

НАСТАНОВИ

Забезпечення прохідності дихальних шляхів у новонароджених і немовлят

Спільна настанова Європейського товариства анестезіології та інтенсивної терапії (ESAIC) і British Journal of Anaesthesia (BJA)

Nicola Disma, Takashi Asai, Evelien Cools, Alexandria Cronin, Thomas Engelhardt, John Fiadjoe, Alexander Fuchs, Annery Garcia-Marcinkiewicz, Walid Habre, Chloe Heath, Mathias Johansen, Jost Kaufmann, Maren Kleine-Brueggeney, Pete G. Kovatsis, Peter Kranke, Andrea C. Lusardi, Clyde Matava, James Peyton, Thomas Riva, Carolina S. Romero, Britta von Ungern-Sternberg, Francis Veyckemans and Arash Afshari, а також групи з розробки настанов щодо дихальних шляхів Європейського товариства анестезіології та інтенсивної терапії (ESAIC) і British Journal of Anaesthesia (BJA)

Переклад українською статті: Disma N, Asai T, Cools E, et al. Airway management in neonates and infants: European Society of Anaesthesiology and Intensive Care and British Journal of Anaesthesia joint guidelines. *Eur J Anaesthesiol* 2024; 41: 3–23. DOI: 10.1097/EJA.0000000000001928. Опубліковано за ліцензією CC BY-NC-ND 4.0.

Це неофіційний український переклад, підготовлений для внутрішнього освітнього використання; він не є версією запису (version of record) і не схвалений ESAIC, BJA чи *Eur J Anaesthesiol*. Переклад виконано 30 липня 2026 р. за допомогою мовної моделі Claude (Anthropic); термінологію не звірено з клініцистом — перелік термінів, що очікують підпису фахівця, наведено в docs/neonatal-airway-terms-to-verify.md.

From the Unit for Research in Anaesthesia, IRCCS Istituto Giannina Gaslini, Genoa, Italy (ND, AF, ACL), Department of Anesthesiology, Dokkyo Medical University Koshigaya Hospital, Koshigaya, Saitama, Japan (TA), Department of Anaesthesiology, Pharmacology, Intensive Care and Emergency Medicine, Geneva University Hospitals and University of Geneva, Geneva, Switzerland (EC, WH), Medical Library, Boston Children's Hospital, Boston, MA, USA (AC), Department of Anaesthesia, Montreal Children's Hospital, McGill University Health Centre, Montréal, QC, Canada (TE, MJ), Department of Anaesthesiology, Critical Care, and Pain Medicine, Boston Children's Hospital, Harvard Medical School, Boston, MA, USA (JF, PGK, JP), Department of Anaesthesiology and Pain Medicine, Inselspital, Bern University Hospital, University of Bern, Bern, Switzerland (AF, TR), Department of Anaesthesiology and Critical Care Medicine, The Children's Hospital of Philadelphia, Philadelphia, PA, USA (AG-M), Department of Anaesthesia and Pain Management, Starship Children's Hospital, Auckland, New Zealand (CH), Perioperative Medicine Team, Perioperative Care Program, Telethon Kids Institute, Perth, WA, Australia (CH, BvU-S), Department for Pediatric Anesthesia, Children's Hospital Cologne, Cologne, Germany (JK), Faculty for Health, University of Witten/Herdecke, Witten, Germany (JK), Department of Cardiac Anaesthesiology and Intensive Care Medicine, Deutsches Herzzentrum der Charité (DHZC) and Charité — Universitätsmedizin Berlin, corporate member of Freie Universität Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin, and Berlin Institute of Health, Berlin, Germany (MK-B), Department of Anaesthesiology, Intensive Care, Emergency and Pain Medicine, University Hospital Würzburg, Würzburg, Germany (PK), Department of Anesthesia and Pain Medicine, The Hospital for Sick Children, Toronto, ON, Canada (CM), Department of Anesthesia and Critical Care, Consorcio Hospital General Universitario de Valencia, Methodology Department, Universidad Europea de Valencia, Valencia, Spain (CSR), Department of Anaesthesia and Pain Management, Perth Children's Hospital, Perth, WA, Australia (BvU-S), Division of Emergency Medicine, Anaesthesia and Pain Medicine, Medical School, The University of Western Australia, Perth, WA, Australia (BvU-S), Faculty of Medicine, UCLouvain, Brussels, Belgium (FV), Department of Paediatric and Obstetric Anaesthesia, Copenhagen University Hospital, Rigshospitalet & Department of Clinical Medicine, Copenhagen University, Copenhagen, Denmark (AA).

Кореспонденція: Nicola Disma, Unit for Research in Anaesthesia, IRCCS Istituto Giannina Gaslini, Genoa, Italy. E-mail: NicolaDisma@Gaslini.org

Анотація

Забезпечення прохідності дихальних шляхів потрібне під час загальної анестезії і є критично важливим у життєзагрозливих ситуаціях, зокрема під час серцево-легеневої реанімації. Дані нещодавніх клінічних досліджень свідчать про високу частоту критичних подій під час забезпечення прохідності дихальних шляхів, особливо в новонароджених та немовлят. Важливо визначити оптимальні методики та стратегії забезпечення прохідності дихальних шляхів у цих групах пацієнтів.

У цій спільній настанові Європейського товариства анестезіології та інтенсивної терапії (ESAIC) і British Journal of Anaesthesia (BJA) із забезпечення прохідності дихальних шляхів у новонароджених і немовлят ми подаємо узагальнені та засновані на доказах рекомендації, покликані допомогти лікарям надавати безпечну та ефективну медичну допомогу.

Ми визначили сім основних напрямів, що стосуються забезпечення прохідності дихальних шляхів: i) передопераційна оцінка і підготовка; ii) лікарські засоби; iii) методики та алгоритми; iv) виявлення та ведення складних дихальних шляхів; v) підтвердження інтубації трахеї; vi) екстубація трахеї та vii) людський чинник.

На основі цих напрямів було сформульовано питання за форматом PICO (Population, Intervention, Comparison, Outcomes — популяція, втручання, порівняння, результати), які визначили структурований пошук літератури. Методологію GRADE (Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation) застосовано для формулювання рекомендацій на основі включених досліджень з урахуванням їхньої методологічної якості: сильна «1» (strong recommendation) або слабка «2» (weak recommendation) рекомендація з високою «А», середньою «В» чи низькою «С» якістю доказів (quality of evidence).

Підсумовуючи, ми рекомендуємо:

1. Застосовуйте анамнез і фізикальне обстеження для прогнозування складнощів забезпечення прохідності дихальних шляхів **1C**
2. Забезпечуйте адекватний рівень седації або загальної анестезії під час забезпечення прохідності дихальних шляхів **1B**
3. Вводьте міорелаксанти (neuromuscular blocking agent) перед інтубацією трахеї, якщо збереження спонтанного дихання не є необхідним **1C**
4. Застосовуйте відеоларингоскоп зі стандартним клинком, адаптованим за віком, як метод першого вибору для інтубації трахеї **1B**
5. Застосовуйте оксигенацію апное під час інтубації трахеї в новонароджених **1B**
6. Розгляньте надгортанний повітропровід для рятівної оксигенації та вентиляції, якщо інтубація трахеї виявилася невдалою **1B**
7. Обмежуйте кількість спроб інтубації трахеї **1C**
8. Застосовуйте стилет для армування та попереднього моделювання форми ендотрахеальних трубок, якщо використовують гіперкутові клинки відеоларингоскопа (hyperangulated videolaryngoscope blades) та коли гортань розташована анатомічно спереду **1C**
9. Підтверджуйте успішність інтубації за допомогою клінічної оцінки та кривої EtCO₂ — концентрації вуглекислого газу в кінці видиху **1C**
10. За наявності клінічних показань для післяекстубаційної респіраторної підтримки застосовуйте високопотокową назальну оксигенацію (high-flow nasal oxygenation, HFNO), постійний позитивний тиск у дихальних шляхах (continuous positive airway pressure, CPAP) або назальну переміжну вентиляцію з позитивним тиском (nasal intermittent positive pressure ventilation, NIPPV) **1B**

Ключові слова: забезпечення прохідності дихальних шляхів, складні дихальні шляхи, новонароджений, педіатрична анестезіологія, настанови з клінічної практики

Вступ

Забезпечення прохідності дихальних шляхів потрібне пацієнтам під анестезією, яким виконують хірургічні або діагностичні втручання, і є критично важливим у життєзагрозливих станах, зокрема під час серцево-легеневої реанімації та інтенсивної терапії. Опубліковано кілька настанов, покликаних стандартизувати забезпечення прохідності дихальних шляхів та процедури інтубації трахеї для планових і невідкладних ситуацій у пацієнтів із нормальними, відомими складними або передбачувано складними

дихальними шляхами [1–4]. Проте спеціальних настанов для новонароджених і немовлят немає.

Діти мають унікальну анатомію та фізіологію, які можуть створювати для лікарів-клініцистів суттєві труднощі [5]. Діти молодшого віку, доношені новонароджені та передчасно народжені новонароджені мають найвищий ризик респіраторних і травматичних ускладнень, пов'язаних із забезпеченням прохідності дихальних шляхів. Більшість доступних пристроїв для забезпечення прохідності дихальних шляхів не розроблено та не випробувано спеціально для застосування в дітей [3,6–8].

Мета цієї настанови з клінічної практики — запропонувати підхід до забезпечення прохідності дихальних шляхів у новонароджених і немовлят, що ґрунтується на доказах. Її розробила основна група експертів із забезпечення прохідності дихальних шляхів у дітей; вона призначена для анестезіологів, які працюють у різних педіатричних умовах — від високоспеціалізованих центрів до закладів районного рівня. Оскільки досвід і ресурси в різних центрах відрізняються, ця настанова з клінічної практики не є стандартом лікування; проте її слід використовувати як основу для розроблення локальних операційних процедур, затверджених закладом, і настанов із найкращої практики.

Методи

У 2021 році 23 міжнародно визнані експерти із забезпечення прохідності дихальних шляхів утворили експертну робочу групу, метою якої була підготовка оновлених настанов з клінічної практики щодо забезпечення прохідності дихальних шляхів у новонароджених і немовлят. Пропозицію було подано до Європейського товариства анестезіології та інтенсивної терапії (ESAIC) і до Редакційної колегії British Journal of Anaesthesia (BJA) для логістичної підтримки та схвалення. Спільну ініціативу ESAIC і BJA було затверджено. Клінічні запити було сформульовано у вигляді семи груп Population, Intervention, Comparison, Outcome (популяція, втручання, порівняння, результат — PICO) і далі розгорнуто у п'ять елементів стратегії пошуку. Повний перелік груп PICO було переглянуто та затверджено експертною робочою групою; він дав такі дослідницькі питання:

1. Чи є фізикальна оцінка найкращим способом прогнозування складного забезпечення прохідності дихальних шляхів? Чи можна вдосконалити фізикальну оцінку додатковими вимірюваннями? Які нормальні значення слід використовувати?
2. Які підготовка та планування мають бути обов'язковими перед початком забезпечення прохідності дихальних шляхів у новонароджених і немовлят? Чи рекомендована нейром'язова блокада перед інтубацією трахеї, якщо збереження спонтанного дихання не є необхідним?
3. Чи є пряма ларингоскопія методикою першого вибору для інтубації трахеї у новонароджених і немовлят? Чи слід замінити пряму ларингоскопію іншими

методиками? Яким є визначення складної інтубації? Чи потрібен алгоритм інтубації трахеї?

4. Що має бути золотим стандартом забезпечення прохідності передбачувано складних дихальних шляхів і хто має бути залучений? Де слід виконувати забезпечення прохідності складних дихальних шляхів?
5. Яку методику слід використовувати для визначення правильного положення ендотрахеальної трубки у новонароджених і немовлят?
6. Якою є найкраща стратегія безпечної екстубації трахеї у новонароджених і немовлят після складної інтубації — передбачуваної чи непередбачуваної? Чи слід виконувати екстубацію або видалення пристрою для забезпечення прохідності дихальних шляхів на тлі глибокої анестезії, чи тоді, коли пацієнт у свідомості?
7. Яким є вплив людського чинника та наскільки потрібна розробка спеціальної навчальної програми з педіатричних дихальних шляхів?

Критерії відбору досліджень для аналізу даних

Типи досліджень. Аналіз даних ґрунтувався на всіх рандомізованих, паралельних, квазірандомізованих дослідженнях, зокрема з перехресним дизайном (crossover design), та на обсерваційних дослідженнях, які стосувалися наведених вище запитів. Систематичні огляди і метааналізи розглядали в кожному випадку окремо за умови відповідності критеріям включення. Дані квазірандомізованих, обсерваційних і великих ретроспективних досліджень було включено, оскільки очікувалося, що рандомізованих контрольованих випробувань (РКВ) буде дуже мало або не буде взагалі.

Типи учасників. Якісний і кількісний аналіз літератури було обмежено дітьми віком до 1 року, із зазначеними супутніми захворюваннями або без них. Дослідження, що охоплювали змішані педіатричні та дорослі популяції, розглядали лише за умови, що вони включали релевантну кількість немовлят. За браком даних щодо новонароджених і немовлят, яким забезпечували прохідність дихальних шляхів в операційній, і якщо це вважали доречним, дані екстраполювали з умов поза операційною (тобто відділень неонатальної та педіатричної інтенсивної терапії і відділень невідкладної допомоги).

Типи втручань. Було включено такі втручання: i) фізикальна оцінка для виявлення або прогнозування потенційно складних дихальних шляхів; ii) підготовка дитини та персоналу до забезпечення прохідності дихальних шляхів, зокрема фармакологічне лікування; iii) пряма ларингоскопія для інтубації трахеї; iv) специфічні компетентності та методики за очікуваної складної інтубації; v) підтвердження правильного положення ендотрахеальної трубки аускультатією грудної клітки; vi) стратегії екстубації трахеї у дітей, у яких інтубація трахеї була складною, зокрема із застосуванням дебрифінгу після забезпечення прохідності дихальних шляхів; vii) вплив людського чинника та компетентностей на успішність забезпечення прохідності дихальних шляхів.

Типи компараторів. Компараторами вважали будь-яку методику або стратегію підготовки, початкового та інтраопераційного ведення й екстубації, відмінну від зазначених вище «втручань», як у рутинній практиці, так і за складних дихальних шляхів — очікуваних чи неочікуваних.

Типи результатів. Результатами вважали успіх інтубації трахеї з першої спроби (first-pass success), кількість спроб до досягнення успішної інтубації та будь-яке ускладнення під час і після забезпечення прохідності дихальних шляхів.

Методи пошуку досліджень

Фахівець з інформаційного пошуку (information specialist) АС розробив стратегію пошуку літератури у тісній співпраці з ND і методологами групи ESAIC (AA, PK і CSR). Пошук літератури проводили в PubMed, EMBASE, Web of Science і Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL). Для всіх баз даних використовували подібну стратегію пошуку. Електронний пошук у базах даних АС виконав 17 листопада 2021 року; він охоплював статті, опубліковані з 2011 року, щоб підвищити клінічну релевантність (Додаток 1). Членів панелі також заохочували додавати будь-які пропущені статті, про які їм було відомо, і самостійно проводити пов'язані пошуки. Скринінг отриманих назв проводили двоє незалежних авторів. Третього автора призначали для розв'язання розбіжностей щодо включення або виключення.

Результати пошуку

Після вилучення дублікатів автори проводили скринінг назв разом з анотаціями у двоетапній процедурі. Релевантні статті отримували для оцінювання повного тексту та вилучення даних (data extraction) підгрупами експертної робочої групи, які склали й написали огляд літератури для своїх груп PICO. Методолог відповідав за вибір тем для можливих метааналізів на підставі якості наявних даних, надійності пошуку (чутливості) та заздалегідь визначених критеріїв включення й виключення. Для цієї настанови ми не знайшли даних, придатних для метааналізу. Для спрощення пошуку, скринінгу, включення та виключення досліджень усі отримані назви та статті було розподілено у п'ять тек: А) підготовка до забезпечення прохідності дихальних шляхів, В) інтубація трахеї, С) складні дихальні шляхи, D) екстубація трахеї та Е) людський чинник. Отримано такі статті:

- **А)** З 972 публікацій щодо підготовки, після вилучення дублікатів і застосування обмежень за датою, було проскриніровано 466 назв, що дало 60 анотацій. На наступному етапі було включено 22 повнотекстові статті.
- **В)** З 3991 публікації щодо інтубації трахеї, після вилучення дублікатів і застосування обмежень за датою, було проскриніровано 2486 назв, що дало 532 анотації. На наступному етапі було включено 94 повнотекстові статті.

- **С)** З 570 публікацій щодо складних дихальних шляхів, після вилучення дублікатів і застосування обмежень за датою, було проскриніровано 278 назв, що дало 191 анотацію. На наступному етапі було включено 86 повнотекстових статей.
- **Д)** З 6507 назв щодо екстубації трахеї, після вилучення дублікатів і застосування обмежень за датою, було проскриніровано 4637 назв, що дало 613 анотації. На наступному етапі було включено 180 повнотекстових статей.
- **Е)** З 994 назв щодо людського чинника було проскриніровано 992, відібрано 64 анотації, а 37 повнотекстових статей використано для короткого оглядового картування (scoping review).

Детальний опис стратегії пошуку та PICO наведено у Додатку 1.

Збір та аналіз даних

Відбір досліджень. Було включено всі публікації, що відповідали критеріям включення. Щонайменше двоє авторів у кожній групі PICO незалежно оцінювали відповідні повнотекстові статті за допомогою програмного забезпечення Covidence. Розбіжності розв'язував учасник, не залучений до скринінгу.

Вилучення даних та управління ними. Кожна підгрупа експертної робочої групи вилучала дані з відповідних досліджень однаковим чином під керівництвом методолога, використовуючи однотипні електронні таблиці, зокрема відомості про дизайн дослідження, характеристики популяції, втручання та показники результатів. Автори робочих підгруп досягали консенсусу щодо вилучених даних шляхом обговорення — спершу всередині підгрупи, а потім у складі всієї експертної робочої групи.

