

UDC: 616.231-089.853-071

[https://doi.org/10.32345/USMYJ.3\(141\).2023.61-69](https://doi.org/10.32345/USMYJ.3(141).2023.61-69)

Received: July 02, 2023

Accepted: September 06, 2023

Діагностично-лікувальна модель постінтубаційних ушкоджень трахеї

Садовий Валентин^{1,3}, Кучин Юрій¹, Белка Катерина^{1,2}, Сажин Дмитро^{1,2}

¹Кафедра хірургії, анестезіології та інтенсивної терапії ІПО НМУ імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна

²КНП «Київський пологовий будинок № 5», м. Київ, Україна

³Університетська клініка НМУ імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна

Address for correspondence:

Sadovy Valentyn

E-mail: sadovyiv@gmail.com

Анотація: у медичній практиці ятрогенні ушкодження, спричинені медикаментами або медичними процедурами, вважаються найбільш небажаними, оскільки зазвичай розглядаються як навмисне завдання шкоди здоров'ю пацієнта лікарем. Також неможливо не звернути увагу на той факт, що такі випадки не завжди мають сприятливий результат. Все це створює підстави для неправильного висвітлення власного реєстру невдач і помилок фахівцями. Метою роботи було вивчити наявні наукові данні стосовно ятрогенних постінтубаційних ушкоджень трахеї та сформувати діагностично-лікувальну модель постінтубаційних ушкоджень трахеї. У роботі проаналізовані наукові статті, огляди літератури та клінічні випадки вітчизняних та зарубіжних авторів, які стосуються ятрогенних ушкоджень трахеї. Вивчені джерела в своїй більшості не видавалися пізніше 2018 року. Післяінтубаційні розриви трахеї є рідкісними, але серйозними ускладненнями інтубації або трахеостомії. Серед факторів ризику цих ускладнень виділяють механічні та анатомічні фактори. Більшості з них можливо уникнути, дотримуючись правил та рекомендацій під час інтубації пацієнтів. Основними стандартами в діагностиці ятрогенних ушкоджень трахеї є рентгенологічна та ендоскопічна оцінка, які дозволяють виявити та характеризувати підозрювані ушкодження. Використання запропонованої лікувально-діагностичної моделі оцінки важкості стану пацієнта з ушкодженням трахеї може пришвидшити діагностичні пошуки та допомогти визначитися з лікувальною тактикою ведення даних пацієнтів. Лікування постінтубаційних ушкоджень можливо умовно розділити на консервативне, ендоскопічне та хірургічне. Окремо бажано відмітити тактику ендоскопічного стентування, яка стає життєздатною альтернативою хірургічному втручанню, а не резервним варіантом. Рутинний підхід у світі проблеми постінтубаційних ускладнень вочевидь тільки додає труднощів у профілактиці та веденні подібних пацієнтів. Самі по собі такі ускладнення не є дуже частими, але все одно залишаються вкрай загрозливими і можуть призвести до летальних наслідків. І, на жаль, недостатнє обговорення таких випадків утруднює розробку алгоритмів управління подібними пацієнтами. Запропонована модель діагностики та ведення пацієнтів мають на меті підвищити якість лікування таких пацієнтів, знизити кількість можливих ускладнень.

Ключові слова: безпека в операційній, інтубація, розрив трахеї, ускладнення інтубації, ятрогенні ушкодження.

Вступ

Інтубація трахеї є рутинною маніпуляцією в анестезіології та інтенсивній терапії. Ця методика захисту дихальних шляхів, як і будь яка інша маніпуляція, може супроводжуватися певними ризиками та ускладненнями. (Juneja et al., 2020) Частіш за все такі ускладнення не становлять великої загрози і можуть проявлятися кашлем, охриплістю голосу, білю в горлі після екстубації та пробудження. (Beyoglu et al., 2022; Borasio et al., 1997; Chen et al., 2021) Але наслідки можуть бути й набагато серйознішими: травматична або довготривала інтубація може призводити до ішемії, маляцій, фістул та розривів трахеї, пошкодження голосових зв'язок, тощо. (Jung et al., 2019; Sheikh & Baig, 2019; Sitepu & Wibowo, 2022)

Мета

Метою роботи було вивчити наявні наукові данні стосовно ятрогенних постінтубаційних ушкоджень трахеї, визначити найбільш актуальні фактори ризику, методи профілактики, діагностики та лікування. На основі цих досліджень сформувані діагностично-лікувальну модель постінтубаційних ушкоджень трахеї.

