

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
Національний медичний університет ім.О.О.Богомольця

ЗАТВЕРДЖЕНО
на методичній нараді
кафедри анестезіології та інтенсивної терапії
завідувач кафедри
доцент Ярославська С.М.
протокол № 1 "26" серпня 2024 р.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

для студентів

<i>Навчальна дисципліна</i>	<i>Анестезіологія та інтенсивна терапія</i>
<i>Модуль №</i>	<i>1</i>
<i>Змістовний модуль №</i>	<i>1</i>
<i>Тема заняття</i>	<i>Гостра дихальна недостатність</i>
<i>Курс</i>	<i>5</i>
<i>Факультет</i>	<i>Медичні факультети №1, №2, №3 ФПЛЗСУ Медико-психологічний факультети</i>
<i>Спеціальність</i>	<i>222 «Медицина» 228 «Педіатрія» 225 «Медична психологія»</i>

Київ – 2024

Методичні рекомендації складено на основі типової навчальної програми співробітниками кафедри анестезіології та інтенсивної терапії Національного медичного університету імені О.О. Богомольця: асист. С.О. Середою, проф., д.мед.н. С.О. Дубровим, доц., к.мед.н. С.М. Ярославською, асист., к.мед.н. М.Ю. Мамоновою, доц., к.мед.н. С.М. Басмановим, доц., к.мед.н. Н.О. Волошиною.

Методичні рекомендації схвалено на засіданні кафедри анестезіології та інтенсивної терапії (протокол № 1 від 26 серпня 2024 р.)

В.о. завідувача кафедри анестезіології
та інтенсивної терапії
канд. мед. наук, доцент

 С.М. Ярославська

на засіданні Циклової методичної комісії з Педіатрії
(протокол № 1 від “30” 08 2024 р.)

професор, д.мед.н.  Кривопустов С.П.

на засіданні Циклової методичної комісії з хірургічних дисциплін
(протокол № 6 від “30” 09 2024 р.)

доцент, к.мед.н.  Стеценко О.П.

Актуальність:

Гостра дихальна недостатність (ГДН) є життєво загрозованим станом, який потребує негайної діагностики та інтенсивної терапії. Зростання кількості випадків ГДН внаслідок поширення COVID-19, хронічних обструктивних захворювань легень (ХОЗЛ), бронхіальної астми, травм та сепсису зумовлює важливість даної проблеми. Лікар будь-якої спеціальності має володіти базовими знаннями та практичними навичками для надання екстреної медичної допомоги, як на догоспітальному, так і на госпітальному етапах.

Гостра дихальна недостатність (ГДН) є ключовою причиною госпіталізації в відділення інтенсивної терапії, внаслідок невчасної діагностики стану або недостатнім вмінням працювати в команді та приймати правильні рішення, які базуються на теоретичних та практичних навичках призводить до летальності пацієнтів, що не завжди відповідає тяжкості стану пацієнта.

Для прикладу розуміння проблеми наводимо статистичні дані:

- **Пневмонія:** за даними ВООЗ є причиною близько 15% усіх смертей серед дітей до 5 років (2020). У дорослих смертність досягає 15-30%, зокрема при пневмонії, яка виникає в стаціонарі та при загрозованих станах, як ускладнена сепсисом.
- **COVID-19:** Гострий респіраторний дистрес-синдром (ГРДС) був зареєстрований у 20-40% госпіталізованих пацієнтів із COVID-19, із летальністю до 45%, що перебігав у тяжких формах.
- **Набряк легень:** Кардіогенний набряк легень має смертність близько 20% кардіологічних пацієнтів, а гострий набряк легень внаслідок токсичних уражень легень або травми може досягати 50-60%.
- **Бронхіальна астма:** Під час нападів бронхіальної астми, особливо при відсутності адекватної медичної допомоги, смертність сягає 0,2-0,4% (ніби, не є значним відсотком смертності у загальній статистиці, але це відповідає близько 180 тисяч смертей на рік у світі).
- **Пневмоторакс, поранення грудної клітки, травми, тощо є вельми актуальною проблемою нід час війни, але чіткої статистики відобразити неможливо.**

Отже, ГДН залишається гострою медичною та соціальною проблемою, що потребує комплексного підходу до її діагностики, лікування та профілактики. Гостра дихальна

недостатність є складною патологією, яка потребує інтегрованого підходу до навчання. Вивчення цієї теми має базуватися на поєднанні теоретичних знань із практичними навичками. Для цього необхідно використовувати сучасні гайдлайни, якісну навчальну літературу, практичні тренажери та навчальні відео.