Оцінка ризику систематичної похибки (risk of bias) у включених дослідженнях.

Ризик систематичної похибки оцінювали для кожної групи PICO відповідно до Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions для РКВ [9]; оцінювання проводили за такими доменами:

- генерування випадкової послідовності — похибка відбору;
- приховування розподілу (allocation concealment) — похибка відбору;
- засліплення оцінювачів результатів — похибка виконання та похибка виявлення;
- неповні дані щодо результатів, аналіз за призначенням лікуванням (intention-to-treat) — похибка вибуття (attrition bias);
- вибіркове звітування.

Дослідження оцінювали як такі, що мають низький ризик систематичної похибки, якщо всі домени вважалися адекватними; середній ризик — якщо один домен був неадекватним; і високий ризик — якщо більше одного домену вважали неадекватним або незрозумілим. Розбіжності щодо оцінки ризику систематичної похибки розв'язували в обговоренні з методологом (АА). Для досліджень, що не є РКВ, застосовували чек-листи

SIGN (Scottish Intercollegiate Guidelines Network; <https://www.sign.ac.uk/what-we-do/methodology/checklists/>).

Оцінка якості доказів. Відповідно до політики ESAIC щодо настанов, для оцінювання методологічної якості та формулювання рекомендацій було використано методологію GRADE. Рішення знизити рівень доказовості для рекомендації ґрунтувалися на якості та типі включеної літератури, виявлених неузгодженостях, непрямому чи прямому характері доказів, загальному враженні та наявності публікаційної упередженості (publication bias), як запропоновано GRADE. Рішення підвищити рівень доказовості для рекомендацій ґрунтувалися на якості дослідження та величині відношення ефекту, градієнті «доза — відповідь» (dose-response gradient) і ймовірному залишковому викривленні (confounding). Визначення GRADE узагальнено в Таблиці 1. Докладніший виклад GRADE доступний за адресою <https://www.uptodate.com/home/grading-guide>.

Розробка рекомендацій. Після вищеописаних процедур кожна група розробила рекомендації, релевантні для своєї групи PICO та клінічних питань. Їх потім обговорювали й повторно обговорювали, за потреби, з усією панеллю експертів з урахуванням синтезу даних (коли він був можливий), ризику систематичної похибки та якості доказів. Одним із загальних обмежень для всіх груп PICO була гетерогенність структури клінічних випадків (case mix), оскільки багато досліджень включали дітей віком понад 1 рік. Відповідно, експертна робоча група оцінювала зовнішню валідність та узагальнюваність результатів включених досліджень для кожної рекомендації. Коли це вважали обґрунтованим, докази, отримані у старших пацієнтів, використовували для складання рекомендацій, пропозицій (suggestion) або тверджень щодо клінічної практики (clinical practice statement). Для формування експертних рекомендацій і ступеня узгодженості було застосовано двоетапний Дельфійський процес (Delphi process) у формі онлайн-опитування. Третій раунд Дельфі проводили у форматі телеконференції, щоб обговорити методологічну якість літератури, що підтверджує рекомендації, та у випадках, коли переформулювання рекомендацій було обов'язковим. До кожної рекомендації, пропозиції чи твердження щодо клінічної практики застосовували ті самі процедури голосування та досягнення консенсусу.

Таблиця 1. Визначення GRADE

Ступінь рекомендації	Чіткість співвідношення ризик/користь	Якість підтвердних доказів
1A Сильна рекомендація, докази високої якості	Користь чітко переважає ризику та тягар або навпаки	Узгоджені докази з якісно виконаних рандомізованих контрольованих випробувань або переконливі докази іншого походження; подальші дослідження навряд чи змінять нашу впевненість в оцінці користі та ризику
1B Сильна рекомендація, докази помірної якості	Користь чітко переважає ризику та тягар або навпаки	Докази з рандомізованих контрольованих випробувань із суттєвими обмеженнями — неузгоджені результати, методологічні недоліки, непрямі чи неточні докази — або дуже переконливі докази з дослідження іншого дизайну;

Ступінь рекомендації	Чіткість співвідношення ризик/користь	Якість підтвердних доказів
		подальші дослідження (якщо їх буде проведено), імовірно, вплинуть на нашу впевненість в оцінці користі та ризику й можуть змінити цю оцінку
1C Сильна рекомендація, докази низької якості	Користь, вочевидь, переважає ризики та тягар або навпаки	Докази з обсерваційних досліджень, несистематизованого клінічного досвіду або з рандомізованих контрольованих випробувань із серйозними недоліками; будь-яка оцінка ефекту є непевною
2A Слабка рекомендація = пропозиція, докази високої якості	Користь приблизно врівноважена з ризиками та тягарем	Узгоджені докази з якісно виконаних рандомізованих контрольованих випробувань або переконливі докази іншого походження; подальші дослідження навряд чи змінять нашу впевненість в оцінці користі та ризику
2B Слабка рекомендація = пропозиція, докази помірної якості	Користь приблизно врівноважена з ризиками та тягарем, є певна невизначеність в оцінках користі, ризиків і тягаря	Докази з рандомізованих контрольованих випробувань із суттєвими обмеженнями — неузгоджені результати, методологічні недоліки, непрямі чи неточні докази — або дуже переконливі докази з дослідження іншого дизайну; подальші дослідження (якщо їх буде проведено), імовірно, вплинуть на нашу впевненість в оцінці користі та ризику й можуть змінити цю оцінку
2C Слабка рекомендація = пропозиція, докази низької якості	Невизначеність в оцінках користі, ризиків і тягаря; користь може бути приблизно врівноважена з ризиками та тягарем	Докази з обсерваційних досліджень, несистематизованого клінічного досвіду або з рандомізованих контрольованих випробувань із серйозними недоліками; будь-яка оцінка ефекту є непевною

GRADE — Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation (градація рекомендацій, їх оцінка, розробка та експертиза).

Резюме рекомендацій, пропозицій і тверджень щодо клінічної практики

РІСО 1. Передопераційна оцінка дихальних шляхів для прогнозування складності

Чи є фізикальне обстеження найкращим способом прогнозування складного забезпечення прохідності дихальних шляхів? Чи можна доповнити фізикальне обстеження додатковими вимірюваннями? Які нормальні значення слід використовувати?

РЕКОМЕНДАЦІЯ **1C**

Ми рекомендуємо використовувати анамнез та фізикальне обстеження для прогнозування складного забезпечення прохідності дихальних шляхів у новонароджених і немовлят.

Резюме доказів: Немає доказів, які підтверджували б або спростовували використання фізикальної оцінки для прогнозування складного забезпечення прохідності дихальних шляхів у новонароджених і немовлят.

Проте досвід лікарів-клініцистів, підкріплений кількома ретроспективними дослідженнями, дав змогу виокремити низку фізикальних чинників ризику складних дихальних шляхів у новонароджених і немовлят: мікро-, ретро- або прогнатія, обмежене відкривання рота, асиметрія обличчя, фіксований шийний відділ хребта, розщілина губи та піднебіння, а також новоутворення ротової порожнини або шиї [10–12].

Ці фізикальні ознаки часто трапляються у новонароджених і немовлят із синдромами, що асоціюються з передбачувано складним забезпеченням прохідності дихальних шляхів, — такими як синдроми П'єра Робена, Крузона й Тричера Коллінза (Pierre Robin, Crouzon, Treacher-Collins) [11,13].

Однак немає досліджень, які проспективно оцінювали б роль фізикальних ознак у прогнозуванні складного забезпечення прохідності дихальних шляхів — вентиляції лицевою маскою чи інтубації трахеї — у новонароджених і немовлят із, на перший погляд, нормальними дихальними шляхами.

Хоча в кількох дослідженнях за участю дорослих було запропоновано прості суми балів або зважені шкали ризику для прогнозування «непередбачуваної» складної інтубації трахеї на основі фізикальних вимірювань — симптомів патології дихальних шляхів; міжрізцевої відстані; люксації нижньої щелепи; тироментальної відстані; рухливості голови та шиї; шкали Маллампаті, — жодна з них не пройшла валідації у дітей, до того ж оцінити ці параметри вдається не завжди [14–16].

Шкала Маллампаті непридатна для новонароджених і немовлят, оскільки потребує пацієнта, здатного до співпраці та виконання словесних команд.

Інші вимірювання — наприклад, тироментальної відстані — не завжди здійсненні й зазнають різких змін, оскільки новонароджені та немовлята швидко ростуть у перші місяці життя. Тому нормальних значень для новонароджених і немовлят не встановлено.

Одноцентрова серія випадків з восьми немовлят віком від 3 тижнів до 1 року показала потенційну користь об'ємної комп'ютерної томографії (computed tomography, CT) для окреслення аномалій нижніх відділів трахеї та легень (Додаткова таблиця S1, <http://links.lww.com/EJA/A891>) [17].

Проте ця серія випадків не містила даних щодо аномалій верхніх дихальних шляхів, які можуть бути пов'язані зі складним забезпеченням прохідності дихальних шляхів.

Інших вимірювань, які допомагали б прогнозувати складні дихальні шляхи у новонароджених і немовлят, не виявлено.

РІСО 2. Підготовка до забезпечення прохідності дихальних шляхів і фармакологічне забезпечення (поза реанімацією)

Яка підготовка та планування мають бути обов'язковими перед забезпеченням прохідності дихальних шляхів у новонароджених і немовлят? Чи є нейром'язова блокада обов'язковою, якщо збереження спонтанного дихання не є необхідним (фармакологія)?

РЕКОМЕНДАЦІЯ 1В

Ми рекомендуємо застосовувати адекватний рівень седації або загальної анестезії у новонароджених і немовлят під час забезпечення прохідності дихальних шляхів, щоб гарантувати комфорт і безпеку пацієнта.

РЕКОМЕНДАЦІЯ 1С

Ми рекомендуємо застосовувати нейром'язову блокаду перед інтубацією трахеї, якщо збереження спонтанного дихання не є необхідним.

Ризики та користь від введення міорелаксанта слід зважувати з огляду на конкретного пацієнта та навички команди.

Резюме доказів: Окрім реанімаційних ситуацій — наприклад, у пологовій залі, — інтубація трахеї у новонароджених і немовлят із мінімальною анестезією або без анестезії є практикою, від якої здебільшого відмовилися. Причини, з яких у минулому пропагували інтубацію трахеї у свідомості (awake tracheal intubation), були різними: побоювання побічних ефектів, як-от аспірація в легені, погана переносимість гіпоксемії немовлятами, брак знань з фармакології у наймолодших дітей та суттєві медико-правові наслідки роботи з цією популяцією.

Було виявлено сім РКВ [18–24], 13 обсерваційних досліджень (п'ять ретроспективних, вісім проспективних) [25–37] та один систематичний огляд [38], у яких вивчали різні режими седації або анестезії (додаткові таблиці S2 і S3, <http://links.lww.com/EJA/A891>). Вік пацієнтів, включених до РКВ, коливався від 26 тижнів до 3 років; загалом до них увійшло 486 пацієнтів. В обсерваційних дослідженнях вік пацієнтів становив від 24 тижнів до 7 років, а проаналізовано було 10 759 спроб інтубації. Одне обсерваційне дослідження було передчасно перервано [28], тому для аналізу залишилися п'ять ретроспективних досліджень [27,31,35–37] і сім обсерваційних досліджень [25,26,29,30,32–34].

У новонароджених і немовлят застосовували вкрай неоднорідні режими медикаментозного забезпечення. У частині досліджень оцінювали вплив опіоїдів під час інтубації, відмінності між інгаляційною анестезією та внутрішньовенною анестезією

[24,33,37], оптимальну дозу пропофолу [29,38], застосування міорелаксантів [21–23,31,34–36] та різноманітні лікарські засоби для премедикації [25–27,30,32]. В усіх дослідженнях оцінювали оротрахеальну інтубацію, окрім одного РКВ і двох обсерваційних досліджень, у які пацієнтів набирали для назотрахеальної інтубації [26,36]. Дані щодо ургентної інтубації були доступні лише у двох обсерваційних дослідженнях [25,26]. Нарешті, лише в одному обсерваційному дослідженні порівнювали оротрахеальну інтубацію у групі зі збереженою спонтанною вентиляцією та у групі з керованою вентиляцією [31].

Щоб визначити найкращу підготовку новонароджених і немовлят до оротрахеальної інтубації, ми вилучили дані щодо успіху з першої спроби, кількості спроб і побічних явищ, про які повідомляли в кожній групі. Багато досліджень не повідомляли ані про побічні явища (наприклад, гіпотензія, гіпертензія, гіперкапнія, гіпоксемія, травма верхніх дихальних шляхів, міоклонус, гіпотермія або ларингоспазм), ані про виникнення тяжких побічних явищ (наприклад, смерть, тоніко-клонічні судоми, пневмоторакс, сепсис, перфорація травного тракту, легенева кровотеча, зупинка серця, надшлуночкова тахікардія, легенева гіпертензія, аспіраційний синдром або гіпонатріємія). Ми не знайшли доказів збільшення загальної кількості побічних явищ, пов'язаних із застосуванням седативних засобів або загальних анестетиків.

У кількох дослідженнях порівнювали групу без седації чи анестезії з групою під анестезією. Порівняно з відсутністю седації чи анестезії анестезія підвищувала частоту успішної інтубації з першої спроби та зменшувала кількість спроб і частоту ускладнень. У частині досліджень порівнювали кілька режимів анестезії, подекуди до 13 різних режимів седативних засобів [30] або комбінацію понад двох лікарських засобів в одній групі.

У більшості досліджень перед індукцією анестезії застосовували антихолінергічні засоби, причому найчастіше застосовуваним засобом був атропін. Застосування антихолінергічного засобу не було пов'язане з нижчою частотою брадикардії. Згідно з наявними доказами, у новонароджених і немовлят, які отримують опіоїди, ноцицепція, виміряна за шкалою болю недоношеної дитини (Premature Infant Pain Profile), нижча, ніж у тих, хто опіоїдів не отримував [20].

Було встановлено, що застосування міорелаксанта покращує якість умов інтубації і зменшує медіану кількості спроб оротрахеальної інтубації. У двох РКВ, у яких застосовували рокуроній, повідомлено про вищу частоту успішної інтубації трахеї з першої спроби — навіть за дози, яка в одному з РКВ становила лише $0,2 \text{ мг кг}^{-1}$ [22,23]. Атракурій застосовували в одному РКВ з недостатньою статистичною потужністю (underpowered), у якому не вдалося виявити клінічно значущої різниці [21]. Суксаметоній розглядали у двох обсерваційних дослідженнях [27,32]. Отже, застосування міорелаксанта підвищує успішність інтубації трахеї та зменшує частоту ускладнень, як-от ларингоспазм.

РІСО 3. Інтубація трахеї

Що є технікою першого вибору для інтубації трахеї у новонароджених і немовлят — пряма ларингоскопія чи відеоларингоскопія?

РЕКОМЕНДАЦІЯ

Ми рекомендуємо застосовувати відеоларингоскоп зі стандартним клинком, адаптованим за віком (age-adapted standard blade), — Макінтоша або Міллера (Macintosh or Miller blade) — як засіб першого вибору для інтубації трахеї у новонароджених і немовлят **1B**, зокрема й для інтубації трахеї у бічному положенні

1C.

ТВЕРДЖЕННЯ ЩОДО КЛІНІЧНОЇ ПРАКТИКИ

Відеоларингоскоп слід також використовувати з навчальною метою за подвійним підходом: пряма ларингоскопія для лікаря-стажиста (trainee) і відеоларингоскопія для наставника. Екран може слугувати орієнтиром для зворотного зв'язку під час маневру інтубації, який виконує лікар-стажист.

ТВЕРДЖЕННЯ ЩОДО КЛІНІЧНОЇ ПРАКТИКИ

Навчання є обов'язковою та невід'ємною передумовою правильного використання відеоларингоскопа. Застосування відеоларингоскопа є виправданим в операційних блоках, відділеннях інтенсивної терапії та відділеннях невідкладної допомоги.

Резюме доказів: Оцінено п'ять РКВ, у яких порівнювали відеоларингоскопію із прямою ларингоскопією (Додаткова таблиця S4, <http://links.lww.com/EJA/A891>) [8,39–41]. Перше з них — РКВ, до якого залучили 564 немовлят; воно показало, що відеоларингоскопія зі стандартним клинком Міллера переважає пряму ларингоскопію. У немовлят із масою тіла < 6,5 кг частота успішної оротрахеальної інтубації з першої спроби (first-attempt success rate) була вищою за використання відеоларингоскопії порівняно з прямою ларингоскопією (92 % проти 81 %) [39]. В іншому РКВ за участю лікарів-резидентів з неонатології порівнювали відеоларингоскопію з прямою ларингоскопією для інтубації передчасно народжених новонароджених [40]. Загальна частота успішної інтубації була вищою у групі відеоларингоскопії (57 % проти 33 %). Резиденти першого року навчання та всі резиденти, які інтубували свого першого пацієнта, мали вищу частоту успішної інтубації за відеоларингоскопії, ніж за прямої ларингоскопії (58 % проти 23 % і 50 % проти 17 % відповідно). Серед резидентів, які мали < 6 місяців досвіду роботи в неонатологічному закладі третинного рівня, частота успіху становила 66 % (69 зі 104), коли інструктор мав змогу бачити екран відеоларингоскопа, порівняно з 41 % (42 зі 102), коли екран був

закритий (відношення шансів [odds ratio, OR] 2,81; 95 % довірчий інтервал [confidence interval, CI] 1,54–5,17) [41]. За використання премедикації частота успіху в групі втручання (відеоларингоскопія) становила 72 % (56 із 78) порівняно з 44 % (35 із 79) у контрольній групі (пряма ларингоскопія) (OR 3,2; 95 % CI 1,6–6,6). У багатоцентровому РКВ порівнювали відеоларингоскопію з прямою ларингоскопією у новонароджених і немовлят, при цьому в обох групах додатково застосовували оксигенацію апное. Частота успішної інтубації трахеї з першої спроби без десатурації була вищою за відеоларингоскопії (89 % [108 зі 121]; 95 % CI 83,7–94,8 %) порівняно з прямою ларингоскопією (79 % [97 зі 123]; 95 % CI 71,6–86,1 %), зі скоригованою абсолютною різницею ризиків 9,5 % (CI 0,8–18,1 %) [6]. У двох РКВ порівнювали відеоларингоскопію з прямою ларингоскопією для інтубації трахеї у пацієнта в бічному положенні [42,43]. У групі відеоларингоскопії частота успіху з першої спроби була вищою, а огляд голосової щілини (glottic view) — сприятливішим, ніж за звичайної прямої ларингоскопії з клинком Міллера. У цих дослідженнях для інтубації трахеї використовували відеоларингоскоп C-MAC (Karl Storz, Tuttlingen, Germany) для порівняння з прямим ларингоскопом. В одноцентровому РКВ (Додаткова таблиця S5, <http://links.lww.com/EJA/A891>) взяли участь 120 дітей віком 1–24 місяці, яким виконували планове оперативне втручання; воно показало відсутність різниці між прямою ларингоскопією з клинком Міллера та з клинком Макінтоша щодо огляду через ларингоскоп та умов інтубації [44].