Матеріали та методи

У роботі проаналізовані наукові статті, огляди літератури та клінічні випадки вітчизняних та зарубіжних авторів за останні 5 років, які стосуються ятрогенних ушкоджень трахеї, її діагностики та лікування.

Огляд та обговорення

Розрив трахеї є серйозним ускладненням у сфері анестезіології та інтенсивної терапії, яке, хоча й виникає зрідка, проте несе значну загрозу. Це ускладнення найчастіше стосується ситуацій, коли необхідна інтубація трахеї та штучна вентиляція легень. (Kuridze et al., 2021; Lee et al., 2022) Для лікування постінтубаційних ушкоджень трахеї важливо використовувати стратегію, яка ґрунтується на аналізі комплексу клінічних, ендоскопічних і рентгенологічних даних. (Grewal et al., 2019) Головна мета полягає у закритті можливого дефекту, відновленні нормального газообміну та запобіганні розвитку медіастиніту. До цього часу не було розроблено єдиних критеріїв і стандартів для управління пацієнтами з такими ускладненнями.

Фактори ризику та профілактика

Сучасні автори частіш за все поділяють фактори ризику ятрогенного ушкодження трахеї на дві групи: механічні та анатомічні.

Таблиця 1. Фактори ризику ятрогенного ушкодження трахеї (Krämer et al., 2020)

Фактори ризику	
Механічні	Анатомічні
Дві та більше спроб інтубації; кінчик провідника виступаючий за інтубаційну трубку (ІТ); використання двопросвітних ІТ; репозиція ІТ без десуфляції манжети; перероздуття манжети; кашель під час інтубації; невідповідність розміру ІТ	Вроджені вади розвитку верхніх дихальних шляхів; ХОЗЛ та інші запальні захворювання дихальних шляхів; прийом стероїдів; похилий вік; жіноча стать

Також існує дещо інша градація факторів ризику, яка розподіляє їх на три категорії, такі, як достовірні, імовірні та недостовірні. (Katsantonis et al., 2018) Але майже всі вони дублюють фактори ризику з попередньої таблиці, і відрізняються тільки ступенем доказовості впливу того чи іншого фактору.

Таблиця 2. Альтернативна класифікація факторів ризику (Опанасенко et al., 2016)

Фактори ризику постінтубаційного розриву трахеї		
Достовірні	Імовірні	Недостовірні
Жіноча стать; Двопросвітна трубка; Перероздута манжета; Похилий вік	Прийом кортикостероїдів; Неправильний розмір трубки; Неправильне використання провідника; Кашель під час інтубації	Маленький зріст; Надлишкова вага

Враховуючи те, що багато з цих факторів продовжують обговорюватись, то не виключена міграція з одного розділу до іншого, через що розподіл на механічні та анатомічні призначки здається більш влучним.

Як ми можемо бачити основні фактори ризику цілком можливо спрогнозувати та попередити, обираючи найбільш оптимальну тактику інтубації трахеї для кожного пацієнта. Фізикальна оцінка може допомогти спрогнозувати можливі складнощі під час інтубації. Частіше за все проводиться тест Маллампаті, але він не завжди дає повну картину, так як за своєю суттю є оцінкою лише одного параметра. Для оцінки ризику доцільніше використовувати мнемоністичну шкалу LEMON. Вона пропонує оцінку п'ятих факторів, що підвищує її прогностичну цінність. ("Diagnostic and Therapeutic Approach to Post-Traumatic Tracheobronchial Injuries," 2021; Krämer et al., 2020)

Також увагу треба приділити самій техніці інтубації, особливо використанню провідників та стилетів. Використання провідників, та особливо жорстких стилетів повинно бути обґрунтованим. У разі її використання кінчик останнього не повинен виходити на зріз інтубаційної трубки. При підозрі на важкі дихальні шляхи буде доцільно використовувати альтернативні варіанти, такі як використання відеоларингоскопа, або інтубація за допомогою бронхоскопа (Fernando & Ramitha Jayasundara, 2019; Schaeffer et al., 2018; Sheikh & Baig, 2019; the STYLETO trial group et al., 2021).