Мета: надати здобувачам освіти, які навчаються у закладах вищої освіти, що здійснюють підготовку фахівців за спеціальностями галузі знань 22 «Охорона здоров'я» розуміння патофізіології, фармакології, етіологічних чинників, які призводять до розвитку ГДН, ознайомити їх з сучасними класифікаціями діагностики ГДН та основними клінічними проявами для формування навичок своєчасної ідентифікації ГДН у різних клінічних ситуаціях, навчити правильно вибирати тактику ведення пацієнтів із різними формами ГДН, розвинути розуміння навички ідентифікації критичних станів і надання невідкладної допомоги для даної категорії пацієнтів, вдосконалити вміння застосовувати сучасні методи діагностики та терапії ГДН. Ознайомити з принципами роботи з сучасним обладнанням для діагностики та лікування ГДН та вдосконалити роботу в мультидисциплінарній команді для координації невідкладної допомоги. Відобразити важливість розвитку комунікативних навичок між медичним персоналом та пацієнтом, їх родичами або людьми, хто супроводжує – щодо пояснення стану та запропонованих методів лікування.

Проблеми та питання:

1. **Труднощі вчасної діагностики:** ГДН може проявлятися неспецифічно, що ускладнює встановлення діагнозу вчасно. Для прикладу: задишка, гіпоксія, гіперкапнія чи ціаноз можуть бути пов'язані з іншими станами або наявними хронічними захворюваннями з якими пацієнт досить тривалий час живе.
2. **Етіологія:** причини ГДН включають не лише захворювання легень (пневмонія, ХОЗЛ, бронхіальна астма), а і серцево-судинні патології (гостра серцева недостатність, набряк легень), тромбоемболію легеневої артерії, травми грудної клітки, сепсис, тощо.
Розуміння клінічних аспектів: загальні симптоми (задишка, відчуття нестачі повітря), *об'єктивні показники* (частота дихання, сатурація, показники артеріального газоаналізу), *синдроми* (гіпоксія, гіперкапнічність, змішаний тип ГДН).
3. **Швидка реакція:** ГДН вимагає швидкої діагностики та корекції. Тут необхідно мати достатню теоретичну базу та відпрацювання практичних навичок, зокрема і

нетехнічних (комунікація, вміння роботи в команді та приймати правильні рішення), адже, затримка в оцінці та лікуванні може призвести до незворотних наслідків - смерті. Ми маємо обмаль часу і не завжди це може досягати більше 5 хвилин.

4. **Вміти клінічно мислити:** діагностичні труднощі при поліетіологічних станах можуть маскувати картину та призводити до невчасної діагностики, доволі часто ГДН є наслідком кількох чинників, що вимагає комплексного підходу до діагностики. Пацієнт не завжди помирає від тяжкості стану, він помирає, також тоді, коли лікар «не розуміє» той факт: «що саме зараз я лікую».
5. **Попередні знання:** анатомо-фізіологічні основи дихання: газообмін у легенях, механізм регуляція дихання, володіння навичками інтерпретувати аналізи газового складу крові, водно-електролітного балансу, вміння розраховувати дихальний об'єм, тощо. Фізика: що таке кисень, його дія на організм в цілому. Біохімія: енергія та механізми її утворення, адже, дихання – це процес за рахунок якого людина живе.
6. **Сучасні підходи до діагностики:** роль пульсоксиметрії, капнографії. Використання лабораторних тестів, таких як газовий аналіз крові. Візуалізаційні методи (УЗД, рентгенографія, СКТ грудної клітки).
7. **Володіння сучасними методами діагностики та шкалами оцінки тяжкості ГДН.**

Необхідні вміння і навички:

Оцінка ситуації та визначення безпеки.

Виклик екстреної невідкладно медичної допомоги (за необхідності).

Вміння працювати в команді.

Налагодити ефективну комунікацію з оточенням та іншими учасниками події.

Бути стресостійким.

Мати знання та розуміння патофізіології ГДН.

Мати знання та розуміння анатомії дихальної системи, фізіології дихання.

Знати фармакологічні препарати, які використовуються при лікуванні ГДН.

Розуміти критерії діагностики та алгоритми лікування ГДН.

Інтерпретувати клініко-інструментальні та лабораторні дані.

Бути готовим розпочати СЛР.

Вміти забезпечити прохідність дихальних шляхів.

Вміти працювати з дихальною апаратурою.

Мати навички проведення оцінки серцевого ритму.

Мати навички забезпечення доступу для введення лікарських засобів.

Обладнання: студентам необхідно надати доступ до манекенів для відпрацювання навичок забезпечення прохідності дихальних шляхів, ларингоскопи, бужі, надгортанні пристрої для забезпечення прохідності дихальних шляхів, трахеостомічні набори та набори для конікотомії та конікопункції, пульсоксиметр, монітор пацієнта, апарат ШВЛ, кисневий концентратор, наявність аналізів газового складу крові, дефібрилятор, протокол RSI, DAS та відпрацювати теоретичні матеріали на практиці.

Для вивчення теми ГДН можна додаєтково ознайомитися з:

1. ERS/ATS Clinical Practice Guidelines (2017).
2. ESICM Guidelines (2023).
3. BTS Guidelines (2016).
4. High-Flow Nasal Cannula Therapy (2021).
5. Американська колегія лікарів (ACP, 2021).
6. Рекомендації GRADE (2024).
7. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD).
8. American Thoracic Society (ATS).
9. British Thoracic Society (BTS).