Чи має оксигенація апное стати стандартом лікування під час інтубації трахеї?

РЕКОМЕНДАЦІЯ 1В

Ми рекомендуємо застосовувати оксигенацію апное під час інтубації трахеї у новонароджених.

ТВЕРДЖЕННЯ ЩОДО КЛІНІЧНОЇ ПРАКТИКИ

У немовлят застосування оксигенації апное (з низьким або високим потоком) під час інтубації трахеї слід ґрунтувати на ризику гіпоксемії у пацієнта та досвіді виконавця.

Резюме доказів: П'ять РКВ показали, що додаткова подача кисню збільшує безпечний час апное (safe apnoea time) у новонароджених і немовлят та зменшує частоту гіпоксемії під час інтубації трахеї (Додаткова таблиця S6, <http://links.lww.com/EJA/A891>) [45–49]. Додатковий кисень можна подавати безпосередньо через пристрій, яким виконують маніпуляції на дихальних шляхах, — AirTraQ (Prodol Meditec S.A., Vizcaya, Spain), Truview (Truphatek International Ltd, Netanya, Israel), Oxiport (Truphatek International, Israel), — а також через назальний повітропровід або назальну канюлю. В одному РКВ, у якому вивчали застосування високопоточної назальної оксигенації (HFNO) перед оротрахеальною інтубацією у 251 пацієнта (медіана віку 28 тижнів) [46], частота успішної

оротрахеальної інтубації з першої спроби становила 50 % (62 зі 124 пацієнтів) за використання HFNO і 32 % (40 зі 127 пацієнтів) за стандартної допомоги (морфін і мідазолам, без HFNO). Обсерваційне дослідження виявило, що частота десатурації під час спроб інтубації трахеї у пацієнтів дитячого віку була значно нижчою, коли кисень подавали через назальну канюлю зі швидкістю 5 л хв⁻¹ [50]. РКВ, у якому порівнювали ефективність відеоларингоскопії та прямої ларингоскопії у новонароджених і немовлят, показало, що частота десатурації під час інтубації була низькою в обох групах [6]. Хоча дослідження було сплановане для порівняння прямої ларингоскопії з відеоларингоскопією, автори зазначили, що низьку частоту побічних явищ можна частково пояснити подачею додаткового кисню, яка подовжувала безпечний час апное [6,50]. Оптимальний потік кисню ще належить визначити; його слід повідомляти в л кг⁻¹ хв⁻¹, щоб оцінювати ефективність і уможливити порівняння [6,50]. Даних щодо передбачувано складних дихальних шляхів надзвичайно мало. Ми знайшли лише один опис клінічного випадку передчасно народженого новонародженого з множинними аномаліями дихальних шляхів і повторними спробами інтубації трахеї [51].

Трубка з манжетою чи без манжети як стандарт лікування?

РЕКОМЕНДАЦІЯ 1С

Безпечно застосовувати як трубки з манжетою (cuffed tube), так і трубки без манжети (uncuffed tube); трубки з манжетою — у дітей з масою тіла > 3 кг.

ТВЕРДЖЕННЯ ЩОДО КЛІНІЧНОЇ ПРАКТИКИ

Для безпечного застосування трубок з манжетою ми рекомендуємо дотримуватися інструкцій виробника — зокрема щодо розміру та тиску наповнення манжети, який має бути мінімальним, аби запобігти витоку повітря, і не перевищувати 20–30 см H₂O, — щоб зменшити ризик післяекстубаційного стридору. Анатомічні варіації, клінічний стан і ступінь недоношеності можуть виправдовувати застосування трубки без манжети.

Резюме доказів: Ендотрахеальні трубки з манжетою застосовують дедалі частіше у новонароджених, немовлят і дітей дошкільного віку; РКВ показують меншу кількість замін трубки для добору оптимального розміру без впливу на післяекстубаційні ускладнення (Додаткова таблиця S7, <http://links.lww.com/EJA/A891>) [52–54]. Вплив трубок з манжетою на частоту постінтубаційного стридору чи ускладнень у новонароджених залишається нез'ясованим через брак достатніх даних [54–56]. Ретроспективні дослідження та серії випадків указують на потребу пильно стежити за граничними значеннями тиску наповнення манжети [57–59]. Недостатньо даних, щоб підтримати рутинне застосування ендотрахеальної трубки з манжетою у дітей з масою тіла < 3 кг, де обмежувальним чинником є зовнішній діаметр трубки [58].

Що таке непередбачувано складна інтубація у новонароджених і немовлят?

ПРОПОЗИЦІЯ 2С

Ми пропонуємо визначати непередбачувано складну інтубацію (unanticipated difficult intubation) як «дві невдалі спроби інтубації трахеї» (two failed tracheal intubation attempts), щоб полегшити (i) порівняння між дослідженнями та (ii) оцінку ефективності втручань.

Резюме доказів: Потрібне стандартизоване визначення складної інтубації у новонароджених і немовлят, особливо коли складна інтубація не передбачена за даними анамнезу та фізикального обстеження. Розглянуто чотири великі проспективні обсерваційні бази даних, у всіх з яких складну інтубацію трахеї визначено як щонайменше дві невдалі спроби (Додаткова таблиця S8, <http://links.lww.com/EJA/A891>) [3,4,60,61]. Це визначення уможливить стандартизоване звітування в майбутніх дослідженнях.

Назальний чи оральний шлях інтубації трахеї у новонароджених і немовлят?

ТВЕРДЖЕННЯ ЩОДО КЛІНІЧНОЇ ПРАКТИКИ

З огляду на частоту успіху назальному шляху часто віддають перевагу у новонароджених, а оральному — у немовлят, проте даних, щоб рекомендувати назальний чи оральний шлях, обмаль. Якщо обрано назальний шлях, слід враховувати ризик кровотечі та підготовку носа місцевими судинозвужувальними засобами.

Резюме доказів: Даних, щоб рекомендувати переважний шлях інтубації, обмаль (Додаткова таблиця S9, <http://links.lww.com/EJA/A891>). У деяких закладах перевагу віддають назальній інтубації через легкість фіксації ендотрахеальної трубки, особливо коли очікується тривала інтубація [62].

Чи може надгортанний повітропровід бути альтернативою трахеальній трубці за складних дихальних шляхів або в екстрених ситуаціях?

РЕКОМЕНДАЦІЯ 1В

Ми рекомендуємо застосовувати надгортанний повітропровід для рятівної оксигенації та вентиляції, коли інтубація трахеї зазнала невдачі або коли вентиляція лицевою маскою неадекватна.

Резюме доказів: Усі дослідження — одноцентрові РКВ (Додаткова таблиця S10, <http://links.lww.com/EJA/A891>) [63–66]. Надгортанний повітропровід забезпечує оксигенацію та вентиляцію у новонароджених і немовлят як під час планового

оперативного втручання, так і під час реанімації, і його можна використовувати як альтернативу трахеальній трубці або вентиляції лицевою маскою. Частота тяжких побічних респіраторних явищ під час планового оперативного втручання була значно вищою за використання ендотрахеальної трубки, ніж за використання надгортанного повітропроводу, з відношенням ризиків (risk ratio, RR) 5,3 (95 % CI 1,6–17,4) [63]. Два РКВ за участю новонароджених віком 34 тижні показали, що надгортанні повітропроводи ефективніші за лицеву маску для оксигенації під час серцево-легеневої реанімації, що потенційно дає змогу уникнути потреби в інтубації трахеї [64,65]. В одному багатоцентровому РКВ повідомлено про меншу кількість спроб і швидше встановлення надгортанного повітропроводу порівняно з інтубацією трахеї (32 проти 66 с) [66].

Чи потрібен алгоритм інтубації трахеї (когнітивна допомога) для новонароджених і немовлят?

РЕКОМЕНДАЦІЯ 1С

Ми рекомендуємо розробити засновану на мультидисциплінарному консенсусі когнітивну допомогу (cognitive aid) з інтубації трахеї для новонароджених і немовлят, щоб гармонізувати клінічні практики, потенційно зменшити захворюваність і смертність, пов'язані з інтубацією трахеї, та уможливити оцінку віддалених результатів.

Резюме доказів: Два проспективні обсерваційні багатоцентрові дослідження (NECTARINE і NEAR4NEOS) повідомили про високу частоту складної інтубації трахеї та побічних явищ, пов'язаних з інтубацією трахеї, у новонароджених і немовлят (Додаткова таблиця S11, <http://links.lww.com/EJA/A891>) [3,67]. Висока варіабельність клінічних підходів могла сприяти високій частоті побічних явищ. У дослідженні NECTARINE повідомлено про часте застосування міорелаксантів (72,6 %) та обмежене використання відеоларингоскопії [3]. Практики, незалежно пов'язані зі зменшенням кількості побічних явищ у реєстрі NEAR4NEOS, охоплювали відеоларингоскопію (OR 0,46; 95 % CI 0,28–0,73) та нейром'язову блокаду (OR 0,38; 95 % CI 0,25–0,57) [67]. Проспективне багатоцентрове дослідження, покликане вивчити переваги міорелаксантів, було припинено достроково через брак фінансування, що зумовило недостатню статистичну потужність [21].

РІСО 4. Забезпечення прохідності складних дихальних шляхів

Що має бути золотим стандартом забезпечення прохідності передбачувано складних дихальних шляхів і кого слід залучати?

ТВЕРДЖЕННЯ ЩОДО КЛІНІЧНОЇ ПРАКТИКИ

За передбачувано складних дихальних шляхів слід мати в наявності щонайменше один тип відеоларингоскопа, гнучкого інтубаційного ендоскопа (flexible intubating scope) або ригідного чи напівригідного ендоскопа (rigid or semirigid scope), включно з розмірами, що відповідають віку пацієнта, — окрім обладнання, яке використовують рутинно, зокрема надгортанних повітропроводів і лицевих масок.

Резюме доказів: Універсального рішення, придатного для всіх, у забезпеченні прохідності складних дихальних шляхів у новонароджених і немовлят не існує. У будь-якій зоні надання медичної допомоги, де немовлятам може знадобитися респіраторна підтримка, слід забезпечити негайну доступність усталеного обладнання для штучної вентиляції мішком Амбу, засобів для відкриття верхніх дихальних шляхів (орофарингеальних або назальних повітропроводів), надгортанних повітропроводів, аспіраційних катетерів, ларингоскопів і ендотрахеальних трубок відповідних розмірів. Кожен інструмент, яким послуговуються при складних дихальних шляхах, має обмеження в певних ситуаціях. Оскільки причина складності дихальних шляхів у кожного пацієнта своя, конкретне анатомічне обмеження неминуче диктує, який саме з наявних типів пристроїв доведеться застосувати.

РЕКОМЕНДАЦІЯ 1С

Ми рекомендуємо обмежувати кількість спроб інтубації трахеї, повторно оцінюючи клінічний стан і розглядаючи після кожної спроби зміну методики, зміну виконавця або обидва варіанти.

ТВЕРДЖЕННЯ ЩОДО КЛІНІЧНОЇ ПРАКТИКИ

Після чотирьох спроб лікарям слід розглянути припинення спроб інтубації та пробудження пацієнта, якщо це можливо.

Резюме доказів: Багаторазові спроби інтубації трахеї однією й тією самою методикою підвищують імовірність ускладнень і можуть спричинити набряк дихальних шляхів або кровотечу. Це знижує шанс на успіх наступних спроб як тією самою, так і іншими методиками (Додаткова таблиця S12, <http://links.lww.com/EJA/A891>). Одноцентровий ретроспективний аналіз 1341 інтубації у здорових немовлят під час рутинних оперативних втручань виявив підвищений ризик гіпоксемії за багаторазових спроб

інтубації: OR 1,78; 95 % CI 1,30–2,43 [68]. У проспективному обсерваційному одноцентровому дослідженні, що охопило 171 інтубацію у відділеннях інтенсивної терапії новонароджених, виконання понад двох інтубацій було визначено єдиним незалежним чинником ризику несприятливих результатів (брадикардія, гіпотензія або гіпертензія): OR 6,7; 95 % CI 1,3–33,6 [69]. Порівнянні результати наведено в ретроспективному аналізі міжнародної багатоцентрової бази даних щодо інтубацій новонароджених з приводу дихальної недостатності [70]. Для тяжких побічних явищ дві спроби мали OR 1,6, а три і більше спроб — OR 1,8. Тому після першої невдалої спроби необхідно негайно залучити додатковий персонал, який має спеціальний досвід у забезпеченні прохідності дихальних шляхів, а також допоміжні пристрої.

ТВЕРДЖЕННЯ ЩОДО КЛІНІЧНОЇ ПРАКТИКИ

Доказів недостатньо, щоб рекомендувати, яких пацієнтів слід інтубувати з гіперкутовими клинками. Проте у випадках, коли стандартні клинки виявляються неефективними, а дихальні шляхи складні (передньо розташована гортань (anterior larynx), підозра на травму шийного відділу хребта або обмежена рухливість), наступним кроком слід обрати альтернативну розширену методику, зокрема застосування гіперкутових клинків зі стилетом, фібробронхоскопію або ригідну бронхоскопію — окремо чи в поєднанні з відеоларингоскопією — або фібробронхоскопію через надгортанний повітропровід.

Резюме доказів: Коли звичайна пряма ларингоскопія не забезпечує достатнього огляду голосової щілини для інтубації трахеї, відеоларингоскопію зазвичай застосовують як першу розширену методику. Відеоларингоскопи з гіперкутовими (нестандартними) клинками часто мають перевагу у візуалізації голосової щілини, коли клинки звичайної форми (стандартні) виявляються неефективними [71–73]. Частота успішної інтубації у немовлят і новонароджених різниться залежно від типу застосованого відеоларингоскопа. Частота успішної інтубації відеоларингоскопами з гіперкутовими клинками нижча, ніж відеоларингоскопами з клинком Міллера. За звичайної прямої ларингоскопії добрий огляд голосової щілини зазвичай асоціюється з легкою інтубацією. Це може бути не так під час непрямої відеоларингоскопії, особливо коли використовують гіперкутовий клинок [74–77]. Оскільки відеоларингоскопія забезпечує повний огляд голосової щілини без вирівнювання ротової та трахеальної осей, проведення ендотрахеальної трубки може бути складнішим. Особливо це стосується гіперкутового клинка, який спричиняє більше розходження ротової та трахеальної осей і довший та більш зігнутий шлях проведення ендотрахеальної трубки в трахею. Через це застосування стилета з відеоларингоскопом, що має гіперкутовий клинок, є обов'язковим. Це може призводити до збільшення часу, потрібного на інтубацію трахеї, і до нижчої загальної частоти успіху, особливо в дітей малого віку [71,72,78–84]. Описано модифікацію форми стилета шляхом додавання кута 15° при використанні гіперкутового клинка [85,86]. На підставі цих доказів іншими альтернативними методиками, які вивчали в цій популяції для інтубації трахеї за складної

прямої ларингоскопії, є фібробронхоскопія, інтубація через надгортанний повітропровід або поєднане застосування відеоларингоскопії з фібробронхоскопією. Дані реєстру Pediatric Difficult Intubation Registry (Реєстр складної інтубації у дітей) свідчать, що ці розширені методики мають подібну частоту успіху, тож рекомендувати якусь одну методику неможливо. Вибір методики інтубації залежатиме від доступного обладнання, досвіду лікаря-клініциста, який веде пацієнта, та анатомії дихальних шляхів пацієнта. Важливо, щоб лікарі-практики не наполягали на методиках, які не спрацьовують, і щоб альтернативу застосовували на ранньому етапі, оскільки тяжкі ускладнення, пов'язані із забезпеченням прохідності дихальних шляхів, виникають саме за повторних спроб ларингоскопії та інтубації.

РЕКОМЕНДАЦІЯ 1С

Ми рекомендуємо застосовувати стилет для укріплення та попереднього моделювання форми ендотрахеальних трубок, коли використовують гіперкутовий клинок ларингоскопа або коли гортань розташована анатомічно спереду.

ТВЕРДЖЕННЯ ЩОДО КЛІНІЧНОЇ ПРАКТИКИ

Рутинне застосування стилета для підвищення частоти успішної інтубації трахеї початківцями та лікарями-стажистами не може бути рекомендоване при виконанні ларингоскопії зі стандартними клинками. Резинові еластичні катетери відповідного розміру можна застосовувати, щоб полегшити складну інтубацію або спрямувати введення трубки.