Діагностика

Швидка діагностика є важливим критерієм, який обумовлює позитивний результат у лікуванні ятрогенних ушкоджень трахеї. Чим швидше буде встановлений діагноз і буде обрана тактика ведення такого пацієнта, на тим кращі результати лікування можна розраховувати. Основними проявами даного ускладнення виступає зниження оксигенації та розвиток емфіземи. ("Diagnostic and Therapeutic Approach to Post-Traumatic Tracheobronchial Injuries," 2021; Lowery et al., 2021) Хоча певна кількість випадків проходять без такого типу маніфестації, що у свою чергу значно утруднює діагностику. Описані випадки, коли єдиним проявом постінтубаційного розриву трахеї, з дефектом майже 2,5 см, був лише кашель впродовж першої та другої доби після екстубації. (Hasan et al., 2022) Тому усі пацієнти

які знаходяться на штучній вентиляції, або мають нещодавню інтубацію в анамнезі, потребують особливої уваги. При виникненні зниження оксигенації, а особливо при виникненні підшкірної емфіземи, ці випадки повинні розглядатися як потенційні ятрогенні ушкодження трахеї. ("Diagnostic and Therapeutic Approach to Post-Traumatic Tracheobronchial Injuries," 2021)

На даний момент двома основними методами діагностики постінтубаційних ускладнень є рентгенографічні дослідження або ендоскопічна візуалізація. Зображення можна отримати за допомогою рентгена грудної клітини або комп'ютерної томографії (КТ). Перше дозволяє швидко виключити пневмоторакс, великий пневмомедіастинум, пневмоперитонеум або підшкірну емфізему, і це може бути дуже корисно в екстрених випадках для скорочення диференціальної діагностики. Останнє дозволяє виявляти ті самі знахідки, що й рентген, але з більшою чутливістю та точністю. ("Diagnostic and Therapeutic Approach to Post-Traumatic Tracheobronchial Injuries", 2021; Saritaş et al., 2021) Ще більш детальну рентгенологічну картину можливо отримати при використанні КТ з контрастуванням. Комп'ютерна томографія з контрастним підсиленням може безпосередньо виявити розрив трахеї, приблизно визначити його місце та ступінь, оцінити зміни або деформації стінки трахеї та хрящових кілець, а також визначити супутні пошкодження органів середостіння або медіастиніт. Також у деяких випадках стає в нагоді методика подвійного контрастування, яка також передбачає введення контрастної речовини у стравохід. Це допомагає виявити інвагінації стравоходу, які в свою чергу можуть прикривати дефект трахеї, а також діагностувати додаткові можливі ураження самого стравоходу. (Passera et al., 2023)

Хоча КТ надає цінну інформацію, бронхоскопія все ще залишається золотим стандартом невідкладної діагностики постінтубаційних ушкоджень трахеї. Важливо виконати її якомога швидше, одразу після появи підозри на ураження. Гнучка бронхоскопія дозволяє динамічно оцінити місце розташування, тяжкість та глибину ушкодження, виключи-

ти пошкодження м'яких тканин середостіння або стравоходу та правильно класифікувати ураження. У пацієнтів на штучній вентиляції легень базова бронхоскопічна оцінка може не виявити приховане ураження, яке прикрите манжетю або трубкою. Тому в таких випадках рекомендується провести детальну оцінку, включаючи спустошення повітря з манжети та маніпуляції з трубкою. (Tadié et al., 2010) Варто зазначити, що правильне лікування розриву трахеї неможливо спланувати без проведення як КТ, так і бронхоскопії. Тому виконання одного не виключає застосування іншого діагностичного методу, а доповнює один одного у комплексному підході до оцінки важкості та вибору тактики ведення пацієнта. ("Diagnostic and Therapeutic Approach to Post-Traumatic Tracheobronchial Injuries", 2021)

Критерії важкості

Наразі основною морфологічною класифікацією ушкоджень трахеї є модель G. Cardillo, остання модифікація якої вийшла у 2022 році. (Cardillo et al., 2022).

Таблиця 3. Переглянута морфологічна класифікація травм трахеї за G. Cardillo (2022 р.)