Відео-лекції:

1. Канал MedCram на YouTube:
 - Серія лекцій про аналіз газів крові, вентиляційні стратегії та лікування ARDS.
2. Лекції від European Respiratory Society:
 - Детальні розгляди протоколів неінвазивної вентиляції та високопоточної кисневої терапії.
3. Відео-лекції з теми ГДН професора С.О. Дуброва:
<https://www.youtube.com/watch?v=dD3jbRlapxo>
<https://www.youtube.com/watch?v=MQiDoJ6qMuI>
https://www.youtube.com/watch?v=aJgWJk9N3_s
<https://www.youtube.com/watch?v=Vf4ul0T2EAQ>

Симуляційне навчання:

1. "Simulation in Healthcare: The Journal of the Society for Simulation in Healthcare."
2. "Clinical Simulation: Operations, Engineering, and Management" - Richard Kyle, W. Bosseau Murray.

Медична психологія та комунікація:

1. "Communication in Medicine" - Suzanne Kurtz, Jonathan Silverman, Juliet Draper.
2. "The Patient Will See You Now: The Future of Medicine is in Your Hands" - Eric Topol.

**Тема «Гостра дихальна недостатність» прекрасно викладена у підручнику, який
рекомендований для підготовки до практичного заняття під редакцією
професора Ф.С. Глумчера.**

ШАНОВНІ СТУДЕНТИ!

**Звертаю увагу, що тут не дублюється матеріал з підручника, а після вивчення матеріалу
посібника ви можете «підтримати» свої знання і додати нових рекомендацій.
Якщо у вас запитують закон дифузії газів, доставку кисню, тощо, що таке комплаєнс
легень, легеневі шунти, то ми враховуємо, що ви це прочитали у розділі нашого
підручника.**

**Зверніть увагу на додаткові ресурси та публікації, які можуть включати останні
стандарти та рекомендації з ГДН.**

ТЕМА:

Гостра дихальна недостатність (ГДН) – це стан, який характеризується раптовим порушенням функції зовнішнього дихання, яке призводить до недостатнього насичення крові киснем (гіпоксемія) або до надмірного накопичення вуглекислого газу (гіперкапнія). Цей стан становить небезпеку для життя і потребує негайного кваліфікованого медичного втручання.

Анатомія дихальної системи:

Дихальна система складається з:

1. Верхніх дихальних шляхів:

- Ніс, носоглотка.
- Гортань.

2. Нижніх дихальних шляхів:

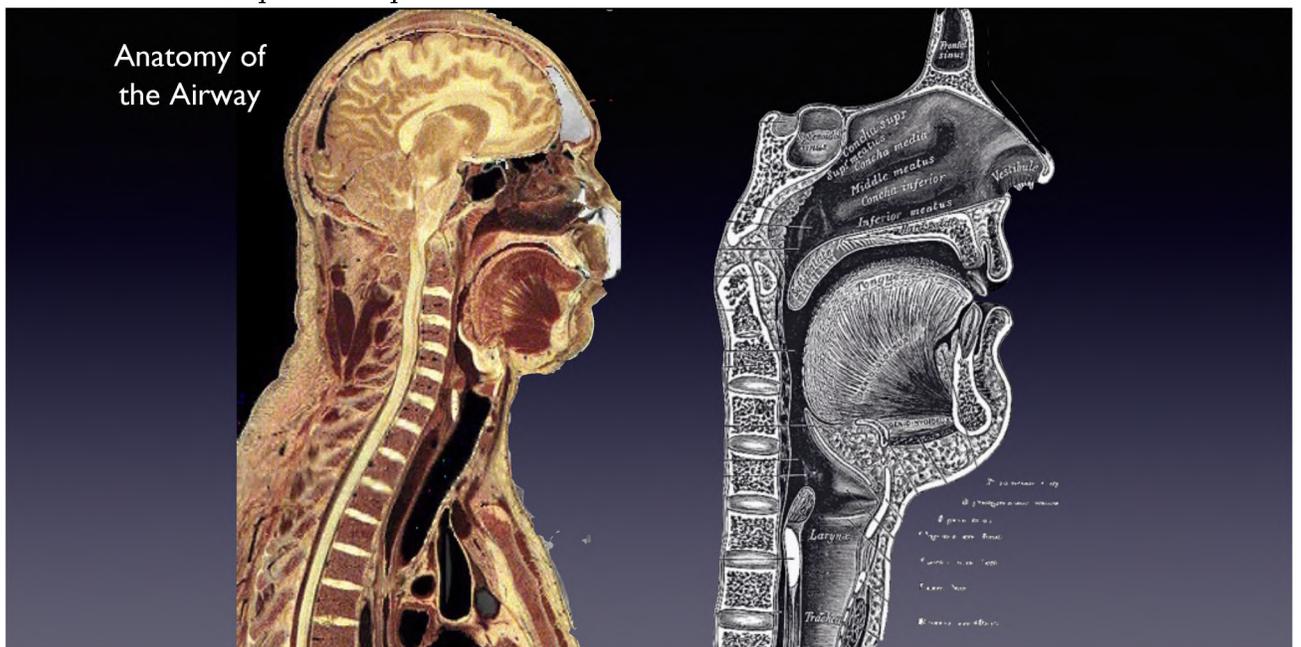
- Трахея.
- Бронхи (головні, сегментарні).
- Бронхіоли.

