідок несприятливого перебігу післяопераційного періоду після резекцій легень з приводу туберкульозу та неспецифічних захворювань легень. Слід зазначити, що пацієнтам у групі порівняння також застосовувалась ендобронхіальна клапанна оклюзія бронху за власними розробками клініки, тобто повторних етапних або однократних операцій з високим ризиком та істотною операційною травмою не застосовувалося в принципі. У всіх пацієнтів існували скарги, які давали підставу припускати наявність гідропневмотораксу із бронхоплевральним сполученням, тому окремо характеризувати та аналізувати прояви ураження визнано недоцільним. Ознак напруженого пневмотораксу на момент поступлення та протягом перебування у відділенні також не спостерігалось. Серед принципових клінічних симптомів у частини пацієнтів спостерігалися прояви інтоксикації, функціональної недостатності основних систем підтримання гомеостазу внаслідок супутньої патології або ускладнень основного захворювання. Приймалися до уваги порушення такого ступеню, які потребували корекції до та під час комплексного лікування.

Принципове значення, окрім загально клінічного обстеження при вступі до клініки надавалося результатам плевральної пункції або оцінки стану плевральної порожнини за наявним плевральним дренажем. До обліку приймалися наступні показники. Відзначали незначне, або відсутнє надходження повітря («air lake») (вдається досягти тимчасового припинення чи мінімального надходження), значне (постійне, або забезпечується достатнє відходження при дрениванні по Бюлау), недостатньо контрольоване (при наявності працездатного дренажу по Бюлау спостерігалось надходження повітря повз дренаж, або повітряна емфізема м`яких тканин), випіт прозорого або ексудативного виду, лімфоподібний, гнійний, фібринозно-гнійний. Плевральне відділюване направлялося на лабораторне дослідження, де визначався клітинний склад та проводилось мікробіологічне дослідження.

Передопераційна підготовка та загальне комплексне лікування в обох групах проводилося згідно з розробленими в клініці методиками до досягнення адекватних критеріїв.