Клас	Морфологічний опис
I	Ураження слизового та підслизового шару трахеї без ознак підшкірної або медіастинальної емфіземи
II	Ураження всіх шарів трахеї з розвитком емфіземи, але без ушкодження стравоходу або ознак медіастиніту
IIIa	Розрив стінки трахеї на всю товщину з грижею м'яких тканин стравоходу або середостіння без пошкодження стравоходу або медіастиніту
IIIb	Ураження всіх шарів з ушкодженням стравоходу та/або розвитком медіастиніту
IV	Значне ушкодження всіх навколишніх тканин/перелом кілець трахеї

Вона включає в себе 4 класи, третій в свою чергу поділяється на два підкласи. Розподіл проходить в залежності від ступеню ушкодження стінки трахеї. Сама по собі модель не є рекомендацією щодо лікування і виключно

дозволяє визначити ступень морфологічного ушкодження. Як можна бачити класифікація включає в себе як і ушкодження самої трахеї, так і наявність медіастиніту та ушкодження стравоходу. У рекомендаціях самих авторів рекомендовано проводити оцінку за даною класифікацією виключно після комбінації рентгенологічного та ендоскопічного дослідження. (Cardillo et al., 2022) Однак враховуючи описані вдалі випадки консервативного ведення пацієнтів з розривами перевищуючими 4 см, а також варіабельність наявності емфіземи та медіастиніту, на нашу думку підхід до визначення важкості ураження повинен бути більш комплексним. Наша запропонована модель включає до себе поміж морфологічної оцінки ще й інші критерії, такі як оцінка ризику смертності за шкалою APACHE II, а також оцінки респіраторного індексу пацієнта. Серед морфологічних факторів оцінюються розмір дефекту та наявність емфіземи, так як через останній фактор вказує нам в свою чергу на наявність інших морфологічних ознак, таких як ураження всіх шарів або наявність кили стравоходу. На нашу думку такий підхід дозволяє більш комплексно оцінити стан пацієнта, та обрати необхідну тактику.

Таблиця 4. Модифікована шкала оцінки важкості ушкодження трахеї

Оцінювані фактори	Кількість балів		
	0 балів	1 бал	2 бали
APACHE II	0-10	10-20	більше 20
PaO ₂ /FiO ₂	більше 400	400-300	менше 300
Розмір дефекту	до 2 см	2-4 см	більше 4 см
Наявність емфіземи	відсутня	тільки підшкірна	підшкірна та медіастинальна

Інтерпретація результатів

0-3 бали: низький ризик, можливе консервативне ведення;
3-5 балів: середній ризик, розглянути можливість ендоскопічного лікування;
5 та більше балів: високий ризик: рекомендоване хірургічне усунення дефекту.

Як приклад: ситуація коли розрив за Cardillo припадає до II класу, але важкість його стану може не надати можливості для консервативної спроби лікування. В такому випадку оперативне закриття дефекту може врятувати пацієнта від розвитку медіастиніту та можливого летального кінця. Або навпаки: навіть при великих дефектах пацієнти не проявляють інших скарг, що дає можливість консервативного ведення, що в свою чергу є більш вигідним варіантом з точки зору реабілітації та утворенню стенозів трахеї.

Лікувальна тактика

У традиційній практиці, хірургічне втручання є основним методом лікування трахеї за умови ятрогенного розриву. Більшість медичних фахівців рекомендують першочергове проведення хірургічного лікування у пацієнтів з постінтубаційними ушкодженнями, вірячи, що раннє втручання може запобігти потенційно летальним ускладненням, зокрема медіастиніту та стенозу трахеї. Консервативне лікування зазвичай резервується для пацієнтів з меншими пошкодженнями, які стабільні з точки зору гемодинаміки та мають ураження трахеї довжиною менше 3 см.

В основі консервативної моделі лікування лежить попередження розвитку емфіземи та медіастиніту. Це досягається ефективною антибіотикотерапією, та інвазивною або неінвазивною вентиляцією легень. Також проводиться седативна терапія, яка допомагає пригнічувати кашель. Ентеральне харчування проводиться через назогастральний зонд. Санація трахеобронхіального дерева проводиться дуже обережно, тільки у випадку потреби, виключно за допомогою бронхоскопа. Поміж цих заходів консервативні варіанти включають спостереження, інтубацію, трахеостомію, накладення фібринового клею. Нанесення клею є інноваційною процедурою, запропонованою G. Cardillo та його колегами; вона складається з інстиляції фібринового герметика для безпосереднього покриття розриву через гнучку бронхоскопію. Незалежно від обраної консервативної методики, суворе спостереження за пацієнтами є надзвичайно важливим для раннього виявлення будь-якого клінічного погіршення.