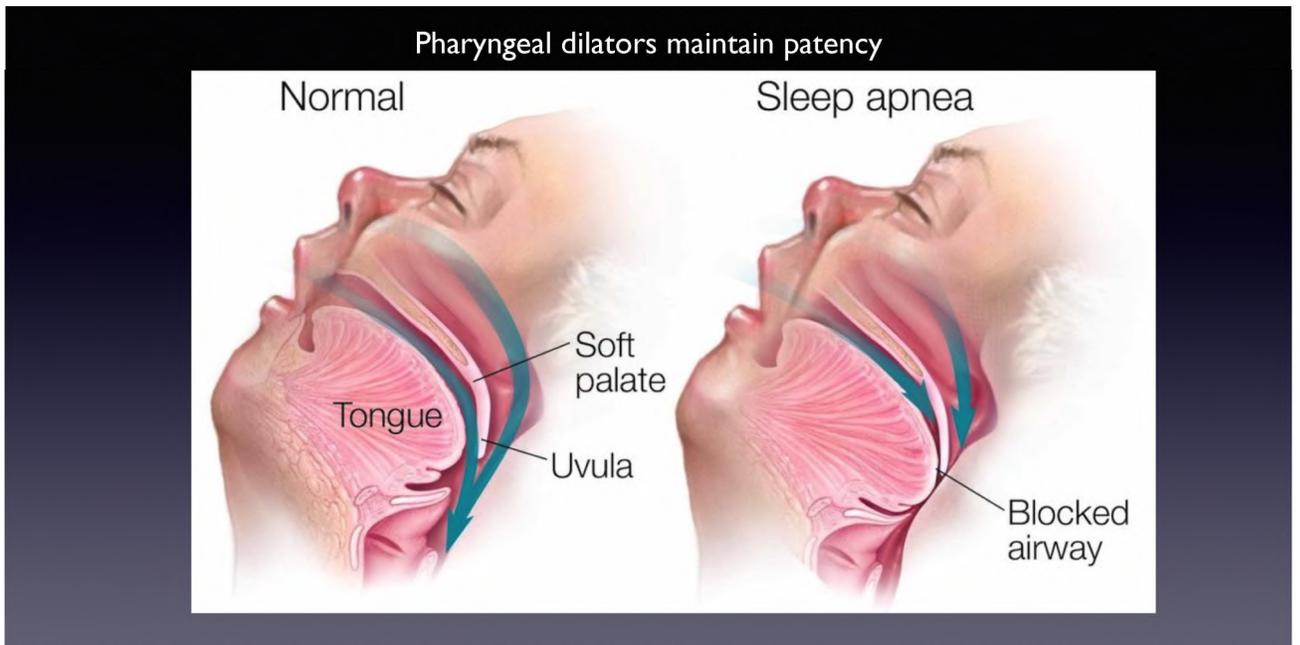
Легені:

- Альвеоли, де відбувається газообмін.
- Капіляри, які забезпечують перфузію.

3. Допоміжні структури:

- Діафрагма, міжреберні м'язи.
- Плевральна порожнина.





Фізіологія дихання:

1. Основні етапи:

- *Вентиляція: обмін повітря.*
- *Дифузія: обмін O_2 і CO_2 між альвеолами та кров'ю.*
- *Перфузія: транспорт газів кров'ю.*

2. Функції:

- *Доставка кисню до організму..*
- *Виведення вуглекислого газу.*
- *Підтримка кислотно-лужного балансу.*

Механізми регуляції дихання:

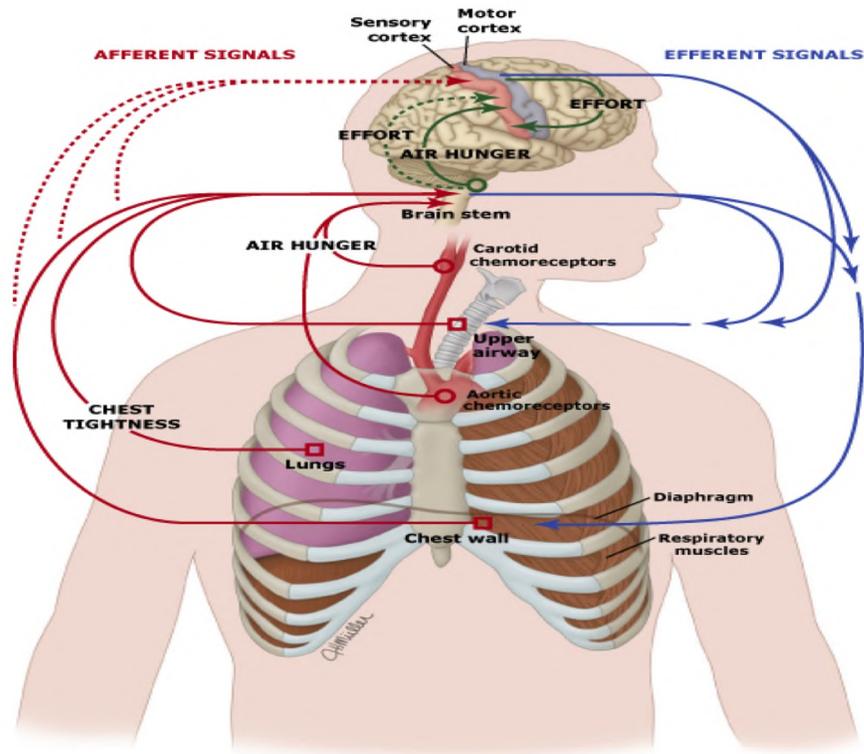
1. Нервова регуляція:

- *Дихальний центр у довгастому мозку та варолієвому мосту.*
- *Аферентні сигнали від хеморецепторів ($PaCO_2$, pH, PaO_2).*
- *Вегетативна нервова система регулює бронхоконстрикцію/бронходилатацію.*

2. Гуморальна регуляція:

- *Рівень CO_2 у крові є основним стимулом дихання.*
- *Гіпоксія активує периферійні хеморецептори (каротидні та аортальні тільця).*

Efferent and afferent signals that contribute to the sensation of dyspnea



The symptom of dyspnea likely arises from a range of sensory inputs, many of which lead to qualitatively distinct descriptive phrases used by patients. The sensation of respiratory effort arises from signals transmitted from the motor cortex to the sensory cortex (green arrow) when outgoing motor commands are sent to the ventilatory muscles (blue arrow). Motor output from the brain stem (blue arrow) may also be accompanied by signals transmitted to the sensory cortex, contributing to the sensation of effort (dotted green arrow).

The sensation of air hunger probably derives from a combination of stimuli that increase the drive to breathe such as insufficient oxygen or excess carbon dioxide (mediated by signals from chemoreceptors in the carotid body and aortic arch), acute hypercapnia or acidemia (mediated by signals from the peripheral and central chemoreceptors), airway and interstitial inflammation (mediated by pulmonary afferents), and vascular receptors. The intensity of air hunger is increased when there is a perceived mismatch between the outgoing efferent messages to the ventilatory muscles and incoming afferent signals from the lungs and chest wall.

Chest tightness, commonly associated with bronchospasm, is mediated by stimulation of vagal-irritant receptors. Afferent signals (red arrows) from airway, lung, and chest wall receptors most likely pass through the brain stem before being transmitted to sensory cortex, although it is also possible that some afferent information bypasses the brain stem and goes directly to sensory cortex (dotted arrow).

Red arrows: afferent signals; Blue arrows: efferent signals; Green arrows: signals within the central nervous system; Dotted lines: hypothetical pathways; Circles: chemoreceptors; Squares: mechanoreceptors.

Етіологія ГДН:

ГДН може бути викликана множинними причинами, серед яких:

1. Захворювання легень:
 - Пневмонія.
 - Гострий респіраторний дистрес-синдром (ARDS).
 - Обструктивні захворювання (ХОЗЛ, бронхіальна астма).
 - Тромбоемболія легеневої артерії (ТЕЛА).
2. Серцево-судинні порушення:
 - Гостра серцева недостатність.
 - Кардіогенний набряк легень.
3. Травматичні ураження:
 - Травма грудної клітки.
 - Пневмоторакс.
4. Інші фактори:
 - Сепсис.
 - Отруєння (наприклад, чадним газом).
 - Нервово-м'язові розлади (наприклад, міастенія).

Класифікація ГДН:

1. За типом порушень:
 - Гіпоксемічна (тип I): знижений рівень кисню в крові ($PaO_2 < 60$ мм рт. ст.), нормальний або знижений $PaCO_2$.
 - Гіперкапічна (тип II): підвищений рівень вуглекислого газу ($PaCO_2 > 55$ мм рт. ст.) може супроводжуватись часто з гіпоксією.
 - Змішаний тип: поєднання обох типів, але домінуючим був I або II тип ГДН.
2. За патогенезом:
 - Обструктивна (наприклад, ХОЗЛ, астма).
 - Рестриктивна (міастенія, наприклад, при фіброзі, плевриті).
 - Вентиляційна (знижена ефективність дихальної мускулатури або нейронального контролю).
 - Дифузна (порушення газообміну через альвеолярно-капілярну мембрану).
3. За швидкістю розвитку:
 - Гостра (розвивається за хвилини-години).
 - Хронічна (розвивається протягом днів і більше).