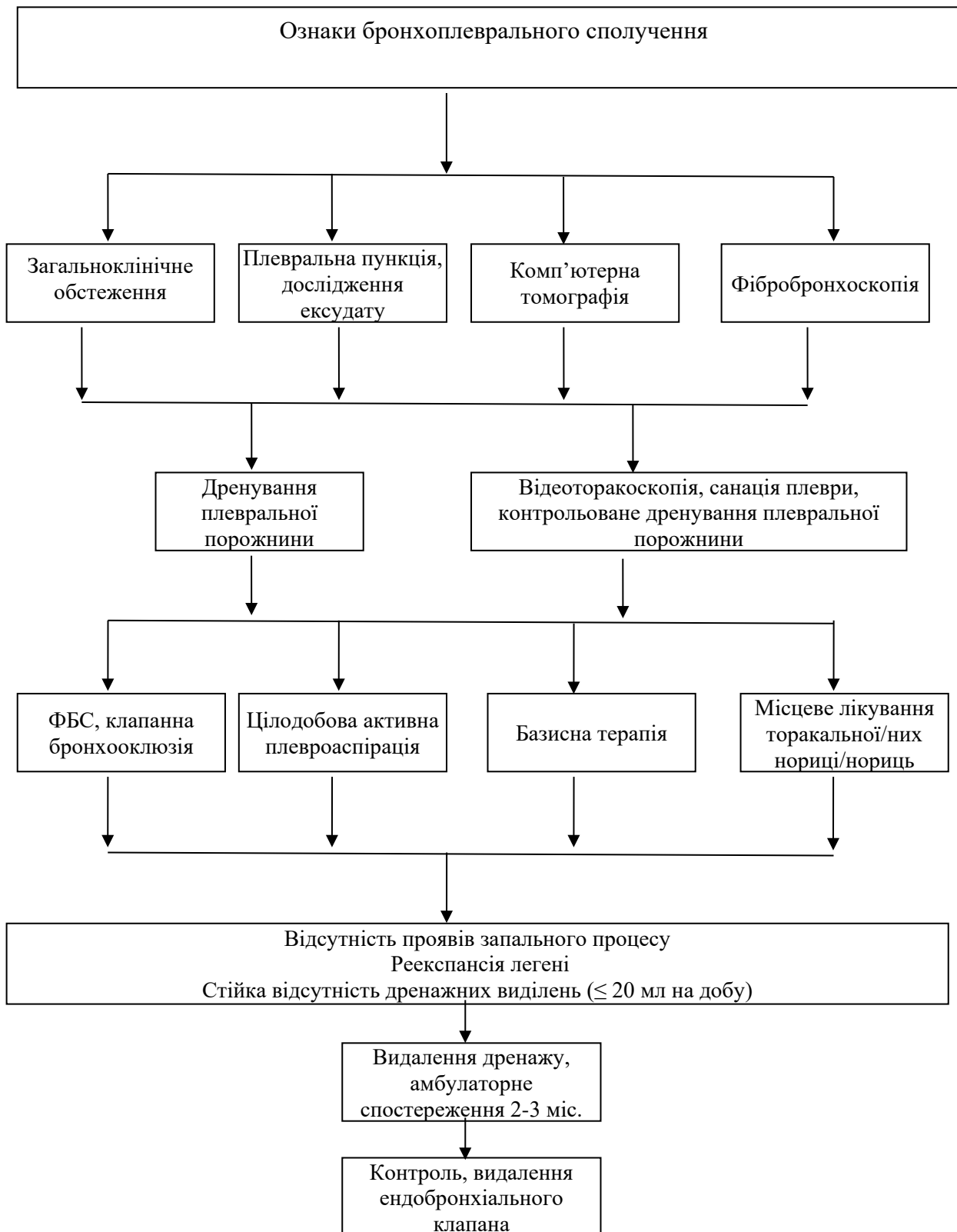


Рисунок 1 – Алгоритм застосування клапанної бронхооклюзії у хворих на бронхоплевроторакальні ускладнення, в тому числі у військовослужбовців ЗСУ та цивільних осіб, постраждалих внаслідок бойових дій в умовах військового стану

По мірі накопичення практичного досвіду протягом періоду застосування емпіричної процедури, ми спрямували зусилля на максимально можливу санацію (в тому числі – шляхом санації дренажної порожнини емпієми), в тому числі – й на санацію локальних явищ ендобронхіту. Протитуберкульозна терапія у разі виявлення ознак активності специфічного процесу проводилася у відповідності з рекомендаціями профільних спеціалістів.

Як засвідчив практичний досвід, принципове значення щодо планування подальшого лікування мали патологічні зміни у плеврі, безпосередньому вогнищі ураження паренхіми, яке слугувало джерелом виникнення бронхоплеврального сполучення, геометрична конфігурація залишкової плевральної порожнини та денситометричні характеристики її вмісту.

При цьому слід відзначити, що залишкові порожнини із вмістом понад 10 НУ розглядалися як ті, що безумовно підлягають механічній та хімічній санації.

У аспекті фіброзної або емфізематозної незміненої паренхіми ми розглядали планування подальшого лікування з урахуванням гіршої піддатливості легень після ендобронхіальної клапанної оклюзії передбаченням колапсотерапевтичних заходів та інтенсифікації плевральної аспірації у ранньому періоді після основного етапу.

На підставі стандартних обстежень та проведення комп'ютерної томографії органів грудної клітки з рентгенологічною та денситометричною оцінкою отриманих даних, персоніфіковано, залежно від даних комп'ютерної томографії, виконували дренажування (у 5 випадках, 20,0 %) або відеоторакоскопічну санацію порожнини емпієми з візуально контрольованим дренажуванням (у 20 випадках, 80,0 %).

Наступним етапом, після проведення, за показаннями, передопераційної підготовки, виконували визначення локалізації і обсягу бронхоплеврального сполучення.

Далі здійснювали клапанну оклюзію дренажної бронху й забезпечували постійну аспірацію через дренажі.