Раніше ендоскопічні методи розглядалися лише як альтернатива хірургічному втручання у тих пацієнтів, важкість стану яких не дозволяла провести велике хірургічне втручання. Але завдяки задовільним результатам деякі лікарі вирішили розширити межі використання цієї методики. Ендоскопічне втручання полягає у встановленні металевих або силіконових стентів на термін від 4 до 8 тижнів, кліпування дефекту, або встановлення ендоскопічних зшиваючих апаратів. Ускладнення, згадані в літературі, включають міграцію стента, стеноз трахеї, слизову закупорку та місцеві інфекції. Якщо переваги перевищують ці ризики, стентування може бути альтернативою хірургічному втручання, що дозволяє провести місцеве лікування та відкласти оперативне втручання до поліпшення загального стану пацієнта, або навіть до остаточного відновлення, що зменшує смертність від захворювань, особливо серед кандидатів з високим ризиком на хірургічне втручання. Використання покритих нітинолом саморозширювальних металевих стентів (n-SEMS) (Vi et al., 2019) викликає особливий інтерес, оскільки, очевидно, вони краще адаптуються до дихальних шляхів, ніж силіконові стенти, що знижує ризик міграції та забезпечує надійне ущільнення сегмента трахеї.

Хірургічне втручання зазвичай включає в собі або ушивання дефекту, або резекцію ділянки з наступною пластикою. Більшість авторів вважають, що у пацієнтів зі швидким погіршенням клінічного стану, незалежно від попереднього консервативного або ендоскопічного лікування, слід проводити хірургічне втручання, ідеально – протягом 48 годин від моменту початкової події, для зниження рівня захворюваності та смертності. В літературі описані різні хірургічні підходи, такі як відкритий, відеоторакоскопічний (VATS) і ендотрахеальний. Вибір певного підходу залежить від місця і ступеня травми, терміну екстреності або необов'язкової ситуації, а також досвіду центру. Відкриті методи включають задньобічну правобічну торакотомію, яка традиційно використовується для невідкладних процедур та у випадках ураження середньої або нижньої третини трахеї, а та-

кож цервікотомію, запропоновану Angelillo-Mackinlay (Mangel & Madden, 2021) для ураження верхньої третини. VATS-техніки включають правобічну торакоскопію, а також трансцервікальний транстрахеальний підхід з використанням відеоасистенції, запропонований da Silva Costa та співавторами (Jorge et al., 2022), за допомогою ендоскопічного тримача голки та камери введеної через розріз трахеї.

Таблиця 5. Види лікувальних тактик при постінтубаційних ураженнях трахеї

Консервативне лікування	антибіотикотерапія; інвазивна та неінвазивна ШВЛ; седація; накладання фібринового клею.
Ендоскопічне лікування	встановлення стентів; кліпування дефекту; ендоскопічні самозшиваючі апарати.
Хірургічне втручання	ушивання дефекту; резекція ділянки з наступною пластикою.

Майже всі сучасні лікувальні моделі базуються на морфологічній класифікації G. Cardillo. Основні тези які можна виділити що до стратегії ведення: розриви I та II ступеню рекомендовано вести консервативно. Починаючи з III ступеню рекомендовано ендоскопічне або хірургічне втручання. (Grewal et al., 2019)

Однак також є доволі багато описаних випадків, де навіть дефекти стінки трахеї більше 4 см вдавалося вести консервативно. (Jorge et al., 2022) Тому, як було зазначено вище, при виборі лікувальної тактики можливо застосовувати більш розширену модель, яка включає в себе також і інші фактори пацієнта. Запропонована модель базується на певній кількості балів які може набрати пацієнт. Кожен фактор оцінюється від 0 до 2 балів. Мінімально можливо набрати 0 балів, максимально – 8. В залежності від набраної кількості визначається ступінь ризику для таких пацієнтів, і вже в свою чергу від цього ступеню можна визначитися з тактикою ведення таких пацієнтів.

Висновки

Післяінтубаційні розриви трахеї є рідкісними, але серйозними ускладненнями інтубації або трахеостомії. Ці ускладнення мають велике клінічне значення через високий рівень ускладнень та смертності.

Серед факторів ризику особливу увагу варто приділити механічним факторам, таким як вибір адекватного розміру трубки, перероздуття манжети, необґрунтоване використання провідника. Більшості з них можливо уникнути, дотримуючись правил та рекомендацій під час інтубації пацієнтів.