Резюме доказів: Застосування стилета під час ларингоскопії зі стандартними клинками для укріплення чи попереднього моделювання форми ендотрахеальної трубки, вочевидь, не підвищує частоту успішної інтубації трахеї у новонароджених і немовлят і може бути травматичним для їхніх дихальних шляхів (Додаткова таблиця S13, <http://links.lww.com/EJA/A891>). Ретроспективний аналіз понад 5000 інтубацій новонароджених, одне РКВ і два метааналізи (з низькою якістю доказів) не виявили переваг щодо частоти успіху з першої спроби чи щодо ускладнень залежно від того, застосовували стилет чи ні [55,58,87,88]. Проте стилет або резиновий еластичний катетер може бути необхідним, якщо потрібне укріплення чи сильніше згинання ендотрахеальної трубки або коли гортань розташована анатомічно спереду і згинання ендотрахеальної трубки є необхідним для полегшення інтубації [85,89].

РЕКОМЕНДАЦІЯ 1С

Ми рекомендуємо фібробронхоскопію назальним шляхом у разі обмеженого відкривання рота.

ТВЕРДЖЕННЯ ЩОДО КЛІНІЧНОЇ ПРАКТИКИ

Гнучку оптоволоконну інтубацію трахеї можна виконувати через надгортанний повітропровід, спеціально сконструйовану лицеву маску або через одну ніздрю, тоді як у другій ніздрі для оксигенації встановлено назофарингеальну трубку. Інтубація через спеціальну лицеву маску може бути легшою, особливо для лікарів-стажистів чи початківців, а також коли її виконують назальним шляхом. Інший виконавець може допомагати з вентиляцією маскою під час інтубації. Якщо надгортанний повітропровід не використовують, лікарі-стажисти та початківці можуть обрати назальний шлях для оптоволоконної інтубації, якщо немає протипоказань, під наглядом досвідченого лікаря.

Резюме доказів: У більшості ситуацій із забезпеченням прохідності складних дихальних шляхів застосування фібробронхоскопа є придатним рішенням для інтубації трахеї (Додаткова таблиця S14, <http://links.lww.com/EJA/A891>). Альтернатив немає, якщо потрібна повністю візуалізована трансназальна інтубація трахеї або якщо відкривання рота різко обмежене. Назальний шлях легший для менш досвідчених лікарів-стажистів завдяки простішому проведенню ендоскопа порівняно з оральним шляхом [90].

ПРОПОЗИЦІЯ 2С

Ми пропонуємо застосовувати ригідний бронхоскоп як розширену методику, коли вхід у гортань перекритий набряком, а також у випадках стенозу чи компресії верхніх дихальних шляхів або вродженого чи післяопераційного звуження або звивистості трахеї. За потреби слід залучити мультидисциплінарну команду (зокрема отоларинголога).

Резюме доказів: Гнучкі інтубаційні оптоволоконні ендоскопи не є єдиним найкращим рішенням для всіх проблем із дихальними шляхами в педіатричних пацієнтів через їхні принципові обмеження: обмежене поле зору, перешкоди з боку кровотечі та секрету, а також гнучкість самого пристрою, оскільки керувати можна лише кінчиком бронхоскопа. Якщо бронхоскоп потрібно провести через вузький простір, наприклад при стенозі гортані або обструкції трахеї, застосування ригідного ендоскопа може бути вигіднішим. Якщо на ригідний ендоскоп заздалегідь надіто ендотрахеальну трубку, його можна використати, щоб провести цю трубку за межі стенозу. У випадках протяжного стенозу трахеї —

наприклад, при позапросвітній компресії новоутворенням середостіння — може знадобитися встановлення ригідного бронхоскопа. Це дає змогу пройти вузьку ділянку, шинуючи дихальні шляхи у відкритому стані й водночас забезпечуючи вентиляцію через бічний порт [78,91–95]. Головним обмеженням ригідних і напівригідних ендоскопів є можлива складність вирівнювання ротової та трахеальної осей, наприклад у випадках різко обмеженого відкривання рота або різко обмеженої ретрофлексії голови [96–98]. У дослідженні за участю 26 дітей (12 з них — немовлята) зі складними дихальними шляхами повідомлено про швидшу інтубацію напівригідним ендоскопом порівняно з оптоволоконним (52 проти 83 с) (Додаткова таблиця S15, <http://links.lww.com/EJA/A891>) [97].

ТВЕРДЖЕННЯ ЩОДО КЛІНІЧНОЇ ПРАКТИКИ

Після індукції загальної анестезії, коли інтубація трахеї виявляється невдалою, оксигенація та вентиляція через надгортанний повітропровід або лицеву маску різко утруднені чи неможливі, а спонтанне дихання відновити не вдається, слід виконати хірургічну трахеотомію. Серед кількох описаних методик бракує доказів переваги однієї над іншою. Хірургічна крикотиреотомія та черезшкірна голкова крикотиреотомія не є придатними варіантами в новонароджених і немовлят: перша — тому що малий розмір перснещитоподібної мембрани, найімовірніше, унеможливить введення ендотрахеальної трубки, а друга — через несприятливу анатомію.

ТВЕРДЖЕННЯ ЩОДО КЛІНІЧНОЇ ПРАКТИКИ

За наявності відповідного фахового досвіду та обладнання екстракорпоральну мембранну оксигенацію (extracorporeal membrane oxygenation, ЕСМО) можна розглянути як рятівне втручання при складних дихальних шляхах, коли пробудження пацієнта не є можливим варіантом. Проте доказів на підтримку такої рекомендації бракує, тож рішення про застосування ЕСМО та його час визначають локальні настанови.

Резюме доказів: Наявна література не дає чітких вказівок щодо того, як і коли виконувати екстрений передній доступ до дихальних шляхів на шиї (emergency front-of-neck access, eFONA), тобто доступ до трахеї, як життєрятувальне втручання в новонароджених і дітей малого віку. Малий розмір перснещитоподібної мембрани несумісний із хірургічною чи черезшкірною крикотиреотомією у новонароджених і немовлят, а стисливість трахеї робить черезшкірний доступ відносно непрактичним. Тому перевагу слід віддавати трахеостомії [99]. Навіть за максимального розгинання голови та шиї поєднання високого розташування гортані на шиї та співвідношення між нижньою щелепою і трахеєю змушує виконувати черезшкірний доступ до дихальних шляхів під дуже гострим кутом, що призводить до компресії трахеї та ризику перфорації задньої стінки з подальшими проблемами, які спричиняють загальну невдачу. В одному педіатричному описі клінічного випадку йшлося про потребу врятувати прохідність

дихальних шляхів хірургічним доступом після невдалої черезшкірної крикотиреотомії [100]. На підставі небагатьох доказів ми пропонуємо вважати хірургічну трахеостомію переважним варіантом екстреного доступу до трахеї у новонароджених і немовлят [101,102]. Доступ до трахеї забезпечують трахеостомічною трубкою або стандартною ендотрахеальною трубкою з манжетою відповідного до віку розміру. Цю процедуру слід виконувати найкомпетентнішому з наявних лікарів. Слід розглянути скоординований підхід мультидисциплінарної команди. Локальним лідерам з питань дихальних шляхів слід підготувати стандартну операційну процедуру, спираючись на власний специфічний фаховий досвід і на доступність інших залучених спеціальностей у своїх закладах.

ТВЕРДЖЕННЯ ЩОДО КЛІНІЧНОЇ ПРАКТИКИ

Немає доказів, які підтверджували б або спростовували перевагу певного місця (операційна чи відділення інтенсивної терапії) для забезпечення прохідності складних дихальних шляхів за умови наявності належного фахового досвіду, обладнання та лікарських засобів для ведення передбачувано і непередбачувано складних дихальних шляхів.

Резюме доказів: Ми не знайшли доказів на користь певного місця для забезпечення прохідності складних дихальних шляхів — ані під час інтубації трахеї, ані під час екстубації. Проте, оскільки фаховий досвід, обладнання та лікарські засоби є обов'язковими для безпечного ведення, операційна має все це негайно доступним.

РІСО 5. Підтвердження інтубації трахеї

Яку методику слід використовувати для підтвердження успішної інтубації трахеї та правильного положення трубки в новонароджених і немовлят?

РЕКОМЕНДАЦІЯ 1С

Ми рекомендуємо негайно перевіряти успішність інтубації як за допомогою клінічної оцінки (двобічні та симетричні дихальні шуми), так і за концентрацією вуглекислого газу в кінці видиху (EtCO₂) зі стійкими кривими EtCO₂. У випадках складної інтубації або складних пацієнтів для підтвердження успішної інтубації трахеї слід розглянути застосування відеоларингоскопії для повторного огляду в поєднанні з кривими EtCO₂ та ультразвукографією.

Резюме доказів: Велике багатоцентрове ретроспективне обсерваційне дослідження, яке охопило всі педіатричні вікові групи (< 18 років), порівняло ефективність хвильової капнографії (кількісне вимірювання EtCO₂ з побудовою кривої) та колориметричного визначення CO₂ у підтвердженні інтубації трахеї, проте не виділяло немовлят в окремий

аналіз [103]. У цьому дослідженні не виявлено значущої різниці між двома методиками за первинними кінцевими точками — інтубація стравоходу із запізнілим розпізнаванням, зупинка серця або десатурація, — однак його визнано таким, що має недостатню статистичну потужність.

У двох обсерваційних дослідженнях проаналізовано застосування ультрасонографії в дітей, зокрема в немовлят [104,105]. В обох використовували ультразвук для швидкого підтвердження й оцінювали передню поверхню шиї на рівні перснещитоподібної мембрани, щоб виявити інтубацію трахеї або ненавмисну інтубацію стравоходу. В одному дослідженні додали ще дві точки оцінювання на передній грудній стінці на рівні кожного соска вздовж середньоключичної лінії для перевірки ковзання легені (lung sliding) [104]. Референтним компаратором слугували капнографія — для підтвердження успішної інтубації — та рентгенографія органів грудної клітки — для підтвердження правильного розташування ендотрахеальної трубки. Як триточкова, так і одноточкова ультрасонографічна оцінка мали 100 % чутливість і специфічність щодо успішної інтубації. У дослідженні з одноточною оцінкою капнографія не виявила правильного розташування у двох пацієнтів (17-річного та 3-місячного) і не розпізнала інтубацію стравоходу (у 2-місячного пацієнта), але їх правильно виявила ультрасонографія [105]. У триточковому дослідженні також оцінювали ендобронхіальну інтубацію порівняно з інтубацією трахеї: чутливість і специфічність ультрасонографії становили 86 % (95 % CI 56,7–96,0 %) та 98 % (95 % CI 94,8–99,5 %) відповідно [104]. Узгодженість між дослідниками (interobserver agreement) щодо ультрасонографії в триточковому дослідженні була високою. Медіана тривалості виконання ультрасонографії становила 11 с (міжквартильний розмах, IQR: 10–17 с) проти 12 хв (IQR: 9–16 хв) для рентгенографії органів грудної клітки в триточковому дослідженні та 17 с (95 % CI: 12,9–21,2 с) проти 14 хв (95 % CI 12,3–15,8 хв) — в одноточковому.

Одне РКВ та одне обсерваційне дослідження в новонароджених порівнювали застосування монітора функції дихання (respiratory function monitor), який вимірює потоки газу, тобто криві потоку, — відповідно з хвильовою капнографією та з колориметричним визначенням EtCO₂ [106,107]. Обидва дослідження показали, що криві потоку були точними та швидшими в оцінюванні правильного розташування ендотрахеальної трубки, тоді як EtCO₂ не виявляв CO₂ у 16–31 % успішних інтубацій, що призводило до непотрібних реінтубацій. Для аналізу кривих потоку потрібне під'єднання до сучасного апарата штучної вентиляції легень та відповідна кваліфікація. Збої EtCO₂ можуть посилюватися в мікронедоношених новонароджених через малий об'єм видихуваного CO₂, який до того ж розводиться в газовому потоці лінії забору газу (sampling line).

Насамкінець настанови щодо нерозпізнаної інтубації стравоходу пропонують рутинне застосування відеоларингоскопії, щоб забезпечити комунікацію в команді та вербалізацію правильного положення трубки. Хоча ці настанови стосуються інтубації дорослих, певною мірою їх можна застосувати до новонароджених і немовлят, у яких правильну інтубацію

трахеї слід підтверджувати швидко, щоб уникнути гіпоксемії [108]. Включені статті узагальнено в додатковій таблиці S16, <http://links.lww.com/EJA/A891>.

ПРОПОЗИЦІЯ 2С

Ми пропонуємо перевіряти оптимальне положення ендотрахеальної трубки в трахеобронхіальному дереві у складних пацієнтів або в пацієнтів зі стійкою клінічною нестабільністю за допомогою рентгенографії органів грудної клітки, візуалізації карини фібробронхоскопом, ультрасонографії грудної клітки або всіх цих методів разом.

Резюме доказів: Неправильне положення ендотрахеальної трубки в немовлят може призводити до життєзагрозливих ускладнень, зокрема гіпоксемії, пневмотораксу та ненавмисної екстубації [109,110]. Метод оцінювання належної глибини введення ендотрахеальної трубки в новонароджених вивчено докладно (додаткова таблиця S17, <http://links.lww.com/EJA/A891>). Попри те що рентгенографію органів грудної клітки в передньо-задній проєкції вважають золотим стандартом для визначення правильного положення кінчика ендотрахеальної трубки, [106,111,112] цей метод має обмеження, зокрема відсутність негайного результату, брак чітких настанов щодо інтерпретації та променеве навантаження. Широко вживане «правило 7-8-9» (7 см біля губ для 1 кг, 8 см для 2 кг, 9 см для 3 кг), відоме також як правило «маса + 6» у доношених немовлят, [113] може завищувати глибину введення ендотрахеальної трубки в передчасно народжених немовлят [111,114]. Формули на основі гестаційного віку та назотрагальної відстані (nasotragal length) було запропоновано для оцінювання глибини кінчика ендотрахеальної трубки в немовлят, особливо в недоношених новонароджених і новонароджених з низькою масою тіла при народженні, проте з неоднозначними результатами [115–120].

Оскільки ультрасонографія набула більшої популярності, її вивчали з метою визначення прогностичної цінності порівняно з рентгенографією органів грудної клітки [112]. У двох обсерваційних дослідженнях у новонароджених, у яких оцінювали доцільність застосування ультрасонографії для підтвердження положення ендотрахеальної трубки в трахеобронхіальному дереві, компаратором слугувала рентгенографія органів грудної клітки, виконана перед ультрасонографією [111,112]. Хоча обидва дослідження мали малу кількість учасників, вони встановили, що ультрасонографія придатна для оцінювання положення ендотрахеальної трубки в новонароджених без анатомічної патології шиї чи грудної клітки. Хоча рентгенографія органів грудної клітки не дає негайного підтвердження, вона залишається чинним золотим стандартом.

РІСО 6. Стратегії екстубації трахеї

Яка найкраща стратегія безпечної екстубації у новонароджених і немовлят після складної інтубації — передбачуваної чи непередбачуваної?

ПРОПОЗИЦІЯ 2С

Ми пропонуємо оцінювати клінічні ознаки, такі як співдружний погляд, гримаса обличчя, розплющування очей і цілеспрямовані рухи, для прогнозування успішної екстубації у свідомості (awake extubation). Якщо його можна виміряти, дихальний об'єм $> 5 \text{ мл кг}^{-1}$ може підтверджувати готовність до екстубації.

ТВЕРДЖЕННЯ ЩОДО КЛІНІЧНОЇ ПРАКТИКИ

Слід забезпечити негайну доступність обладнання для реінтубації при кожній екстубації трахеї, особливо у випадках складної інтубації трахеї або попередньої невдалої екстубації. Слід враховувати конкретну патологію дихальних шляхів, анатомічну причину складної інтубації (тобто набряк дихальних шляхів) і кількість спроб інтубації.

Резюме доказів: Хоча літератури щодо екстубації трахеї у немовлят зі складними дихальними шляхами обмаль, у дослідженнях визначено предиктори успішної екстубації у немовлят без складних дихальних шляхів після загальної анестезії. В одному проспективному когортному дослідженні наголошено на багатофакторному підході, що охоплює такі чинники, як співдружний погляд, гримаса обличчя, розплющування очей, цілеспрямовані рухи та дихальний об'єм $> 5 \text{ мл кг}^{-1}$, для прогнозування успішної екстубації трахеї у педіатричних хірургічних пацієнтів без аномалій дихальних шляхів після анестезії леткими анестетиками (Додаткова таблиця S18, <http://links.lww.com/EJA/A891>) [121]. Наявних доказів недостатньо, щоб рекомендувати застосування трубнообмінників (tube exchanger) у новонароджених і немовлят (під час екстубації), коли лікар-клініцист очікує складну реінтубацію.

ПРОПОЗИЦІЯ 1С

Ми пропонуємо застосовувати інтраопераційні кортикостероїди, небулізований епінефрин або обидва засоби для профілактики та лікування післяекстубаційного стридору, якщо мали місце значні маніпуляції на дихальних шляхах.

Резюме доказів: В одному РКВ, у якому вивчали профілактику та лікування післяекстубаційної обструкції дихальних шляхів у дітей [122], показано сприятливу роль небулізованого L-епінефрину без очевидного ефекту «доза — відповідь» [122].

Систематичний огляд і метааналіз, у якому проаналізовано ефективність кортикостероїдів у профілактиці післяекстубаційного стридору та невдачі екстубації, підтвердив доцільність інтраопераційного застосування кортикостероїдів (Додаткова таблиця S19, <http://links.lww.com/EJA/A891>) [123].

РЕКОМЕНДАЦІЯ 1B

Ми рекомендуємо застосовувати HFNO, CPAP або NIPPV для післяекстубаційної респіраторної підтримки, коли це клінічно доцільно.

Резюме доказів: Після екстубації трахеї існують переконливі докази на користь застосування NIPPV для зниження частоти невдач екстубації та реінтубації протягом 48 год [124–127]. Метод HFNO набув популярності як засіб післяекстубаційної респіраторної підтримки у передчасно народжених новонароджених. Хоча в деяких дослідженнях не вдалося показати перевагу над NIPPV щодо запобігання реінтубації, зростає кількість доказів щодо порівнянних сприятливих ефектів HFNO та назального CPAP як післяекстубаційної респіраторної підтримки з меншим ризиком травми носа [128–133]. Підсумок включених статей наведено в Додатковій таблиці S20, <http://links.lww.com/EJA/A891>.