Клінічні прояви:

1. Загальні:
 - Задишка, відчуття нестачі повітря.
 - Втома, слабкість.
2. Специфічні:
 - Часте дихання (>25/хв), норма 12-20/хв.
 - Гіпотонія, тахікардія.
 - Ціаноз (губи, кінчики пальців), у дітей ретракція та втягнення крил носа..
 - Зниження сатурації (SpO₂ < 90%, при COVID-19 – 85%).
3. Загрозливі симптоми:
 - Сплутаність свідомості, кома (при важкій гіпоксії чи гіперкапнії).
 - Гіперсалівація, аритмії, колапс.

Діагностика:

1. Анамнез та клінічне обстеження:
 - Оцінка дихальної недостатності (частота дихання, сатурація).
 - Оцінка ризиків (куріння, супутні захворювання).
2. Лабораторні дослідження:
 - Газовий аналіз крові (PaO₂, PaCO₂, рН).
 - Лабораторна оцінка (гемоглобін, рівень лактату).
3. Інструментальні методи:
 - Пульсоксиметрія.
 - Спірометрія.
 - УЗД, рентгенографія ОГК або СКТ грудної клітки.
 - Ехокардіографія (для оцінки серцевої функції).
 - Інші.

Лікування:

1. Підтримка дихання:
 - Киснева терапія (залежно від рівня гіпоксії).
 - Неінвазивна вентиляція (NIV) або високопоточкова назальна канюля.
 - Інвазивна вентиляція (ШВЛ) у критичних випадках.
2. **Корекція основної причини:**
 - Антибіотики при інфекціях.

- Антикоагулянти при ТЕЛА.
- Бронхолітики при обструктивних захворюваннях.

3. Фармакотерапія.

4. Позиційна терапія.

Робота з киснем у відділенні реанімації:

1. Методи подачі кисню:

- Назальні канюлі (3-5 л/хв, FiO₂ до 30-40%).
- Маски лицеві (10-15 л/хв, FiO₂ до 60%).
- Маски із резервуаром (12-15 л/хв, FiO₂ до 80%).

При напруженому пневмотораксі дозволяється потік кисню до 20 л/хв, але пам'ятайте про створення додаткового тиску в кінці видиху.

- Високопотоківі канюлі (до 60 л/хв, FiO₂ до 100%).

2. Моніторинг:

- Сатурація (SpO₂ ≥ 92%).
- Газовий аналіз крові.

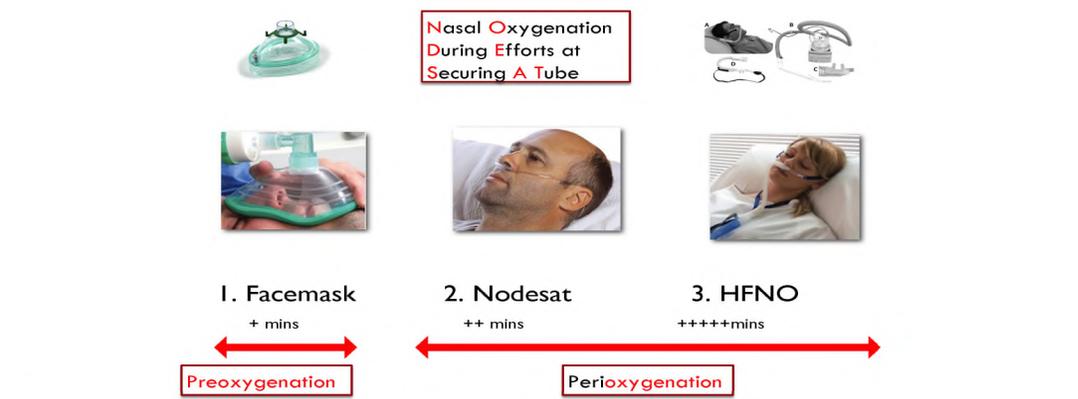
3. Ускладнення кисневої терапії:

- Гіпероксія (ризик токсичності FiO₂ більше 60%).
- Баротравма, ателектаз – високий тиск.