Дуже важливо підтримувати високий рівень підозри на ці ускладнення і якомога швидше проводити діагностичне обстеження пацієнтів з підозрою на ці ускладнення, застосовуючи як рентгенологічну, так і ендоскопічну оцінку, щоб виявити та характеризувати підозрювані ушкодження. Використання запропонованої лікувально-діагностичної моделі оцінки важкості стану пацієнта з ушкодженням трахеї може пришвидшити діагностичні пошуки та допомогти визначитися з лікувальною тактикою ведення даних пацієнтів.

Лікування постінтубаційних ушкоджень ще не має остаточних рекомендацій і є предметом подальших дискусій. Процедурні та інструментальні нововведення, а також прогрес у медицині, ймовірно, змінили традиційний підхід до лікування, розширивши використання консервативного лікування та впровадивши можливість ендоскопічного підходу, що має високий рівень успішності і малу кількість ускладнень. У таких умовах ендоскопічне стентування може бути життєздатною альтернативою хірургічному втручанню, а не резервним варіантом, що обмежує хірургічне лікування на пізніх стадіях або в разі неефективності інших методів. З іншого боку, хірургічні процедури стають все менш інвазивними, що призводить до зниження захворюваності та смертності порівняно з минулим. Саме тому запропоновані рекомендації щодо діагностики та ведення пацієнтів з ятрогенними ушкодженнями трахеї потребують подальшого дослідження та обговорення.

Фінансування

Це дослідження не отримало зовнішнього фінансування.

Конфлікт інтересів

Автори засвідчують відсутність конфліктів інтересів.

Згода на публікацію

Всі автори ознайомлені з текстом рукопису та надали згоду на його публікацію

ORCIDID та внесок авторів

[0009-0003-1993-0291](https://orcid.org/0009-0003-1993-0291) (A, B, C, D, E) Valentyn Sadovyi

[0000-0002-9667-1911](https://orcid.org/0000-0002-9667-1911) (A, B, E, F) Iurii

Kuchyn

[0000-0003-1185-6835](https://orcid.org/0000-0003-1185-6835) (A, B, C, E, F)

Kateryna Bielka

[0000-0001-6615-2339](https://orcid.org/0000-0001-6615-2339) (B, C, D, E) Dmytro

Sazhyn

A – Research concept and design, B – Collection and/or assembly of data, C – Data analysis and interpretation, D – Writing the article, E – Critical revision of the article, F – Final approval of article