Чи слід виконувати екстубацію трахеї або видалення повітропроводу на тлі глибокої анестезії, чи коли пацієнт у свідомості?

ТВЕРДЖЕННЯ ЩОДО КЛІНІЧНОЇ ПРАКТИКИ

Рішення про видалення надгортанного повітропроводу або ендотрахеальної трубки на тлі глибокої анестезії у новонароджених і немовлят з метою мінімізації загальних ускладнень з боку дихальних шляхів має залежати від таких чинників:

- a. досвід анестезіолога;
- b. ускладнення з боку дихальних шляхів (наприклад, бронхоспазм або ларингоспазм) під час індукції анестезії, або складна чи травматична інтубація, або вентиляція лицевою маскою;
- c. загальний ризик ускладнень з боку дихальних шляхів та їхньої реактивності — наприклад, наявність інфекції верхніх або нижніх дихальних шляхів, астма, аномалії дихальних шляхів, новоутворення, знижений легеневий резерв кисню, торакоабдомінальна асинхронія, частота дихання, співдружній погляд, тонус глотки, висока потреба в кисні;
- d. інші супутні захворювання та чинники ризику (наприклад, кардіальні, метаболічні, сепсис, наявна або перенесена недоношеність);
- e. тип оперативного втручання (наприклад, щелепно-лицева або черепно-лицева, оториноларингологічна (ear–nose–throat, ENT), нейрохірургічна або пластична хірургія) і тип анестезії (тотальна внутрішньовенна анестезія або інгаляційна анестезія); [134]
- f. високий ризик аспірації шлункового вмісту в легені (ургентне оперативне втручання);
- g. наявність ресурсів і резервного забезпечення для гарантування загальної безпеки дитини;
- h. повне відновлення після седативних засобів і міорелаксантів.

Резюме доказів: Раннє видалення надгортанного повітропроводу в дітей під загальною анестезією часто обстоюють, щоб знизити ризик ларингоспазму, кашлю, обструкції або активації дихальних шляхів, десатурації чи гемодинамічної нестабільності, а також щоб підвищити оборот операційної та її ефективність. Однак у літературі часто не розмежовують екстубацію на тлі глибокої анестезії (deep extubation) та екстубацію у свідомості (Додаткова таблиця S21, <http://links.lww.com/EJA/A891>). У систематичному огляді Cochrane оцінено 15 РКВ, з яких 10 були проведені виключно в дітей, а одне охоплювало як дорослих, так і дітей [135]. Усі випробування мали змішану популяцію дітей віком від немовлят до 18 років і передбачали використання LMA Classic® для планової загальної анестезії. Доказів на користь або проти раннього чи пізнього видалення надгортанного повітропроводу для зниження ризику ларингоспазму та десатурації виявилось недостатньо. Однак раннє видалення асоціювалося з вищим ризиком обструкції

дихальних шляхів (відносний ризик, relative risk, RR 2,82; 95 % CI 1,28–6,22). Аналізи підгруп за віком мали недостатню статистичну потужність, попри більшу частку педіатричних випробувань. У невеликому РКВ не вдалося виявити різницю між видаленням надгортанного повітропроводу у свідомості та на тлі глибокої анестезії в дітей (середній вік 33 місяці), проте воно мало недостатню статистичну потужність [136]. У систематичному огляді доцільність екстубації трахеї у свідомості або на тлі глибокої анестезії оцінено в 1881 дитини у 17 РКВ, з яких у шести випробуваннях оцінювали екстубацію трахеї, а в 11 РКВ — видалення надгортанного повітропроводу [137]. У більшості досліджень популяція була змішаною за віком, і лише одне охоплювало немовлят. При екстубації на тлі глибокої анестезії ризик загальних ускладнень з боку дихальних шляхів був нижчим (OR 0,56; 95 % CI 0,33–0,96), як і ризик кашлю (OR 0,30; 95 % CI 0,12–0,72) та десатурації (OR 0,49; 95 % CI 0,25–0,95). Ризик обструкції дихальних шляхів у дітей при екстубації на тлі глибокої анестезії був вищим (OR 3,38; 95 % CI 1,69–6,73), однак значущої різниці щодо ларингоспазму, десатурації чи затримки дихання не було, незалежно від типу повітропроводу; водночас екстубація на тлі глибокої анестезії, вочевидь, знижувала ризик кашлю при використанні ендотрахеальної трубки, але не надгортанного повітропроводу.

Wake Up Safe — міжінституційна організація з безпеки пацієнтів у педіатричній анестезіології та реєстр покращення якості — опублікувала найбільшу серію побічних явищ, пов'язаних із видаленням повітропроводів на тлі глибокої анестезії в дітей віком від 7 тижнів до 19 років [138]. З 3652 подій 66 відповідали критеріям включення; найпоширенішими були ларингоспазм (55 %), обструкція дихальних шляхів (11 %), блювання (8 %), апное (6 %) та бронхоспазм (6 %). Дві події призвели до зупинки серця, одна з них — до смерті. Загалом 19 респіраторних випадків завершилися зупинкою серця, з них 15 вважали такими, яким можна було запобігти.

У Таблиці 2 узагальнено ситуації та дії, які слід розглянути, якщо очікується складна екстубація.

Людський чинник і компетенції з педіатричних дихальних шляхів

Який вплив має людський чинник?

ТВЕРДЖЕННЯ ЩОДО КЛІНІЧНОЇ ПРАКТИКИ

Усунення помилок, пов'язаних із людським чинником, а також покращення комунікації та командної роботи може зменшити шкоду для пацієнта.

Подібно до інших складних систем із частими взаємодіями «людина — людина» та «людина — машина», побічні явища в анестезіології зазвичай виникають унаслідок непередбачуваних поєднань людських та організаційних збоїв [139]. Низка складників

людського чинника є критично важливими для безпеки анестезії, зокрема командна робота, комунікація, ситуаційна обізнаність, людська помилка, культурні чинники та ієрархія [140–143]. Когнітивні процеси в ухваленні рішень і такі когнітивні чинники, як надмірна самовпевненість, помилки фіксації (fixation errors) та неприйняття втрат (loss aversion), відіграють вирішальну роль в ухваленні рішень у динамічному та складному анестезіологічному середовищі [144]. Наприклад, помилки фіксації — такі як зосередження на інтубації трахеї замість оксигенації — можуть робити внесок у захворюваність і смертність, пов'язані з анестезією [145]. Лікарі можуть побоюватися втрати репутації та вперто продовжувати застосовувати методiku, яка не спрацьовує, замість того щоб звернутися по допомогу (неприйняття втрат). Людський чинник відігравав роль у кожному інциденті, повідомленому до 4-го Національного аудиторського проєкту (4th National Audit Project, NAP4) Королівського коледжу анестезіологів (Royal College of Anaesthetists) і Товариства складних дихальних шляхів (Difficult Airway Society, DAS) [146].

Жодне дослідження не вивчало цілеспрямовано вплив людського чинника на забезпечення прохідності дихальних шляхів у новонароджених і немовлят. Проте ретроспективний огляд показав, що людський чинник відігравав роль у 42,5 % інцидентів в операційній у педіатричній анестезіології, з яких 52,2 % були інцидентами з боку дихальних шляхів або дихання [147]. Найчастішими були помилки судження (43 %), невиконання перевірки (17,8 %), технічні помилки виконання навички (9,2 %), недосвідченість (7,7 %), неуважність або відволікання (5,6 %) і проблеми комунікації (5,6 %) [147]. Найпоширенішими задіяними механізмами були помилки на рівні правил (28,0 %) та латентні (системні) помилки (24,9 %) [147]. Інші дослідження виявили подібні цифри: людський чинник робив внесок у понад половину всіх критичних інцидентів у педіатричній анестезіології (58,5 %), і понад половина критичних інцидентів були респіраторними подіями або подіями з боку дихальних шляхів [148]. Одне проспективне обсерваційне дослідження показало, що людські чинники, такі як збої комунікації та координації, відігравали роль у багатьох (не пов'язаних із дихальними шляхами) побічних явищах у педіатричній кардіоанестезіології, хоча процеси когнітивної компенсації пом'якшували багато помилок [149]. В умовах неонатальної інтенсивної терапії стрес команди був асоційований із побічними явищами під час інтубації трахеї, [150] а збільшення кількості спостерігачів підвищувало стрес лікаря-стажиста під час симульованої неонатальної інтубації [151].

Загалом проблеми організаційного або системного рівня, ймовірно, легше піддаються цілеспрямованому впливу, ніж збої чи небезпечні дії окремих осіб [139]. Для клінічних команд доведено, що командний тренінг на основі симуляції покращує ефективність роботи команди в педіатричних невідкладних ситуаціях [152]. Розроблено інструменти оцінювання технічних і поведінкових навичок команди, однак залишається незрозумілим, чи можуть вони допомогти покращити результати. Знання про помилки, пов'язані з людським чинником, не зменшує їхньої частоти, і системні зміни залишаються найкращим способом пом'якшити переважну більшість індивідуальних помилок.

Чи потрібна спеціальна навчальна програма з педіатричних дихальних шляхів?

ТВЕРДЖЕННЯ ЩОДО КЛІНІЧНОЇ ПРАКТИКИ

Забезпечення прохідності дихальних шляхів у дітей потребує специфічного набору навичок і структурованого навчання. Набуття та підтримання навичок за допомогою симуляційного тренінгу неонатальної інтубації рекомендовано тоді, коли практичний досвід у неонатальній практиці недостатньо частий.

Порівняно з дорослими, діти мають підвищений періопераційний ризик із вищою частотою побічних явищ, пов'язаних із забезпеченням прохідності дихальних шляхів, у новонароджених і немовлят [3,67,153]. Дослідження APRICOT — проспективне обсерваційне багатоцентрове когортне дослідження, що охопило загалом 30 874 дитини, зокрема 361 (1,2 %) новонародженого та 2912 (9,4 %) немовлят, — виявило частоту тяжких періопераційних критичних подій у 5,2 % дітей, з вищою частотою в дітей молодшого віку та зі сприятливим впливом досвіду й рівня кваліфікації команди [153]. Серед цих критичних подій високу частку становили респіраторні критичні події, а п'ятеро з дев'яти дітей, у яких сталася зупинка серця, були віком < 1 року [153]. Також повідомлено про обернений зв'язок між частотою ускладнень і кількістю випадків педіатричної анестезії на рік, які виконує анестезіолог [154].

Щодо забезпечення прохідності дихальних шляхів, аналіз реєстру NEAR4NEOS виявив асоціацію між рівнем підготовки та результатами неонатальної інтубації: частота успіху з першої спроби становила 23 % для лікарів-резидентів, 53 % для клінічних ординаторів (fellows) і 60 % для лікарів-консультантів (consultants) [155]. Подібні дані з вищими показниками успіху та меншою кількістю побічних явищ за вищого рівня підготовки повідомлено для відділень педіатричної інтенсивної терапії. Дані реєстру NEAR4KIDS також вказали на значуще покращення частоти успіху інтубації трахеї з першої спроби для клінічних ординаторів відділень інтенсивної терапії протягом їхньої субспеціалізації поряд зі зменшенням побічних явищ, пов'язаних з інтубацією трахеї. Цікаво, що не було значущої різниці в побічних явищах, пов'язаних з інтубацією трахеї, у першому кварталі порівняно з рештою навчального року [156]. Нарешті, досліджено окремі методики: оральна інтубація фібробронхоскопом у дітей віком < 2 років була значно швидшою, коли її виконували експерти, порівняно з лікарями-резидентами [90].

Добре відомо, що ускладнення зростають зі збільшенням кількості маніпуляцій на дихальних шляхах і спроб інтубації [153]. Ці дані демонструють кращі результати за вищого рівня підготовки лікаря.

Жодне дослідження не оцінювало безпосередньо, чи є навички забезпечення прохідності дихальних шляхів переносними з дорослих пацієнтів на дітей старшого віку або на немовлят і новонароджених. Проте дослідження на манекенах, у якому порівнювали виконання інтубації 52 педіатрами та 52 анестезіологами, вказало на кращі навички

неонатальної та педіатричної інтубації в анестезіологів, [157] що свідчить про певний ступінь переносності інтубаційних навичок. Це підкреслюють дослідження за участю педіатрів, які повідомляють, що їхня остання інтубація відбулася понад рік тому [158].

Навчання на основі симуляції для неонатальної інтубації трахеї не є порівняним із симуляційним навчанням для дорослих. Неонатальні манекени мають низьку достовірність відтворення (fidelity) і часто неадекватно відтворюють дихальні шляхи новонародженого та немовляти. Через часто обмежене відтворення анатомічних умов, відмінності в консистенції штучних тканин і відсутність природних виділень та властивої тканинам слизькості навчання на неонатальних манекенах не готує лікарів-стажистів до неонатальної інтубації повною мірою. Цю експертну думку підтвердило опитування учасників тренінгу з неонатальної інтубації трахеї на манекенах [159]. Принаймні обізнаність із пристроями та алгоритмами й роботу команди можна покращити за допомогою симуляційного тренінгу.

Для навчання неонатальної та дитячої інтубації в реальних умовах слід використовувати відеоларингоскопи зі стандартними клинками (Макінтоша або Міллера), щоб забезпечити командний огляд процедури та уможливити безперервний нагляд і навчання [160–162]. Обладнання, необхідне для безпечного забезпечення прохідності дихальних шляхів, слід регулярно використовувати тим, хто працює зі складними неонатальними дихальними шляхами.

Таблиця 2. Ситуації та дії у разі очікуваної складної екстубації

ВЕДЕННЯ ОЧІКУВАНОЇ СКЛАДНОЇ ЕКСТУБАЦІЇ	
СИТУАЦІЯ	ДІЯ
ПІДГОТОВКА	
Де	Екстубація в найбільш прийнятному місці (операційна, відділення інтенсивної терапії). За сумніву — перевести до операційної
Коли	У денний час, коли це можливо
Хто	Забезпечити присутність компетентних і досвідчених лікарів із забезпечення прохідності складних дихальних шляхів у дітей. За високого ризику невдалої екстубації або за наявності в анамнезі розширених втручань на дихальних шляхах — запросити спеціаліста-отоларинголога або компетентного лікаря, здатного виконати eFONA чи хірургічний доступ до трахеї
Що	Мати в наявності відповідне обладнання для дихальних шляхів, готове до використання для реінтубації. Мати в наявності адекватні системи респіраторної підтримки — СРАР, назальну канюлю для подачі кисню, включно з високопотокowymi системами, — на випадок ризику обструкції дихальних шляхів або десатурації. Оптимізувати будь-який оборотний чинник, здатний ускладнити екстубацію: висока потреба у FiO ₂ , гіперкапнія, ацидоз, перевантаження об'ємом, гемодинамічна нестабільність, гіповолемія, анемія, нейром'язова блокада, гіпотермія

ВЕДЕННЯ ОЧІКУВАНОЇ СКЛАДНОЇ ЕКСТУБАЦІЇ	
СИТУАЦІЯ	ДІЯ
ЕКСТУБАЦІЯ	
Відлучення та реверсія	Від анестезії, седативних засобів і міорелаксантів
«Тайм-аут»	Поінформувати команду про план
Переведення/ виписки	Мати чітку стратегію післянаркозного відновлення на випадок ризику вторинної недостатності та обструкції дихальних шляхів

Екстубація завжди є плановою маніпуляцією, і план слід розробити й обговорити заздалегідь. За стратегією екстубації, опублікованою Weatherall та співавт. (*Pediatr Anesth* 2022; **32**: 592–9).

CPAP — continuous positive airway pressure, постійний позитивний тиск у дихальних шляхах; eFONA — emergency front of neck access, екстрений передній доступ до дихальних шляхів на шиї; ENT — ear, nose and throat, оториноларингологія; FiO₂ — fraction of inspired oxygen, фракція кисню у вдихуваній суміші.