4. Особливості при ARDS:

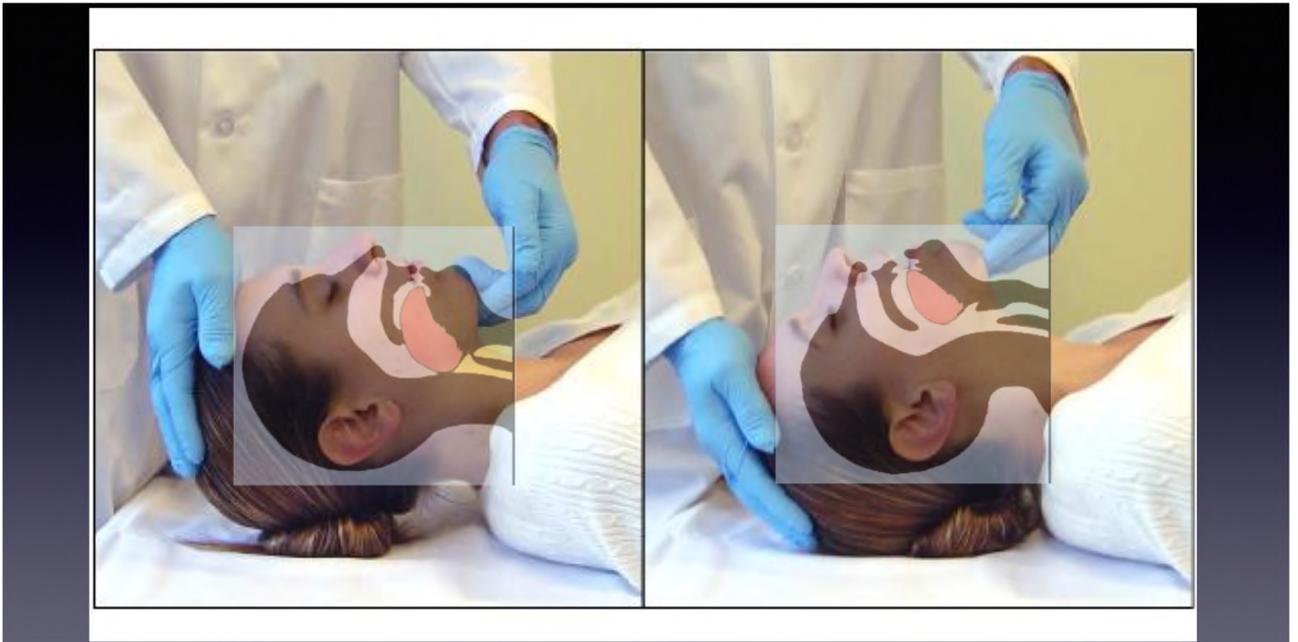
- Підтримка низького обсягу дихання (4-6 мл/кг ідеальної маси тіла).
- Використання РЕЕР для попередження колапсу альвеол, спірне питання досі.

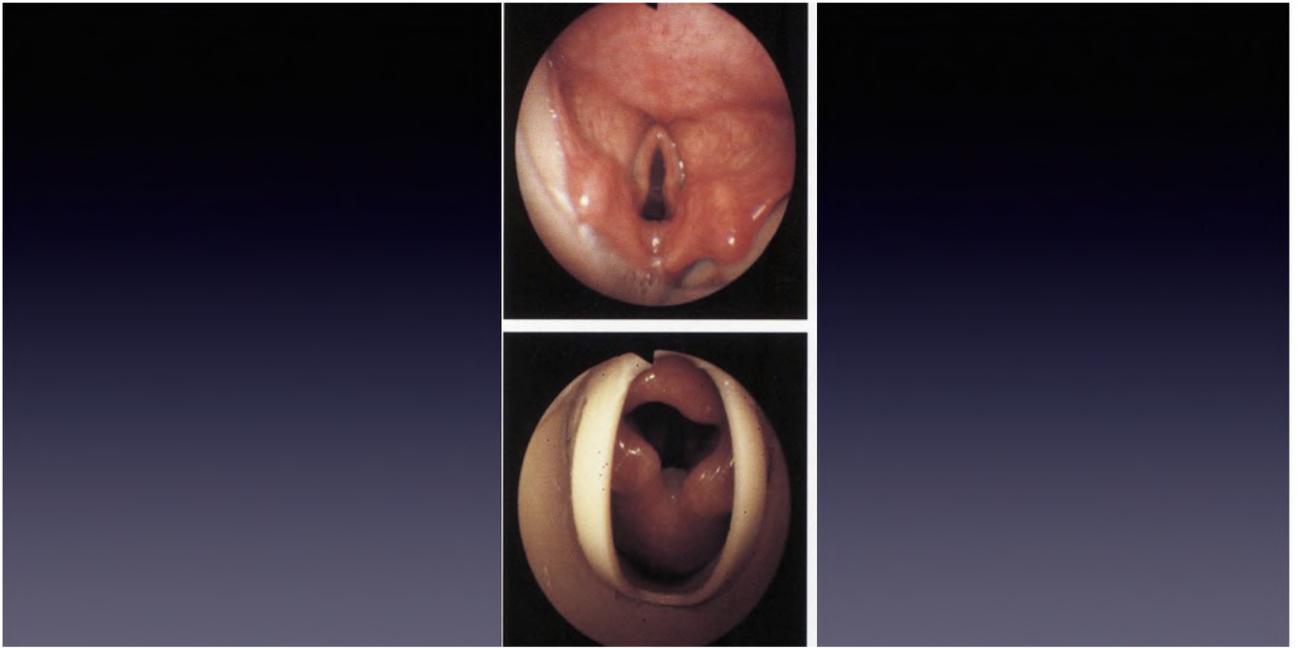
Будьте обережні з показником сатурації крові, тому що 99% це не означає, що все добре, тримайте показник в межах «98%», адже парціальне напруження кисню в плазмі крові може зростати до безкінечності, що призведе до КАТАСТРОФИ.