ЛІТЕРАТУРА

- Beyoglu, M. A., Sahin, M. F., Turkkkan, S., Yazicioglu, A., & Yekeler, E. (2022). Complex Post-intubation Tracheal Stenosis in Covid-19 Patients. *Indian Journal of Surgery*, 84(4), 805–813. <https://doi.org/10.1007/s12262-022-03498-x>
- Bi, Y., Yu, Z., Ren, J., Han, X., & Wu, G. (2019). Metallic stent insertion and removal for post-tracheotomy and post-intubation tracheal stenosis. *La Radiologia Medica*, 124(3), 191–198. <https://doi.org/10.1007/s11547-018-0953-9>
- Borasio, P., Ardissonne, F., & Chiampo, G. (1997). Post-intubation tracheal rupture. A report on ten cases. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, 12(1), 98–100. [https://doi.org/10.1016/S1010-7940\(97\)00111-5](https://doi.org/10.1016/S1010-7940(97)00111-5)
- Cardillo, G., Ricciardi, S., Forcione, A. R., Carbone, L., Carleo, F., Di Martino, M., Jaus, M. O., Perdichizzi, S., Scarci, M., Ricci, A., Dello Iacono, R., Lucantoni, G., & Galluccio, G. (2022). Post-intubation tracheal lacerations: Risk-stratification and treatment protocol according to morphological classification. *Frontiers in Surgery*, 9, 1049126. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.1049126>
- Chen, W., Li, J., Deng, R., & Chen, C. (2021). Case report: Tracheoesophageal fistula secondary to post-intubation tracheomegaly in a tetanus patient. *Annals of Palliative Medicine*, 10(4), 4922–4925. <https://doi.org/10.21037/apm-19-681>
- Diagnostic and therapeutic approach to post-traumatic tracheobronchial injuries. (2021). *Signa Vitae*. <https://doi.org/10.22514/sv.2021.015>
- Fernando, U., & Ramitha Jayasundara, J. M. (2019). Extremely rare case of anterior tracheal rupture following endotracheal intubation. *Sri Lankan Journal of Anaesthesiology*, 27(2), 160. <https://doi.org/10.4038/slja.v27i2.8403>
- Grewal, H. S., Dangayach, N. S., Ahmad, U., Ghosh, S., Gildea, T., & Mehta, A. C. (2019). Treatment of Tracheobronchial Injuries. *Chest*, 155(3), 595–604. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2018.07.018>
- Hasan, R., Islam, M. M., Hamid, T., Halim, M. R., Ahmed, K. N., Rahman, A. H., Hassan, S. B., Hoque, M. M., & Abdul Karim, F. M. (2022). Postintubation Tracheal Rupture – A Case Report. *Bangladesh Critical Care Journal*, 10(2), 163–165. <https://doi.org/10.3329/bccj.v10i2.62214>
- Jorge, N., Costa, L., Teixeira, S., Silva-Pinto, A., & Paiva, J. (2022). Tracheal Rupture After Trauma: A Successful Conservative Management. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.32681>
- Juneja, P., Ghiassi, K., Ramaswamy, S., & Kanoff, J. (2020). IATROGENIC TRACHEAL RUPTURE POST ENDOTRACHEAL INTUBATION CAUSING PNEUMOMEDIASTINUM IN A DOWN SYNDROME PATIENT. *Chest*, 158(4), A1920. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.08.1663>
- Jung, H., Durey, A., Han, S., & Kim, J. (2019). Tracheal rupture related to endotracheal intubation during cardiopulmonary resuscitation. *Journal of Emergencies, Trauma, and Shock*, 12(1), 58. https://doi.org/10.4103/JETS.JETS_34_18
- Katsantonis, N.-G., Kabagambe, E. K., Wootten, C. T., Ely, E. W., Francis, D. O., & Gelbard, A. (2018). Height is an independent risk factor for postintubation laryngeal injury: Height Related to Intubation Laryngeal Injury. *The Laryngoscope*, 128(12), 2811–2814. <https://doi.org/10.1002/lary.27237>
- Krämer, S., Broschewitz, J., Kirsten, H., Sell, C., Eichfeld, U., & Struck, M. F. (2020). Prognostic Factors for Iatrogenic Tracheal Rupture: A Single-Center Retrospective Cohort Study. *Journal of Clinical Medicine*, 9(2), 382. <https://doi.org/10.3390/jcm9020382>
- Kuridze, N., Etsadashvili, K., Minadze, E., Gonjilashvili, N., & Tserava, M. (2021). Iatrogenic tracheal rupture after extubation in the context of acute decompensated heart failure and cardiac device implantation: A case report. *Oxford Medical Case Reports*, 2021(7), omab051. <https://doi.org/10.1093/omcr/omab051>

Lee, J., Lee, H., & Lee, C. (2022). Iatrogenic tracheal laceration after endotracheal intubation: A case report focusing on diagnosis and anesthetic management. *Medical Biological Science and Engineering*, 5(2), 73–77. <https://doi.org/10.30579/mbse.2022.5.2.73>

Lowery, A. S., Malenke, J. A., Bolduan, A. J., Shinn, J., Wootten, C. T., & Gelbard, A. (2021). Early Intervention for the Treatment of Acute Laryngeal Injury After Intubation. *JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, 147(3), 232. <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2020.4517>

Mangel, T. P., & Madden, B. P. (2021). Acute tracheal tear – A potential cause of spontaneous pneumomediastinum in patients with COVID-19. *Monaldi Archives for Chest Disease*. <https://doi.org/10.4081/monaldi.2021.1852>

Passera, E., Orlandi, R., Calderoni, M., Cassina, E. M., Cioffi, U., Guttadauro, A., Libretti, L., Pirondini, E., Rimessi, A., Tuoro, A., & Raveglia, F. (2023). Post-intubation iatrogenic tracheobronchial injuries: The state of art. *Frontiers in Surgery*, 10, 1125997. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2023.1125997>

Sarıtaş, T. B., Bezen, B. A., & Sivacı, R. G. (2021). Anesthesiologist's Horror Case: Postintubation Tracheal Rupture. *Journal of Anesthesiology and Reanimation Specialists' Society*. <https://doi.org/10.5222/jarss.2021.06025>

Schaeffer, C., Galas, T., Teruzzi, B., Sudrial, J., Allou, N., & Martinet, O. (2018). Iatrogenic Tracheal Rupture Caused by Emergency Intubation: A Case Report. *The Journal of Emergency Medicine*, 55(1), e15–e18. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2018.02.014>