Алгоритм дій при складних дихальних шляхах: новонароджені та немовлята

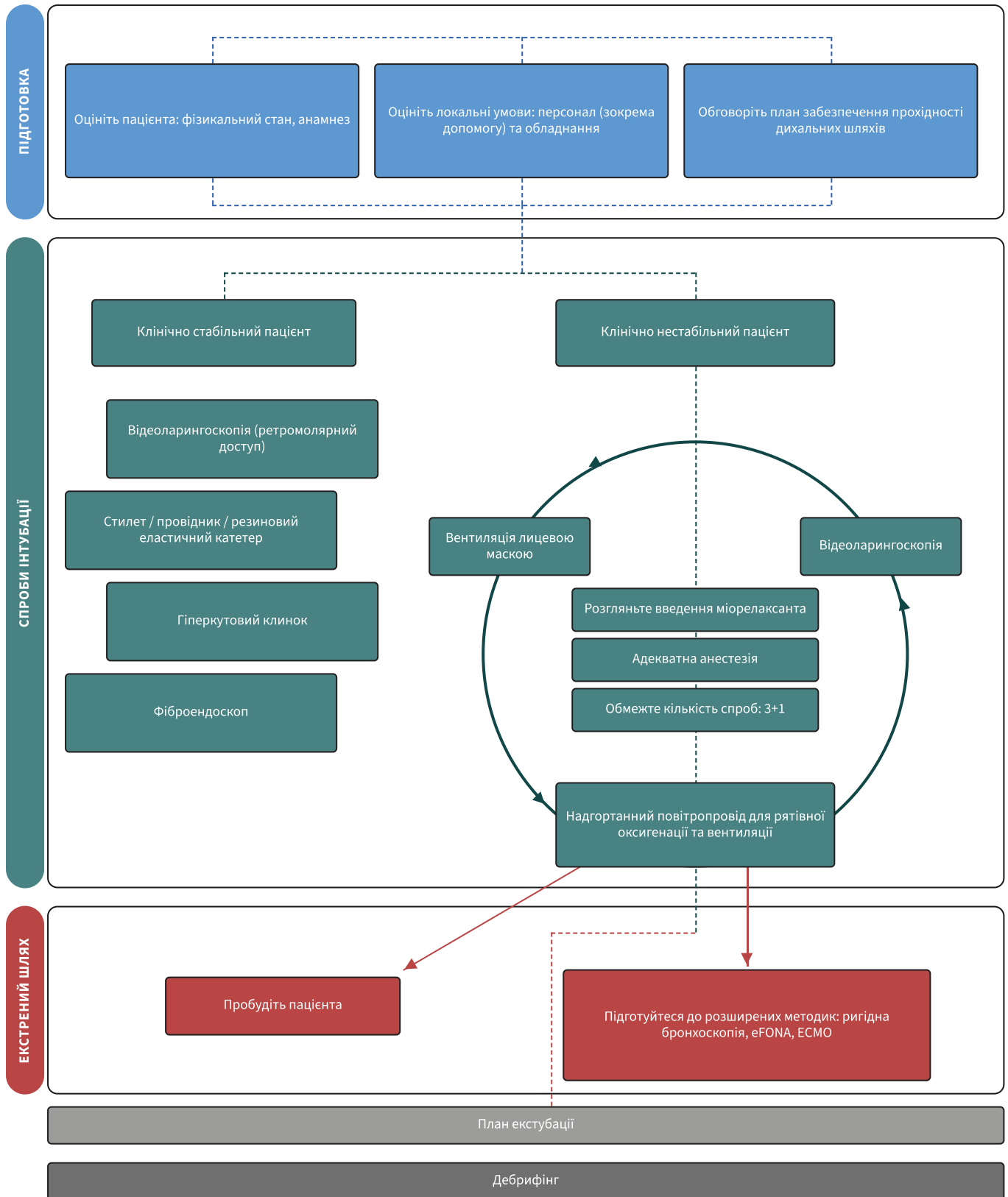


Рис. 1. Алгоритм дій при складних дихальних шляхах у новонароджених і немовлят. Алгоритм поділено на три частини: підготовка, спроби інтубації та екстремний шлях. Під час підготовки слід оцінити локальні умови та наявний рівень підготовки, а план — обговорити з командою. Після початку спроб інтубації клінічний стан пацієнта слід оцінювати після кожної спроби. У разі нестабільного стану пацієнта слід перейти на екстремний шлях. Кожен складний випадок слід розібрати та обговорити, щоб навчитися на помилках. ECMO — екстракорпоральна мембранна оксигенація; eFONA — екстремний передній доступ до дихальних шляхів на шиї; NMBA — міорелаксанти.

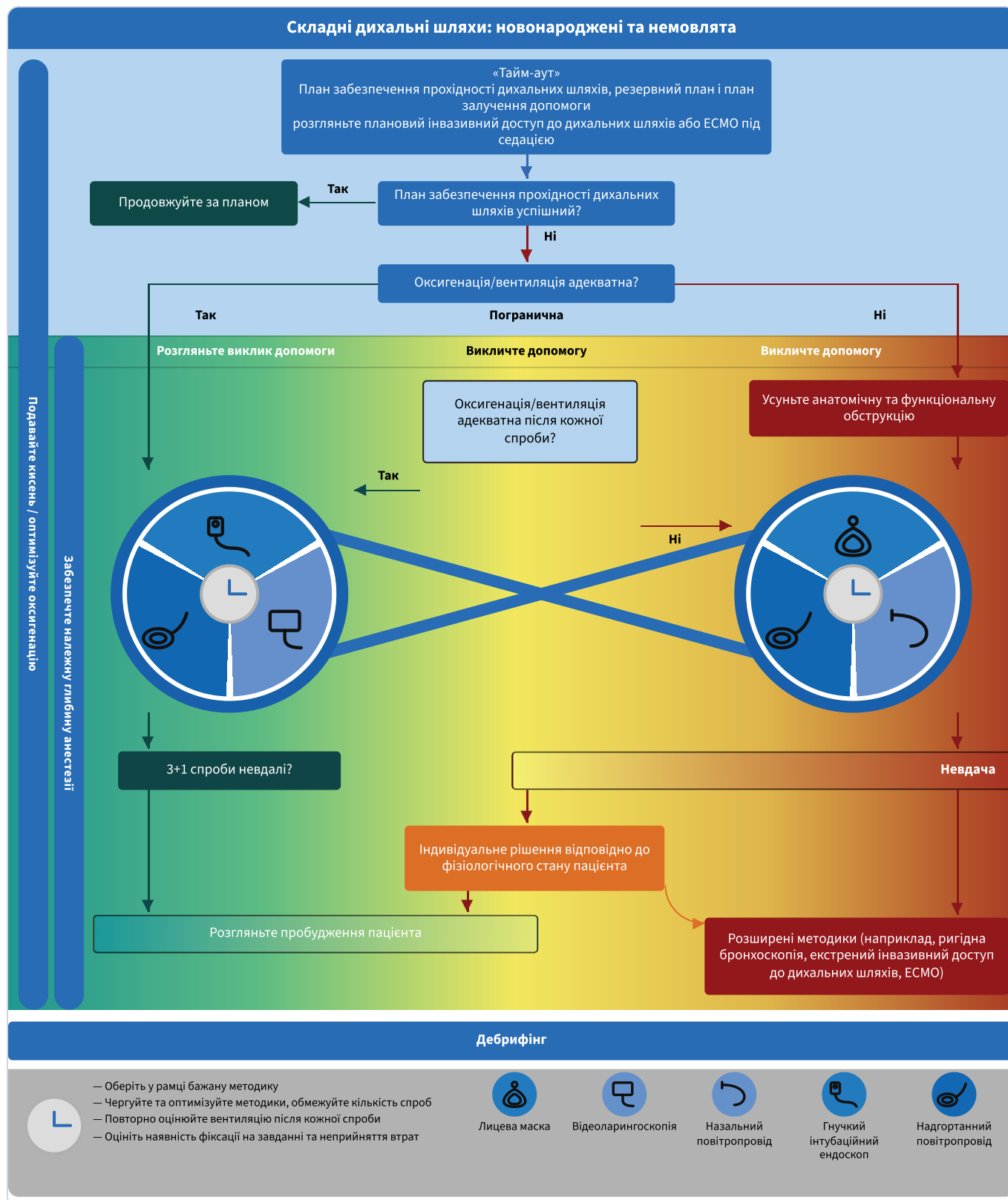


Рис. 2. Когнітивна допомога при складних дихальних шляхах у новонароджених і немовлят. Почніть із «тайм-ауту», щоб визначити та обговорити з командою план забезпечення прохідності дихальних шляхів. Під час спроб інтубації рішення слід ухвалювати на підставі клінічного стану пацієнта, який оцінюють при кожній спробі. Кольори відображають здатність до оксигенації: від зеленого (адекватна оксигенація) через жовтий (погранична оксигенація) до червоного (неадекватна оксигенація). Обмежте кількість спроб до чотирьох (одна початкова плюс три). Забезпечте адекватну седацію або анестезію та подавайте кисень постійно. Враховуйте людський чинник (фіксація на завданні, неприйняття втрат). Проведіть дебрифінг наприкінці випадку, щоб навчитися на помилках. За основу взято рисунок 4 з праці Apfelbaum і співавт. [1] (*Anesthesiology* 2022; 136: 31–81). ЕСМО — екстракорпоральна мембранна оксигенація.

Заключні зауваження та обговорення

Ці настанови з клінічної практики розробила міжнародна експертна робоча група від імені ESAIC і BJA з метою надання рекомендацій, заснованих на доказах. Робоча група вирішила обмежити настанови популяцією новонароджених і немовлят (до 1 року), оскільки саме цих пацієнтів визначено як найуразливіших під час забезпечення прохідності дихальних шляхів. Порівняно з дітьми старшого віку вони зазнають вищого ризику ускладнень під час забезпечення прохідності дихальних шляхів — таких як гіпоксемія, зупинка серця, травма дихальних шляхів та неврологічне ушкодження.

Робоча група рекомендує ретельне фізикальне обстеження для виявлення пацієнтів із ризиком складного забезпечення прохідності дихальних шляхів. Анамнез і фізикальна оцінка є найкращими способами спрогнозувати складні дихальні шляхи та спланувати забезпечення їх прохідності. Застосування відеоларингоскопії в цій популяції пацієнтів наполегливо рекомендоване. Найновіші докази щодо забезпечення прохідності дихальних шляхів у новонароджених і немовлят демонструють користь відеоларингоскопії у зменшенні кількості спроб інтубації трахеї та підвищенні успіху інтубації трахеї з першої спроби порівняно з прямою ларингоскопією. Однак пряма ларингоскопія та відеоларингоскопія не є взаємовиключними методиками. За допомогою відеоларингоскопів зі стандартним клинком можна одночасно виконувати і пряму ларингоскопію, і непряму відеоларингоскопію.

Однією з труднощів в інтерпретації доказів, що постали перед робочою групою, був брак чіткості щодо ролі непрямої ларингоскопії (indirect laryngoscopy), коли використовують лише відеоекран, і відеоасистованої прямої ларингоскопії (video-assisted direct laryngoscopy), коли ларингоскоп із відеомодулем застосовують для виконання прямої ларингоскопії. Використання непрямої відеоларингоскопії та відеоасистованої прямої ларингоскопії полегшує навчання, покращує комунікацію в команді та забезпечує залучення персоналу до всіх етапів забезпечення прохідності дихальних шляхів, включно з належним розміщенням ендотрахеальної трубки. Однак робоча група наголошує на важливості навчання правильному використанню та потенційним підводним каменям відеоларингоскопії, щоб мінімізувати шкоду для дітей під час переходу до застосування відеоларингоскопії, яка, ймовірно, замінить традиційні прямі ларингоскопи найближчим часом. Хоча роль відеоасистованої прямої ларингоскопії залишається нез'ясованою, ця методика вдало поєднує обидва підходи, і їй слід відводити важливе місце в педіатричному навчанні щодо дихальних шляхів.

Настанови підкреслюють важливість оксигенації протягом процесу інтубації трахеї. Подача кисню під час інструментації дихальних шляхів може збільшити безпечний час апное та підвищити шанс успішної інтубації трахеї. Робоча група не може віддати перевагу жодній із методик оксигенації. Незалежно від методики, застосованої для подачі додаткового кисню, необхідно подбати про те, щоб подача кисню обмежувалася клапаном

обмеження тиску (pressure-limiting valve), а анестезію продовжували, щоб уникнути інтраопераційного пробудження (accidental awareness) [163].

Настанови наголошують на важливості обмеження кількості спроб інтубації трахеї, оскільки вони асоційовані зі зростанням частоти побічних явищ. Робоча група погодилася обмежити кількість спроб інтубації трахеї чотирма (одна — лікарем-стажистом і три — старшим анестезіологом) і розглянути пробудження пацієнта, якщо прохідність дихальних шляхів не вдається забезпечити. Робоча група рекомендує адекватну глибину анестезії та застосування міорелаксантів перед спробами інтубації трахеї. Практику неонатальної інтубації у свідомості слід обмежити специфічними клінічними станами. Міорелаксанти полегшують інтубацію трахеї, і їх слід розглядати перед ларингоскопією та інтубацією трахеї.

Хоча настанови із забезпечення прохідності дихальних шляхів традиційно зосереджені на інтубації трахеї, робоча група визнає, що екстубація трахеї в дітей віком < 1 року може бути настільки ж критичною, як і інтубація трахеї, і тому рекомендує ретельне планування екстубації трахеї [164]. Лікарям слід планувати безпечну екстубацію трахеї та, за потреби, бути готовими знову забезпечити прохідність дихальних шляхів після екстубації в найбільш прийнятному місці, за достатньої кількості персоналу та негайно доступного обладнання. Використання трубнообмінників, які вводять і залишають в ендотрахеальній трубці перед екстубацією, коли інтубація була складною або в пацієнта було складне забезпечення прохідності дихальних шляхів, ґрунтується лише на поодиноких спостереженнях і не може бути рекомендоване; проте робоча група наголошує, що в таких ситуаціях завжди слід розглядати план реінтубації [165,166].

Хоча опублікованих доказів щодо впливу людського чинника на забезпечення прохідності дихальних шляхів у цій популяції небагато, робоча група визнає його значення для результатів забезпечення прохідності дихальних шляхів і рекомендує оптимізувати комунікацію, дебрифінг та навчання щодо пасток, властивих людській поведінці, у контексті безпеки пацієнта.

Впровадження настанов із забезпечення прохідності дихальних шляхів у новонароджених і немовлят у щоденну клінічну практику є критично важливим для покращення допомоги пацієнтам і результатів. З огляду на різні умови в різних частинах світу, важливо, щоб настанови критично інтерпретували, адаптували та затверджували для місцевої практики. З цієї причини робоча група рекомендує таке:

1. ESAIC надсилає повний текст національним і міжнародним анестезіологічним товариствам для схвалення;
2. впровадження місцевими закладами;
3. створення інструментів електронного навчання для інтерпретації та адаптації настанов до клінічної практики;

4. створення процесу сертифікації для підтвердження успішного набуття навичок лікарями.

Обмеження та подальші дослідження

Ці настанови мають певні обмеження, які слід брати до уваги для їх подальшого вдосконалення.

(1) Настанови значною мірою ґрунтуються на дослідженнях з анестезіологічної практики, спрямованих на практику в операційній. Застосовувати їх до інших умов — відділень інтенсивної терапії, пологових відділень, відділень невідкладної допомоги та догоспітального етапу — потрібно з обережністю.

(2) Експертна робоча група фахівців з педіатричної анестезіології рекомендує розробити універсальний алгоритм, придатний для застосування також і фахівцями, які не є анестезіологами. Для пацієнтів було б корисно, якби над таким універсальним алгоритмом спільно працювали експерти різних педіатричних спеціальностей.

(3) Досліджень, на які спираються ці настанови, небагато, вони різняться за якістю, а РКВ у цій популяції мало. До напрямів, що потребують подальшого вивчення, належать, зокрема, але не лише: швидкість потоку кисню та оптимальні методики оксигенації під час інтубації, результати застосування відеоларингоскопії з гіперкутовими клинками для забезпечення прохідності складних дихальних шляхів, а також екстубація трахеї на тлі глибокої анестезії або у свідомості.

(4) Забезпечення прохідності дихальних шляхів у немовлят — широка тема, і експертній робочій групі довелося ухвалювати непрості рішення щодо того, які питання PICO та клінічні запитання відібрати. Це може спричинити розбіжності з іншими лідерами думок і колегами. Наприклад, щодо такої теми, як застосування сурфактанту в новонароджених, ми визнаємо важливість цього втручання, проте вважаємо, що воно виходить за межі цих настанов і що його докладно висвітлено у двох нещодавніх систематичних оглядах і нових настановах щодо ведення респіраторного дистресу у немовлят і новонароджених [167,168].

Насамкінець, міжнародна експертна робоча група проаналізувала літературу та досягла консенсусу щодо настанов з клінічної практики із забезпечення прохідності дихальних шляхів у дітей віком до 1 року. Алгоритм і когнітивну допомогу для забезпечення прохідності складних дихальних шляхів у новонароджених і немовлят відтворено на рисунках 1 і 2. Ці настанови є узагальненням літератури та експертного консенсусу й окреслюють прогалини в літературі, які потребують майбутніх досліджень.

Декларації

Подяки

Автори дякують Pierre Harlet, Sophie Debouche та Saman Sepehr з офісу настанов ESAIC за секретарську та логістичну підтримку, а також Deena Campbell, Ilene Manacher і Tom Abbott з British Journal of Anaesthesia за професійну допомогу з графічним оформленням.

Декларація інтересів

ND — член наукового комітету ESAIC і голова експертної робочої групи; TA — редактор British Journal of Anaesthesia, а TE — член асоційованої редакційної колегії цього ж журналу; AA — провідний методолог ESAIC; CSR — методолог і голова програми менторства ESAIC; МК-В — член форуму ESAIC з питань пацієнтів/педіатрії; PGK — медичний радник компанії Verathon, Inc. (20001 North Creek Parkway Bothell, WA 98011 USA).

Фінансування

Фінансування здійснено в рівних частках Європейським товариством анестезіології та інтенсивної терапії (ESAIC) і British Journal of Anaesthesia.

Внесок авторів

Усі автори були членами експертної робочої групи та зробили рівний внесок у розроблення цих настанов.

Додаток А. Додаткові дані

Додаткові дані до цієї статті доступні онлайн за адресою <https://doi.org/10.1016/j.bja.2023.08.040>.

Література

1. Apfelbaum JL, Hagberg CA, Connis RT, et al. 2022 American society of anesthesiologists practice guidelines for management of the difficult airway. *Anesthesiology* 2022; 136:31–81.
2. Matava CT, Kovatsis PG, Lee JK, et al. Pediatric airway management in COVID-19 patients: consensus guidelines from the society for pediatric anesthesia's pediatric difficult intubation collaborative and the Canadian pediatric anesthesia society. *Anesth Analg* 2020; 131:61–73.
3. Disma N, Virag K, Riva T, et al. Difficult tracheal intubation in neonates and infants. NEonate and Children audiT of Anaesthesia pRactice IN Europe (NECTARINE): a prospective European multicentre observational study. *Br J Anaesth* 2021; 126:1173–1181.
4. Fiadjoe JE, Nishisaki A, Jagannathan N, et al. Airway management complications in children with difficult tracheal intubation from the Pediatric Difficult Intubation (PeDI) registry: a prospective cohort analysis. *Lancet Respir Med* 2016; 4:37–48.
5. Jagannathan N, Asai T. Difficult airway management: children are different from adults, and neonates are different from children. *Br J Anaesth* 2021; 126:1086–1088.
6. Riva T, Engelhardt T, Basciani R, et al. Direct versus video laryngoscopy with standard blades for neonatal and infant tracheal intubation with supplemental oxygen: a multicentre, non-inferiority, randomised controlled trial. *Lancet Child Adolesc Health* 2023; 7:101–111.
7. Stein ML, Park RS, Kiss EE, et al. Efficacy of a hybrid technique of simultaneous videolaryngoscopy with flexible bronchoscopy in children with difficult direct laryngoscopy in the Pediatric Difficult Intubation Registry. *Anaesthesia* 2023; 78:1093–1101.
8. Burjek NE, Nishisaki A, Fiadjoe JE, et al. Video-laryngoscopy versus fiberoptic intubation through a supraglottic airway in children with a difficult airway: an analysis from the Multicenter Pediatric Difficult Intubation Registry. *Anesthesiology* 2017; 127:432–440.
9. Higgins JPT, Thomas J, Chandler J, et al. Cochrane Handbook for systematic reviews of interventions version 6.3 (updated February 2022). Cochrane; 2022. Available from: www.training.cochrane.org/handbook. [Accessed 24 September 2023].