Одночасно проводили базисну протизапальну, антимікробну, симптоматичну терапію засновану на клініко-лабораторних та денситометричних даних, клінічну та денситометричну оцінку ефективності на етапах лікування. У 12 випадках (48,0 %) нами додатково застосовувався штучний пневмоперитонеум.

Видаляли ендобронхіальний клапан після повного клініко-рентгенологічного вилікування та відсутності патологічних вогнищ зі щільністю $\leq 30,0$ НУ (Хаунсфілда).

Клінічне вилікування досягнуто у всіх хворих основної групи (100 %). На відміну від групи порівняння, нам не доводилося займатися релокацією клапана (16,7 %) (у дужках вказані відповідні показники групи порівняння), не виникало необхідності у додатковому дренажуванні плевральної порожнини (23,3 %), виконувати повторні відеоторакоскопії (8,3 %), звертатися до обмеженої торакастомії (3,3 %) з наступними реконструктивно-відновними

операціями на грудній стінці, що ми розцінили як не цілком задовільний результат застосування попереднього методу, незважаючи на досягнення вилікування у підсумку. Також було досягнуто скорочення терміну перебування хворих у стаціонарі, в середньому, на 24,6 %.

В результаті проведених досліджень вперше був розроблений алгоритм застосування клапанної бронхооклюзії у хворих на бронхоплевроторакальні ускладнення, застосування якого сприяє підвищенню ефективності хірургічного лікування зазначеного контингенту при істотному зниженні технічної складності застосованих методик лікування, зниженні ризиків, пов'язаних з виконанням хірургічних процедур, скороченні тривалості перебування хворих у стаціонарі.

Розробка призначена для використання в спеціалізованих торакальних відділеннях міського, обласного та державного рівнів.

РЕЗЮМЕ

Запропонований медичний посібник присвячений актуальній проблемі торакальної хірургії – підвищенню ефективності хірургічного лікування хворих на бронхоплевроторакальні ускладнення захворювань легень, в тому числі, внаслідок перебування у зоні бойових дій.

До впровадження у торакальних стаціонарах медичних закладів високоспеціалізованої допомоги пропонується алгоритм застосування клапанної бронхооклюзії у хворих на бронхоплевроторакальні ускладнення, який включає комплекс заходів обстеження з обов'язковим проведенням комп'ютерної томографії органів грудної клітки та денситометричною оцінкою отриманих даних персоніфіковано. Залежно від даних комп'ютерної томографії виконують дренажування або відеоторакоскопічну санацію порожнини емпієми з візуально контрольованим дренажуванням, визначають локалізацію й обсяг бронхоплеврального сполучення, проводять клапанну оклюзію дренажуючого бронху, забезпечують постійну аспірацію через дренажі, призначають базисну протизапальну, антимікробну, симптоматичну терапію, засновану на клініко-лабораторних та денситометричних даних, здійснюють клінічну та денситометричну оцінку ефективності на етапах лікування.