Sheikh, S., & Baig, M. A. (2019). Iatrogenic Post-intubation Tracheal Injury: An Emergency Room Presentation in a 17-year-old Girl. *Eurasian Journal of Emergency Medicine*, 18(2), 112–114. <https://doi.org/10.4274/eajem.galenos.2019.25238>

Sitepu, J. A. K., & Wibowo, M. D. (2022). Tracheal Stenosis: A Case Report. *International Journal Of Scientific Advances*, 3(1). <https://doi.org/10.51542/ijscia.v3i1.15>

Tadić, J.-M., Behm, E., Lecuyer, L., Benhmamed, R., Hans, S., Brasnu, D., Diehl, J.-L., Fagon, J.-Y., & Guérot, E. (2010). Post-intubation laryngeal injuries and extubation failure: A fiberoptic endoscopic study. *Intensive Care Medicine*, 36(6), 991–998. <https://doi.org/10.1007/s00134-010-1847-z>

the STYLETO trial group, Jaber, S., Rollé, A., Godet, T., Terzi, N., Riu, B., Asfar, P., Bourenne, J., Ramin, S., Lemiale, V., Quenot, J.-P., Guitton, C., Prudhomme, E., Quemeneur, C., Blondonnet, R., Biais, M., Muller, L., Ouattara, A., Ferrandiere, M., ... De Jong, A. (2021). Effect of the use of an endotracheal tube and stylet versus an endotracheal tube alone on first-attempt intubation success: A multicentre, randomised clinical trial in 999 patients. *Intensive Care Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s00134-021-06417-y>

Опанасенко, М. С., Леванда, Л. І., & Кшановський, О. Е. (2016). ЯТРОГЕННІ ПОСТІНТУБАЦІЙНІ РОЗРИВИ ТРАХЕЇ. *Український пульмонологічний журнал*, 1(3), 76–82.

Diagnostic and treatment model of post-intubation injuries of the trachea

Sadovy Valentyn^{1,3}, Kuchyn Iurii¹, Bielka Kateryna^{1,2}, Sazhyn Dmytro^{1,2}

¹Department of Surgery, Anesthesiology and Intensive Care, Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

²KNP "Kyiv Maternity Hospital № 5", Kyiv, Ukraine

³University Clinic of Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

Address for correspondence:

Sadovy Valentyn

E-mail: sadovyiv@gmail.com

Abstract: in medical practice, iatrogenic injuries caused by drugs or medical procedures are considered the most undesirable, as they are usually considered as intentional damage to the patient's health by the doctor. It is also impossible not to pay attention to the fact that such cases do not always have a favorable outcome. All this creates grounds for incorrect coverage of one's own record of failures and mistakes by specialists. The aim of the work was to study the available scientific data regarding iatrogenic post-intubation tracheal injuries and to form a diagnostic and treatment model of post-intubation tracheal injuries. Scientific articles, literature reviews and clinical cases of domestic and foreign authors

related to iatrogenic injuries of the trachea are analyzed in the work. Most of the studied sources were not published later than 2018. Post-intubation tracheal ruptures are a rare but serious complication of intubation or tracheostomy. Mechanical and anatomical factors are among the risk factors of these complications. Most of them can be avoided by following the rules and recommendations when intubating patients. The main standards in the diagnosis of iatrogenic injuries of the trachea are X-ray and endoscopic evaluation, which allow detecting and characterizing suspected injuries. The use of the proposed medical-diagnostic model for assessing the severity of the condition of a patient with a tracheal injury can speed up diagnostic searches and help determine the therapeutic tactics of managing patient data. Treatment of post-intubation injuries can be conditionally divided into conservative, endoscopic and surgical. Separately, it is desirable to note the tactics of endoscopic stenting, which is becoming a viable alternative to surgical intervention, and not a backup option. The world's routine approach to the problem of post-intubation complications obviously only adds to the difficulties in the prevention and management of such patients. By themselves, such complications are not very frequent, but still remain extremely threatening and can lead to fatal consequences. And, unfortunately, insufficient discussion of such cases makes it difficult to develop algorithms for managing such patients. The proposed model of diagnosis and management of patients aims to improve the quality of treatment of such patients and reduce the number of possible complications.

Keywords: [wounds and injuries](#), [intubation](#), [rupture](#), [safety](#), [operating room](#).



Copyright: © 2022 by the authors;
licensee USMYJ, Kyiv, Ukraine.

This article is an **open access**
article distributed under the terms

and conditions of the Creative Commons Attribution License
(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)