10. Venkat Raman V, Beer D. Perioperative airway complications in infants and children with Crouzon and Pfeiffer syndromes: a single-center experience. *Pediatr Anesth* 2021; 31:1316–1324.
11. Nargozian C. The airway in patients with craniofacial abnormalities. *Pediatr Anesth* 2004; 14:53–59.
12. Thomas K, Hughes C, Johnson D, Das S. Anesthesia for surgery related to craniosynostosis: a review. Part 1. *Pediatr Anesth* 2012; 22:1033–1041.
13. Glover CD, Fernandez AM, Huang H, et al. Perioperative outcomes and management in midface advancement surgery: a multicenter observational descriptive study from the Pediatric Craniofacial Collaborative Group. *Pediatr Anesth* 2018; 28:710–718.
14. Senol D, Ozbag D, Dedeoglu N, et al. Comparison of anthropometric and conic beam computed tomography measurements of patients with and without difficult intubation risk according to modified mallampati score: new markers for difficult intubation. *Niger J Clin Pract* 2021; 24:1609.
15. Shahhosseini S, Montasery M, Saadati M, Shafa A. Comparative evaluation of difficult intubation predictors in children under two years of ages. *Anesth Pain Med* 2021; 11:e118931.
16. Gadepalli C, Stepien KM, Sharma R, Jovanovic A, Tol G, Bentley A. Airway abnormalities in adult mucopolysaccharidosis and development of salford mucopolysaccharidosis airway score. *J Clin Med* 2021; 10:3275.
17. Tan JZ-Y, Crossett M, Ditchfield M. Dynamic volumetric computed tomographic assessment of the young paediatric airway: initial experience of rapid, non-invasive, four-dimensional technique. *J Med Imaging Radiat Oncol* 2013; 57:141–148.
18. Avino D, Zhang W-H, de Villé A, Johansson A-B. Remifentanyl versus morphine-midazolam premedication on the quality of endotracheal intubation in neonates: a noninferiority randomized trial. *J Pediatr* 2014; 164:1032–1037.
19. Norman E, Wikström S, Rosén I, Fellman V, Hellström-Westas L. Premedication for intubation with morphine causes prolonged depression of electrocortical background activity in preterm infants. *Pediatr Res* 2013; 73:87–94.
20. Badiie Z, Vakiliamini M, Mohammadzadeh M. Remifentanyl for endotracheal intubation in premature infants: a randomized controlled trial. *J Res Pharm Pract* 2013; 2:75.
21. Durrmeyer X, Breinig S, Claris O, et al. Effect of atropine with propofol vs atropine with atracurium and sufentanil on oxygen desaturation in neonates requiring nonemergency intubation. *JAMA* 2018; 319:1790.
22. Feltman DM, Weiss MG, Nicoski P, Sinacore J. Rocuronium for nonemergent intubation of term and preterm infants. *J Perinatol* 2011; 31:38–43.
23. Gelberg J, Kongstad L, Werner O. Intubation conditions in young infants after propofol and remifentanyl induction with and without low-dose rocuronium. *Acta Anaesthesiol Scand* 2014; 58:820–825.
24. Rajan S, Gotluru P, Andrews S, Paul J. Evaluation of endotracheal intubating conditions without the use of muscle relaxants following induction with propofol and sevoflurane in pediatric cleft lip and palate surgeries. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* 2014; 30:360.
25. Caldwell CD, Watterberg KL. Effect of premedication regimen on infant pain and stress response to endotracheal intubation. *J Perinatol* 2015; 35:415–418.
26. Carbajal R, Lode N, Ayachi A, et al. Premedication practices for tracheal intubation in neonates transported by French medical transport teams: a prospective observational study. *BMJ Open* 2019; 9:e034052.
27. Dean PN, Hoehn EF, Geis GL, et al. Identification of the physiologically difficult airway in the pediatric emergency department. *Acad Emerg Med* 2020; 27:1241–1248.
28. de Kort EHM, Prins SA, Reiss IKM, et al. Propofol for endotracheal intubation in neonates: a dose-finding trial. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2020; 105:489–495.
29. de Kort EHM, Andriessen P, Reiss IKH, van Dijk M, Simons SHP. Evaluation of an intubation readiness score to assess neonatal sedation before intubation. *Neonatology* 2019; 115:43–48.
30. Durrmeyer X, Daoud P, Decobert F, et al. Premedication for neonatal endotracheal intubation: results from the epidemiology of procedural pain in neonates study. *Pediatr Crit Care Med* 2013; 14:e169–e175.
31. Garcia-Marcinkiewicz AG, Adams HD, Gurnaney H, et al. A retrospective analysis of neuromuscular blocking drug use and ventilation technique on complications in the Pediatric Difficult Intubation Registry using propensity score matching. *Anesth Analg* 2020; 131:469–479.
32. Howell J, Tarquinio K, Montgomery V, et al. Association of vagolytic and ketamine use with tracheal intubation associated adverse events. *Crit Care Med* 2013; 41:A219–A220.
33. Kim E-H, Lee J-H, Song I-K, Kim J-T, Kim B-R, Kim H-S. Effect of head position on laryngeal visualisation with the McGrath MAC videolaryngoscope in paediatric patients. *Eur J Anaesthesiol* 2016; 33:528–534.
34. Krick J, Gray M, Umoren R, Lee G, Sawyer T. Premedication with paralysis improves intubation success and decreases adverse events in very low birth weight infants: a prospective cohort study. *J Perinatol* 2018; 38:681–686.
35. Le CN, Garey DM, Leone TA, Goodmar JK, Rich W, Finer NN. Impact of premedication on neonatal intubations by pediatric and neonatal trainees. *J Perinatol* 2014; 34:458–460.

36. Ozawa Y, Ades A, Foglia EE, et al. Premedication with neuromuscular blockade and sedation during neonatal intubation is associated with fewer adverse events. *J Perinatol* 2019; 39:848–856.
37. Sgrò S, Morini F, Bozza P, Piersigilli F, Bagolan P, Picardo S. Intravenous propofol allows fast intubation in neonates and young infants undergoing major surgery. *Front Pediatr* 2019; 7:321.
38. de Kort EHM, Halbmeijer NM, Reiss IKM, Simons SHP. Assessment of sedation level prior to neonatal intubation: a systematic review. *Pediatr Anesth* 2018; 28:28–36.
39. Garcia-Marcinkiewicz AG, Kovatsis PG, Hunyady AI, et al. First-attempt success rate of video laryngoscopy in small infants (VISI): a multicentre, randomised controlled trial. *Lancet* 2020; 396:1905–1913.
40. Volz S, Stevens TP, Dadiz R. A randomized controlled trial: does coaching using video during direct laryngoscopy improve residents' success in neonatal intubations? *J Perinatol* 2018; 38:1074–1080.
41. O'Shea JE, Thio M, Kamlin CO, et al. Videolaryngoscopy to teach neonatal intubation: a randomized trial. *Pediatrics* 2015; 136:912–919.
42. Salama ER, el Amrousy D. GlideScope® cobalt video laryngoscope versus direct Miller laryngoscope for lateral position-tracheal intubation in neonates with myelodysplasia: a prospective randomized study. *Saudi J Anaesth* 2018; 13:28–34.
43. Jain D, Mehta S, Gandhi K, Arora S, Parikh B, Abas M. Comparison of intubation conditions with CMAC Miller videolaryngoscope and conventional Miller laryngoscope in lateral position in infants: a prospective randomized trial. *Pediatr Anesth* 2018; 28:226–230.
44. Varghese E, Kundu R. Does the Miller blade truly provide a better laryngoscopic view and intubating conditions than the Macintosh blade in small children? *Pediatr Anesth* 2014; 24:825–829.
45. Dias R, Dave N, Chhabria R, Shah H, Garasia M. A randomised comparative study of Miller laryngoscope blade versus Oxiport® Miller laryngoscope blade for neonatal and infant intubations. *Indian J Anaesth* 2017; 61:404.
46. Hodgson KA, Owen LS, Kamlin COF, et al. Nasal high-flow therapy during neonatal endotracheal intubation. *N Engl J Med* 2022; 386:1627–1637.
47. Windpassinger M, Plattner O, Gemeiner J, et al. Pharyngeal oxygen insufflation during AirTraq laryngoscopy slows arterial desaturation in infants and small children. *Anesth Analg* 2016; 122:1153–1157.
48. Humphreys S, Lee-Archer P, Reyne G, Long D, Williams T, Schibler A. Transnasal humidified rapid-insufflation ventilatory exchange (THRIVE) in children: a randomized controlled trial. *Br J Anaesth* 2017; 118:232–238.
49. Steiner JW, Sessler DI, Makarova N, et al. Use of deep laryngeal oxygen insufflation during laryngoscopy in children: a randomized clinical trial. *Br J Anaesth* 2016; 117:350–357.
50. Soneru CN, Hurt HF, Petersen TR, Davis DD, Braude DA, Falcon RJ. Apneic nasal oxygenation and safe apnea time during pediatric intubations by learners. *Pediatr Anesth* 2019; 29:628–634.
51. Staudt GE, Reddy SK, Moore AD. Apneic oxygenation via nasal cannula for intubation of a premature neonate with multiple airway anomalies. *BMJ Case Rep* 2019; 12:e227494.
52. Weiss M, Dullenkopf A, Fischer JE, Keller C, Gerber AC. Prospective randomized controlled multi-centre trial of cuffed or uncuffed endotracheal tubes in small children. *Br J Anaesth* 2009; 103:867–873.
53. Peyton J, Foglia E, Lee GS. Pediatric airway anatomy and tracheal tubes: it is not all about the cuff. *Anesth Analg* 2021; 133:891–893.
54. Williams ZC, Kim SS, Naguib A, Shafy SZ, Tobias JD. Use of cuffed endotracheal tubes in infants less than 5 kilograms: a retrospective cohort study. *J Pediatr Surg* 2022; 57:375–381.
55. de Orange FA, Andrade RG, Lemos A, Borges PS, Figueiroa JN, Kovatsis PG. Cuffed versus uncuffed endotracheal tubes for general anaesthesia in children aged eight years and under. *Cochrane Database Syst Rev* 2017; 2017.
56. Dariya V, Moresco L, Bruschetti M, Brion LP. Cuffed versus uncuffed endotracheal tubes for neonates. *Cochrane Database Syst Rev* 2022; 1:CD013736.
57. Chambers NA, Ramgolam A, Sommerfield D, et al. Cuffed vs. uncuffed tracheal tubes in children: a randomised controlled trial comparing leak, tidal volume and complications. *Anaesthesia* 2018; 73:160–168.
58. Kamlin COF, O'Connell LAF, Morley CJ, et al. A randomized trial of stylets for intubating newborn infants. *Pediatrics* 2013; 131:e198–e205.
59. Thomas RE, Erickson S, Hullett B, et al. Comparison of the efficacy and safety of cuffed versus uncuffed endotracheal tubes for infants in the intensive care setting: a pilot, unblinded RCT. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2021; 106:614–620.
60. Engelhardt T, Virag K, Veyckemans F, Habre W. Airway management in paediatric anaesthesia in Europe—insights from APRICOT (Anaesthesia Practice in Children Observational Trial): a prospective multicentre observational study in 261 hospitals in Europe. *Br J Anaesth* 2018; 121:66–75.
61. Sawyer T, Foglia EE, Ades A, et al. Incidence, impact and indicators of difficult intubations in the neonatal intensive care unit: a report from the National Emergency Airway Registry for Neonates. *Arch Dis Child Fetal Neonatal* 2019; 104:F461–F466.

62. Tippmann S, Haan M, Winter J, et al. Adverse events and unsuccessful intubation attempts are frequent during neonatal nasotracheal intubations. *Front Pediatr* 2021; 9:675238.
63. Drake-Brockman TFE, Ramgolam A, Zhang G, Hall GL, von Ungern-Sternberg BS. The effect of endotracheal tubes versus laryngeal mask airways on perioperative respiratory adverse events in infants: a randomised controlled trial. *Lancet* 2017; 389:701–708.
64. Yang C, Zhu X, Lin W, et al. Randomized, controlled trial comparing laryngeal mask versus endotracheal intubation during neonatal resuscitation—a secondary publication. *BMC Pediatr* 2016; 16:17.
65. Trevisanuto D, Cavallin F, Nguyen LN, et al. Supreme laryngeal mask airway versus face mask during neonatal resuscitation: a randomized controlled trial. *J Pediatr* 2015; 167:286–291; e1.
66. Wanous AA, Wey A, Rudser KD, Roberts KD. Feasibility of laryngeal mask airway device placement in neonates. *Neonatology* 2017; 111:222–227.
67. Foglia EE, Ades A, Sawyer T, et al. Neonatal intubation practice and outcomes: an international registry study. *Pediatrics* 2019; 143:e20180902.
68. Gálvez JA, Acquah S, Ahumada L, et al. Hypoxemia, bradycardia, and multiple laryngoscopy attempts during anesthetic induction in infants. *Anesthesiology* 2019; 131:830–839.
69. Saisamorn F, Sriwiset C, Sirisomboon R, Paes B, Kitsommart R. Indications and outcomes of neonatal intubation: a single-center, prospective study in a middle-income country. *Pediatr Neonatol* 2022; 63:125–130.
70. Lee JH, Turner DA, Kamat P, et al. The number of tracheal intubation attempts matters! A prospective multi-institutional pediatric observational study. *BMC Pediatr* 2016; 16:58.
71. Peyton J, Park R, Staffa SJ, et al. A comparison of video-laryngoscopy using standard blades or non-standard blades in children in the Paediatric Difficult Intubation Registry. *Br J Anaesth* 2021; 126:331–339.
72. Abdelgadir IS, Phillips RS, Singh D, Moncreiff MP, Lumsden JL. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for tracheal intubation in children (excluding neonates). *Cochrane Database Syst Rev* 2017; 5:CD011413.
73. Sola C, Saour A-C, Macq C, Bringuier S, Raux O, Dadure C. Children with challenging airways: what about GlideScope® video-laryngoscopy? *Anaesth Crit Care Pain Med* 2017; 36:267–271.
74. Er A, Çağlar A, Çitlenbik H, et al. Which device is favorable for intubation attempts of pediatric residents on four different pediatric airway simulations? *Pediatr Emerg Care* 2022; 38:e272–e277.
75. Moritz A, Holzhauser L, Fuchte T, Kremer S, Schmidt J, Irouschek A. Comparison of Glidescope Core, C-MAC Miller and conventional Miller laryngoscope for difficult airway management by anesthetists with limited and extensive experience in a simulated Pierre Robin sequence: a randomized crossover manikin study. *PLoS One* 2021; 16:e0250369.
76. Abid ES, McNamara J, Hall P, et al. The impact of video-laryngoscopy on endotracheal intubation success by a pediatric/neonatal critical care transport team. *Prehosp Emerg Care* 2021; 25:325–332.
77. Zhang B, Gurnaney HG, Stricker PA, Galvez JA, Isserman RS, Fiadjoe JE. A Prospective observational study of technical difficulty with GlideScope-guided tracheal intubation in children. *Anesth Analg* 2018; 127:467–471.
78. Kaufmann J, Laschat M, Hellmich M, Wappler F. A randomized controlled comparison of the Bonfils fiberscope and the GlideScope Cobalt AVL video laryngoscope for visualization of the larynx and intubation of the trachea in infants and small children with normal airways. *Pediatr Anesth* 2013; 23:913–919.
79. Kim J-T, Na H-S, Bae J-Y, et al. GlideScope® video laryngoscope: a randomized clinical trial in 203 paediatric patients. *Br J Anaesth* 2008; 101:531–534.
80. Vlatten A, Aucoin S, Litz S, Macmanus B, Soder C. A comparison of the STORZ video laryngoscope and standard direct laryngoscopy for intubation in the Pediatric airway - a randomized clinical trial. *Pediatr Anesth* 2009; 19:1102–1107.
81. Fiadjoe JE, Gurnaney H, Dalesio N, et al. A prospective randomized equivalence trial of the GlideScope Cobalt® video laryngoscope to traditional direct laryngoscopy in neonates and infants. *Anesthesiology* 2012; 116:622–628.
82. Macnair D, Baraclough D, Wilson G, Bloch M, Engelhardt T. Pediatric airway management: comparing the Berci-Kaplan Video Laryngoscope with direct laryngoscopy. *Pediatr Anesth* 2009; 19:577–580.
83. Gupta N, Girdhar KK, Singh P, Gupta A. Comparison of CMAC Miller blade and McGrath for intubation in neonates and infants undergoing surgery. *Trends Anaesth Crit Care* 2020; 30:e77.
84. Mutlak H, Rolle U, Roskopf W, et al. Comparison of the TruView infant EVO2 PCD™ and C-MAC video laryngoscopes with direct Macintosh laryngoscopy for routine tracheal intubation in infants with normal airways. *Clinics* 2014; 69:23–27.
85. Min JJ, Oh EJ, Shin YH, Kwon E, Jeong JS. The usefulness of endotracheal tube twisting in facilitating tube delivery to glottis opening during GlideScope intubation in infants: randomized trial. *Sci Rep* 2020; 10:4450.
86. Lee J, Cho S, Choe H, et al. Effects of tip-manipulated stylet angle on intubation using the GlideScope® videolaryngoscope in children: a prospective randomized controlled trial. *Pediatr Anesth* 2021; 31:802–808.
87. Gray MM, Rumpel JA, Brei BK, et al. Associations of stylet use during neonatal intubation with intubation success, adverse events, and severe desaturation: a report from NEAR4NEOS. *Neonatology* 2021; 118:470–478.