Застосування алгоритму дає змогу критеріально сформулювати персоніфіковане лікування на основі об'єктивних характеристик патологічного процесу щодо ураження, розповсюдження та контролю на етапах лікування. При його використанні досягається персоніфіковане планування та лікування на основі об'єктивних даних, запобігання надлишковим хірургічним втручанням чи маніпуляціям, скорочення терміну перебування хворих у стаціонарі, в середньому, на 24,6 %, повне вилікування всіх хворих без використання будь-яких додаткових хірургічних втручань.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Lung abscess with a refractory bronchopleural fistula saved from potentially fatal sepsis by omentoplasty and extracorporeal membrane oxygenation / J. Takamatsu et al. // *Case Reports in Critical Care*. 2021. P. 1–6. URL : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8553482/>
2. Келемен І. Я., Савула М. М., Дідик В. С. Використання клапанної бронхоблокації у комплексному лікуванні важких гнійно-деструктивних процесів легень, ускладнених бронхоплевральними норіцями // *Хірургія дитячого віку*. 2018. № 4 (61). С. 42–45.
3. Эволюция методов комплексного лечения больных с неспецифической эмпиемой плевры / О. О. Ясногородский и др. // *Хирургия*. 2017. № 4. С. 24–29.
4. Endobronchial valve treatment of tuberculous cavities in patients with multidrug-resistant pulmonary tuberculosis: A randomized clinical study / H. An et al. // *Pathogens*. 2022. № 11. P. 1–13. URL : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9414730/>
5. Опыт эндоскопического пособия при легочных кровотечениях в условиях туберкулезного стационара / М. В. Матросов и др. // *Туб. и социально-значимые заболевания*. 2017. № 3. С. 32–36.
6. Endobronchial one-way valves for treatment of persistent air leaks : a systematic review / M. Ding et al. // *Respir. Research*. 2017. № 18. P. 186–196. URL : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5674238/>
7. Postoperative bronchopleural fistula repair: Surgical outcomes and adverse factors for its success / Y. H. Yang et al. // *Thorac Cancer*. 2022. № 13. P. 1401–1405. URL : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9058303/>
8. Bronchopleural fistula in the mechanically ventilated patient : a concise review / J. C. Grotberg et al. // *Crit. Care Med*. 2021. № 49 (2). P. 292–301. URL : https://journals.lww.com/ccmjournal/Abstract/2021/02000/Bronchopleural_Fistula_in_the_Mechanically.13.aspx
9. New pneumothorax complicating successful treatment of persistent air leak by endobronchial valves / Y. C. Yeung et al. // *Respirology Case Reports*. 2021. Vol. 9. № 4. P. 732–736. URL : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7938209/>
10. Применение эндоскопической селективной бронхооклюзии в лечении пиопневмоторакса / Ю. Н. Колбашова и др. // *Вестник Ивановской медицинской академии*. 2011. Том 16. № 2. С. 59–62.
11. Використання бронхоблокації в лікуванні норіці кукси бронху / В. В. Макаров та ін. // *Харківська хірургічна школа*. 2019. № 2 (95). С. 223–225.

12. A multicenter randomized controlled trial of zephyr endobronchial valve treatment in heterogeneous emphysema (LIBERATE) / G. J. Criner et al. // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2018. № 198 (9). P. 1151–1164. URL : <https://spiral.imperial.ac.uk/handle/10044/1/61452>
13. Donald R. L., Roberto F. C. Persistent air leaks : a review with an emphasis on bronchoscopic management // *Journal of Thoracic Disease.* 2017. Vol. 9. № 11. P. 4660–4670. URL : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5720990/>
14. Use of a removable endobronchial valve for the treatment of bronchopleural fistula / F. David et al. // *Chest.* 2006. № 130 (1). P. 273–275. URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16840412/>
15. Successful treatment of pyopneumothorax with bronchopleural fistula using endobronchial Watanabe spigots / C. S. Chai et al. // *Respirol. Case Rep.* 2020. № 8 (5). P. 562–567. URL : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7165361/>
16. Improving lung function in severe heterogenous emphysema with the spiration valve system (EMPROVE). A multicenter, open-label randomized controlled clinical trial / G. J. Criner et al. // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2019. № 200 (11). P. 1354–1362. URL : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6884033/>
17. Tchkonია D., Vacharadze K., Mskhaladze T. The efficacy of endobronchial valve therapy in complex treatment of broncho-pleural fistulas // *Georgian Med. News.* 2020. № 306 P. 73–76. URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33130650/>
18. Применение эндобронхиального резинового клапана у пациента с хронической эмпиемой плевры и бронхоплевральными свищами / В. Е. Севергин и др. // *Клин. хир.* 2015. № 4 (817). С. 71–72.
19. The efficacy of endobronchial valves for the treatment of bronchopleural fistula : a single-arm clinical trial / X. Song et al. // *J. Thorac Dis.* 2022. № 14 (3). P. 712–720. URL : <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8987833/>
20. Bongers K. S., De Cardenas J. Endobronchial valve treatment of persistent alveolopleural fistulae in a patient with cystic fibrosis and empyema // *J. Cyst. Fibros.* 2020. № 19 (5). P. 36–38. URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32312675/>
21. Diab K., Rieger K., Noor A. Endobronchial valve placement for pulmonary tuberculosis-related bronchocutaneous fistula after thoracoplasty // *J. Bronchology Interv. Pulmonol.* 2020. № 27 (4). P. 294–296. URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32452980>
22. Отдаленные результаты лечения больных ограниченным фиброзно-кавернозным туберкулезом легких с применением клапанной бронхоблокации / О. Ю. Аскалонова и др. // *Туб. и болезни легких.* 2021. Том 99. № 2. С. 29–33.

23. Lobar collapse therapy using endobronchial valves as a new complementary approach to treat cavities in multidrug-resistant tuberculosis and difficult-to-treat tuberculosis : A case series / L. Corbetta et al. // *Respiration*. 2016. № 92. P. 316–328. URL : <https://www.karger.com/Article/FullText/450757>
24. Клинические рекомендации по тактике лечения больных легочным кровотечением / И. В. Васильев и др. // *Медицинский альянс*. 2017. № 1. С. 33–37.
25. Бронхоблокация как метод лечения длительной утечки воздуха после торакоскопических вмешательств у пациентов с буллёзной эмфиземой лёгких / Ю. В. Чикинев и др. // *Сибир. мед. журн.* 2018. № 1. С. 17–20.
26. Clinical outcomes and quantitative CT analysis after bronchoscopic lung volume reduction using valves for advanced emphysema / F. Guo et al. // *J. Thorac. Dis.* 2022. № 14 (6). P. 1922–1932. URL : <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9264089/>
27. Петрова Я. К., Краснов Д. В., Склюев С. В. Предварительные результаты лечения деструктивного туберкулеза легких у больных с ВИЧ-инфекцией с применением метода клапанной бронхоблокации // *Туб. и болезни легких*. 2014. № 9. С. 55–56.
28. Ramadurai D., DiBardino D. M., Hong G. Endobronchial valve placement in secondary pneumothorax related to allergic bronchopulmonary aspergillosis // *Respiratory Medicine Case Reports*. 2021. № 34. P. 1–4. URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34820259/>
29. Successful use of endobronchial valve for persistent air leak in a patient with COVID-19 and bullous emphysema / B. K. Saha et al. // *BMJ Case Rep.* 2021. № 14 (11). P. 1–6. URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34799393/>
30. Pathak V., Waite J., Chalish S. N. Use of endobronchial valve to treat COVID-19 adult respiratory distress syndrome-related alveolopleural fistula // *Lung India*. 2021. № 38. P. 569–571. URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33686984/>
31. Bronchopleural fistula as a complication in a covid-19 patient managed with endobronchial valves / A. Talon et al. // *Journal of Investigative Medicine High Impact Case Reports*. 2021. № 9. P. 1–3. URL : <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8114316/>
32. Bronchopleural fistula and endobronchial valve placement in a patient with covid-19 pneumonia: a case report with literature review / Z. Umar et al. // *Cureus*. 2022. № 14 (4). P. 1–11. URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35602772/>
33. Bronchopleural fistula causing persistent pneumothorax in COVID-19 pneumonia patient with no risk factors / B. Habib et al. // *Clin. Case Rep.* 2021. № 9 (11). P. 1–4. URL : <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8605111/>

34. Treatment of a pneumatocele in a COVID-19 patient with endobronchial valves / A. S. Bugge et al. // *BMJ Case Rep.* 2022. № 15 (6). P. 1–3. URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35728911/>

35. Treatment of bronchopleural and alveolopleural fistulas in acute respiratory distress syndrome with extracorporeal membrane oxygenation, a case series and literature review / M. F. Odish et al. // *Critical Care Explorations.* 2021. Vol. 3. № 5. P. 1–10. URL : <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8133109/>

36. Management of bronchopleural fistula with endobronchial valve in hybrid operating room following transbronchial microwave ablation / K. L. Mak et al. // *Interact. CardioVasc. Thorac Surg.* 2021. № 33 (6). P. 992–994. URL : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34245279/>

37. Acute Respiratory Distress Syndrome / M. Diamond et al. 2024. URL : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK436002/>