88. O'Shea JE, O'Gorman J, Gupta A, et al. Orotracheal intubation in infants performed with a stylet versus without a stylet. *Cochrane Database Syst Rev* 2017; 6:CD011791.
89. Strutt JR, Thompson NR, Stotesbery JL, Horvath B. Emergency endotracheal intubation with a rigid stylet of an infant with severe subglottic stenosis. *J Emerg Med* 2020; 58:e157–e160.
90. Jagannathan N, Sequera-Ramos L, Sohn L, et al. Randomized comparison of experts and trainees with nasal and oral fiberoptic intubation in children less than 2 yr of age. *Br J Anaesth* 2015; 114:290–296.
91. Tan A, Nolan JA. Anesthesia for children with anterior mediastinal masses. *Pediatr Anesth* 2022; 32:4–9.
92. Pearson JK, Tan GM. Pediatric anterior mediastinal mass. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth* 2015; 19:248–254.
93. Latham GJ, Greenberg RS. Anesthetic considerations for the pediatric oncology patient - part 2: systems-based approach to anesthesia. *Pediatr Anesth* 2010; 20:396–420.
94. Kriege M, Alflen C, Strauß H, Ott T, Noppens RR. Usage of a semi-rigid intubation endoscope is not superior to a video laryngoscope. A prospective, randomised, controlled trial comparing the SensaScope vs. the McGrath Series 5 in surgical patients. *Trends Anaesth Crit Care* 2018; 18:23–28.
95. Dharmarajan H, Liu Y-CC, Hippard HK, Chandy B. Difficult airway intubation simulation using Bonfils fiberscope and rigid fiberscope for surgical training. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2018; 105:171–175.
96. Nowakowski M, Williams S, Gallant J, Ruel M, Robitaille A. Predictors of difficult intubation with the bonfils rigid fiberscope. *Anesth Analg* 2016; 122:1901–1906.
97. Kaufmann J, Laschat M, Engelhardt T, Hellmich M, Wappler F. Tracheal intubation with the Bonfils fiberscope in the difficult pediatric airway: a comparison with fiberoptic intubation. *Pediatr Anesth* 2015; 25:372–378.
98. Rudolph C, Henn-Beilharz A, Gottschall R, Wallenborn J, Schaffranietz L. The unanticipated difficult intubation: rigid or flexible endoscope? *Minerva Anesthesiol* 2007; 73:567–574.
99. Black AE, Flynn PER, Smith HL, Thomas ML, Wilkinson KA. Development of a guideline for the management of the unanticipated difficult airway in pediatric practice. *Pediatr Anesth* 2015; 25:346–362.
100. Okada Y, Ishii W, Sato N, Kotani H, Iiduka R. Management of pediatric 'cannot intubate, cannot oxygenate'. *Acute Med Surg* 2017; 4:462–466.
101. Both CP, Diem B, Alonso E, et al. Rabbit training model for establishing an emergency front of neck airway in children. *Br J Anaesth* 2021; 126:896–902.
102. Ulmer F, Lennertz J, Greif R, Butikofer L, Theiler L, Riva T. Emergency front of neck access in children: a new learning approach in a rabbit model. *Br J Anaesth* 2020; 125:e61–e68.
103. Langan ML, Emerson BL, Nett S, et al. End-tidal carbon dioxide use for tracheal intubation. *Pediatr Crit Care Med* 2018; 19:98–105.
104. Mori T, Nomura O, Hagiwara Y, Inoue N. Diagnostic accuracy of a 3-point ultrasound protocol to detect esophageal or endobronchial mainstem intubation in a pediatric emergency department. *J Ultrasound Med* 2019; 38:2945–2954.
105. Galicinao J, Bush AJ, Godambe SA. Use of bedside ultrasonography for endotracheal tube placement in pediatric patients: a feasibility study. *Pediatrics* 2007; 120:1297–1303.
106. van Os S, Cheung P-Y, Kushniruk K, O'Reilly M, Aziz K, Schmölzer GM. Assessment of endotracheal tube placement in newborn infants: a randomized controlled trial. *J Perinatol* 2016; 36:370–375.
107. Schmölzer GM, Poulton DA, Dawson JA, Kamlin COF, Morley CJ, Davis PG. Assessment of flow waves and colorimetric CO₂ detector for endotracheal tube placement during neonatal resuscitation. *Resuscitation* 2011; 82:307–312.
108. Chrimes N, Higgs A, Hagberg CA, et al. Preventing unrecognised oesophageal intubation: a consensus guideline from the Project for Universal Management of Airways and international airway societies. *Anaesthesia* 2022; 77:1395–1415.
109. Pereira SS, Raja E-A, Satas S. Weight-based guide overestimates endotracheal tube tip position in extremely preterm infants. *Am J Perinatol* 2019; 36:1498–1503.
110. Bartle RM, Miller AG, Diez AJ, Smith PB, Gentile MA, Puia-Dumitrescu M. Evaluating endotracheal tube depth in infants weighing less than 1 kilogram. *Respir Care* 2019; 64:243–247.
111. Dennington D, Vali P, Finer NN, Kim JH. Ultrasound confirmation of endotracheal tube position in neonates. *Neonatology* 2012; 102:185–189.
112. Descamps C, Beissel A, Vo-van P, et al. Role of ultrasonography in the assessment of correct endotracheal tube placement in neonates. *Acta Paediatr* 2020; 109:1057–1059.
113. Tochen ML. Orotracheal intubation in the newborn infant: a method for determining depth of tube insertion. *J Pediatr* 1979; 95:1050–1051.
114. Peterson J, Johnson N, Deakins K, Wilson-Costello D, Jelovsek JE, Chatburn R. Accuracy of the 7-8-9 rule for endotracheal tube placement in the neonate. *J Perinatol* 2006; 26:333–336.
115. Uygur Ö, Öncel MY, Şimşek GK, et al. Is nasal septum–tragus length measurement appropriate for endotracheal tube intubation depth in neonates? a randomized controlled study. *Am J Perinatol* 2021; 38:728–733.

116. Puttawong D, Manopunya S, Visrutaratna P, Kosarat S, Khuwuthyakorn V, Tantiprabha W. Accuracy of various recent recommendations to estimate the optimal depth of orotracheal tube in Thai neonates. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2022; 35:3343–3347.
117. Priyadarshi M, Thukral A, Sankar MJ, et al. 'Lip-to-Tip' study: comparison of three methods to determine optimal insertion length of endotracheal tube in neonates. *Eur J Pediatr* 2021; 180:1459–1466.
118. Takeuchi S, Arai J, Nagafuji M, et al. Ideal endotracheal tube insertion depth in neonates with a birthweight less than 750 g. *Pediatr Int* 2020; 62:932–936.
119. Flinn AM, Travers CP, Laffan EE, O'Donnell CPF. Estimating the endotracheal tube insertion depth in newborns using weight or gestation: a randomised trial. *Neonatology* 2015; 107:167–172.
120. Leung C. Optimal insertion depth for endotracheal tubes in extremely low-birth-weight infants. *Pediatr Crit Care Med* 2018; 19:328–331.
121. Templeton TW, Goenaga-Díaz EJ, Downard MG, et al. Assessment of common criteria for awake extubation in infants and young children. *Anesthesiology* 2019; 131:801–808.
122. da Silva PSL, Fonseca MCM, Iglesias SBO, Junior EL, de Aguiar VE, de Carvalho WB. Nebulized 0.5, 2.5 and 5 ml L-epinephrine for post-extubation stridor in children: a prospective, randomized, double-blind clinical trial. *Intensive Care Med* 2012; 38:286–293.
123. Kimura S, Ahn JB, Takahashi M, Kwon S, Papatheodorou S. Effectiveness of corticosteroids for post-extubation stridor and extubation failure in pediatric patients: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intensive Care* 2020; 10:155.
124. Lemyre B, Davis PG, de Paoli AG, Kirpalani H. Nasal intermittent positive pressure ventilation (NIPPV) versus nasal continuous positive airway pressure (NCPAP) for preterm neonates after extubation. *Cochrane Database Syst Rev* 2017; 2:CD003212.
125. Xia Y, Liu C, Xiao M. A prospective randomized controlled trial of nasal intermittent positive pressure ventilation for prevention of extubation failure in very low birth weight infants. *Chinese Pediatr Emerg Med* 2014; 12:215–219.
126. Ramaswamy VV, Bandyopadhyay T, Nanda D, et al. Efficacy of noninvasive respiratory support modes as postextubation respiratory support in preterm neonates: a systematic review and network meta-analysis. *Pediatr Pulmonol* 2020; 55:2924–2939.
127. Komatsu DFR, Diniz EM, de A, Ferraro AA, Ceccon MEJR, Vaz FAC. Randomized controlled trial comparing nasal intermittent positive pressure ventilation and nasal continuous positive airway pressure in premature infants after tracheal extubation. *Rev Assoc Med Bras* 2016; 62:568–574.
128. Manley BJ, Owen LS, Doyle LW, et al. High-flow nasal cannulae in very preterm infants after extubation. *N Engl J Med* 2013; 369:1425–1433.
129. Daish H, Badurdeen S. Question 2: humidified heated high flow nasal cannula versus nasal continuous positive airway pressure for providing respiratory support following extubation in preterm newborns. *Arch Dis Child* 2014; 99:880–882.
130. Colleti Junior J, Azevedo Rde, Araujo O, Carvalho WB de. High-flow nasal cannula as a post-extubation respiratory support strategy in preterm infants: a systematic review and meta-analysis. *J Pediatr (Rio J)* 2020; 96:422–431.
131. Charki S, Patil P, Hadalgi L, et al. Heated humidified high-flow nasal cannula versus nasal continuous positive airways pressure for respiratory support in preterm neonates – a noninferiority trial at a tertiary care center. *J Clin Neonatol* 2020; 9:168.
132. Yengkhom R, Suryawanshi P, Gupta B, Deshpande S. Heated humidified high-flow nasal cannula vs. nasal continuous positive airway pressure for post-extubation respiratory support in preterm infants: a randomized controlled trial. *J Trop Pediatr* 2021; 67:fmaa082.
133. Collins CL, Holberton JR, Barfield C, Davis PG. A randomized controlled trial to compare heated humidified high-flow nasal cannulae with nasal continuous positive airway pressure postextubation in premature infants. *J Pediatr* 2013; 162:949–954; e1.
134. Karam C, Zeeni C, Yazbeck-Karam V, et al. Respiratory adverse events after LMA® mask removal in children: a randomized trial comparing propofol to sevoflurane. *Anesth Analg* 2023; 136:25–33.
135. Mathew PJ, Mathew JL. Early versus late removal of the laryngeal mask airway (LMA) for general anaesthesia. *Cochrane Database Syst Rev* 2015; 2015:CD007082.
136. Abbasi S, Siddiqui KM, Qamar-ul-Hoda M. Adverse respiratory events after removal of laryngeal mask airway in deep anesthesia versus awake state in children: a randomized trial. *Cureus* 2022; 14:e24296.
137. Koo C-H, Lee S, Chung S, Ryu J-H. Deep vs. awake extubation and LMA removal in terms of airway complications in pediatric patients undergoing anesthesia: a systemic review and meta-analysis. *J Clin Med* 2018; 7:353.
138. Vitale L, Rodriguez B, Baetzel A, Christensen R, Haydar B. Complications associated with removal of airway devices under deep anesthesia in children: an analysis of the Wake up Safe database. *BMC Anesthesiol* 2022; 22:223.
139. Reason J. Safety in the operating theatre - Part 2: human error and organisational failure. *Qual Saf Health Care* 2005; 14:56–60.
140. Jones CPL, Fawker-Corbett J, Groom P, Morton B, Lister C, Mercer SJ. Human factors in preventing complications in anaesthesia: a systematic review. *Anaesthesia* 2018; 73:12–24.
141. Flin R, Patey R, Glavin R, Maran N. Anaesthetists' nontechnical skills. *Br J Anaesth* 2010; 105:38–44.

142. Greenberg CC, Regnbogen SE, Studdert DM, et al. Patterns of communication breakdowns resulting in injury to surgical patients. *J Am Coll Surg* 2007; 204:533–540.
143. Rosenstein AH, O'Daniel M. Impact and implications of disruptive behavior in the perioperative arena. *J Am Coll Surg* 2006; 203:96–105.
144. Stiegler MP, Tung A. Cognitive processes in anesthesiology decision making. *Anesthesiology* 2014; 120:204–217.
145. Fioratou E, Flin R, Glavin R. No simple fix for fixation errors: cognitive processes and their clinical applications. *Anaesthesia* 2010; 65:61–69.
146. Cook TM, Woodall N, Frerk C. Major complications of airway management in the UK: results of the fourth national Audit Project of the royal College of anaesthetists and the difficult airway society. Part 1: anaesthesia. *Br J Anaesth* 2011; 106:617–631.
147. Marcus R. Human factors in pediatric anesthesia incidents. *Pediatr Anesth* 2006; 16:242–250.
148. Lee J-H, Kim E-K, Song I-K, et al. Critical incidents, including cardiac arrest, associated with pediatric anesthesia at a tertiary teaching children's hospital. *Pediatr Anesth* 2016; 26:409–417.
149. Barach P, Johnson JK, Ahmad A, et al. A prospective observational study of human factors, adverse events, and patient outcomes in surgery for pediatric cardiac disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008; 136:1422–1428.
150. Umoren RA, Sawyer TL, Ades A, et al. Team stress and adverse events during neonatal tracheal intubations: a report from NEAR4NEOS. *Am J Perinatol* 2020; 37:1417–1424.
151. Bensouda B, Mandel R, Mejri A, Lachapelle J, St-Hilaire M, Ali N. Effect of an audience on trainee stress and performance during simulated neonatal intubation: a randomized crossover trial. *BMC Med Educ* 2018; 18:230.
152. Thim S, Henriksen TB, Laursen H, Schram AL, Paltved C, Lindhard MS. Simulation-based emergency team training in pediatrics: a systematic review. *Pediatrics* 2022; 149:e2021054305.
153. Habre W, Disma N, Virag K, et al. Incidence of severe critical events in paediatric anaesthesia (APRICOT): a prospective multicentre observational study in 261 hospitals in Europe. *Lancet Respir Med* 2017; 5:412–425.
154. Auroy Y, Ecoffey C, Messiah A, Rouvier B. Relationship between complications of pediatric anesthesia and volume of pediatric anesthetics. *Anesth Analg* 1997; 84:234–235.
155. Johnston L, Sawyer T, Ades A, et al. Impact of physician training level on neonatal tracheal intubation success rates and adverse events: a report from National Emergency Airway Registry for Neonates (NEAR4NEOS). *Neonatology* 2021; 118:434–442.
156. Branca A, Tellez D, Berkenbosch J, et al. The new trainee effect in tracheal intubation procedural safety across PICUs in North America: a report from National Emergency Airway Registry for Children. *Pediatr Crit Care Med* 2020; 21:1042–1050.
157. van Sambeek SJ, van Kuijk SMJ, Kramer BW, Vermeulen PM, Vos GD. Endotracheal intubation skills of pediatricians versus anesthesiologists in neonates and children. *Eur J Pediatr* 2019; 178:1219–1227.
158. Donoghue AJ, Ades AM, Nishisaki A, Deutsch ES. Video-laryngoscopy versus direct laryngoscopy in simulated pediatric intubation. *Ann Emerg Med* 2013; 61:271–277.
159. Soghier LM, Walsh HA, Goldman EF, Fratantoni KR. Simulation for neonatal endotracheal intubation training: how different is it from clinical practice? *Simul Healthc* 2022; 17:e83–e90.
160. O'Shea JE, Kirolos S, Thio M, Kamlin COF, Davis PG. Neonatal videolaryngoscopy as a teaching aid: the trainees' perspective. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2021; 106:168–171.
161. Moussa A, Luangxay Y, Tremblay S, et al. Video-laryngoscope for teaching neonatal endotracheal intubation: a randomized controlled trial. *Pediatrics* 2016; 137:e20152156.
162. Saran A, Dave N, Karnik P. Efficacy and safety of videolaryngoscopy-guided verbal feedback to teach neonatal and infant intubation. A prospective randomised cross over study. *Indian J Anaesth* 2019; 63:791.
163. Disma N, Riva T, Hansen TG, Engelhardt T. Changing landscape of tracheal intubation in the very young. *Eur J Anaesthesiol* 2023; 40:307–309.
164. Eisler LD, Hua M, Li G, Sun LS, Kim M. A multivariable model predictive of unplanned postoperative intubation in infant surgical patients. *Anesth Analg* 2019; 129:1645–1652.
165. Wise-Faberowski L, Nargozian C. Utility of airway exchange catheters in pediatric patients with a known difficult airway. *Pediatr Crit Care Med* 2005; 6:454–456.
166. Cheon EC, Palac HL, Paik KH, et al. Unplanned, postoperative intubation in pediatric surgical patients. *Anesthesiology* 2016; 125:914–928.
167. Ramaswamy VV, Abiramalatha T, Bandyopadhyay T, Boyle E, Roehr CC. Surfactant therapy in late preterm and term neonates with respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2022; 107:393–397.
168. Sweet DG, Carnielli VP, Greisen G, et al. European consensus guidelines on the management of respiratory distress syndrome: 2022 update. *Neonatology* 2023; 120:3–23.