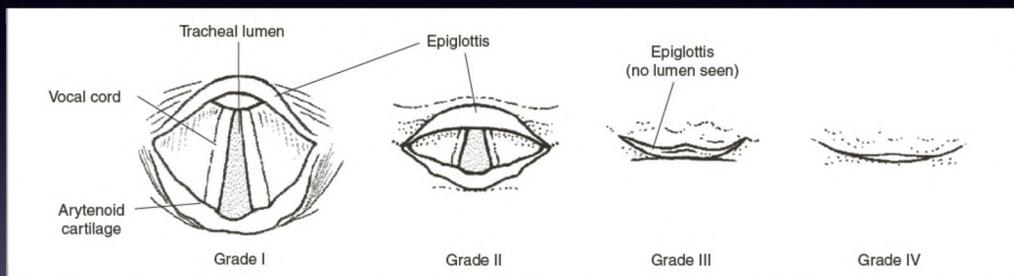
Покази до інтубації ЕТТ:

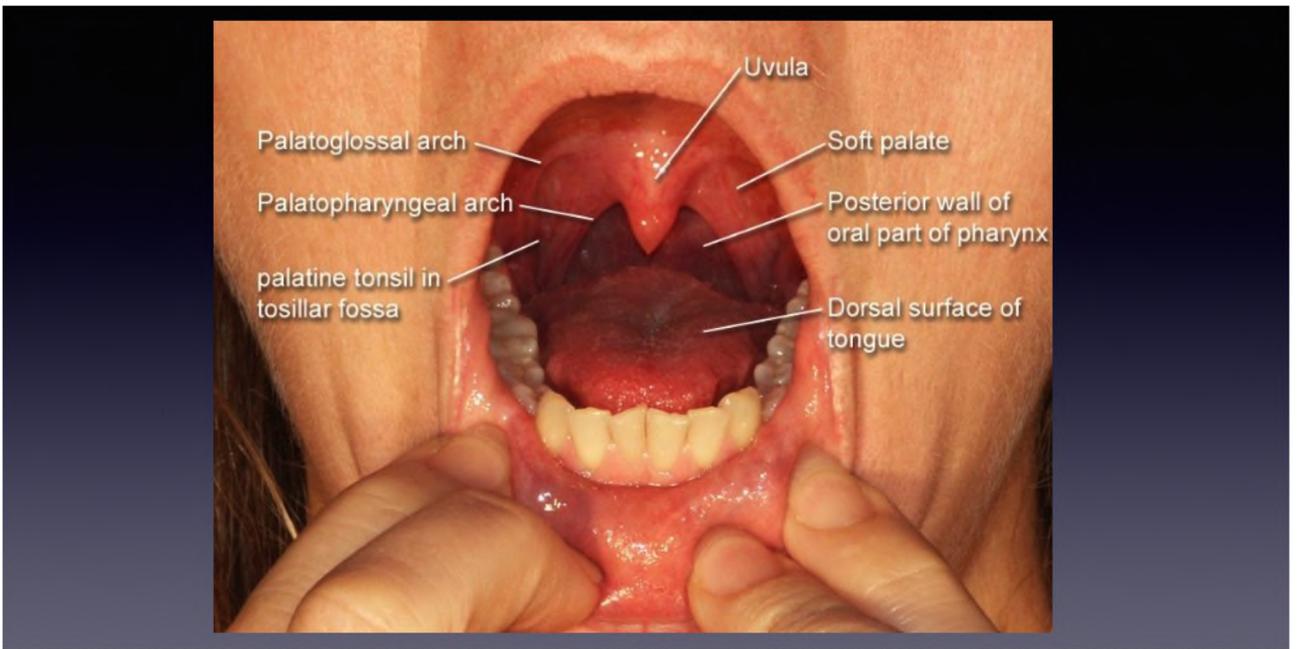
1. Критична гіпоксія:
 - $PaO_2 < 60$ мм рт. ст. при кисневій терапії.
($SpO_2 < 90\%$ або $< 85\%$ COVID-19) – цей показник не є точним, тому він не є пріоритетним.
2. Гіперкапнія:
 - $PaCO_2 > 55$ мм рт. ст. із розвитком ацидозу ($pH < 7.25$).
3. Дихальна втома:
 - Зростання частоти дихання $> 35/хв(40)$ або менше $7/хв$.
 - Порушення координації дихальних рухів.
4. Порушення свідомості:
 - Неможливість підтримувати прохідність дихальних шляхів.
5. Протекція дихальних шляхів:
 - При ризику аспірації або механічної обструкції.



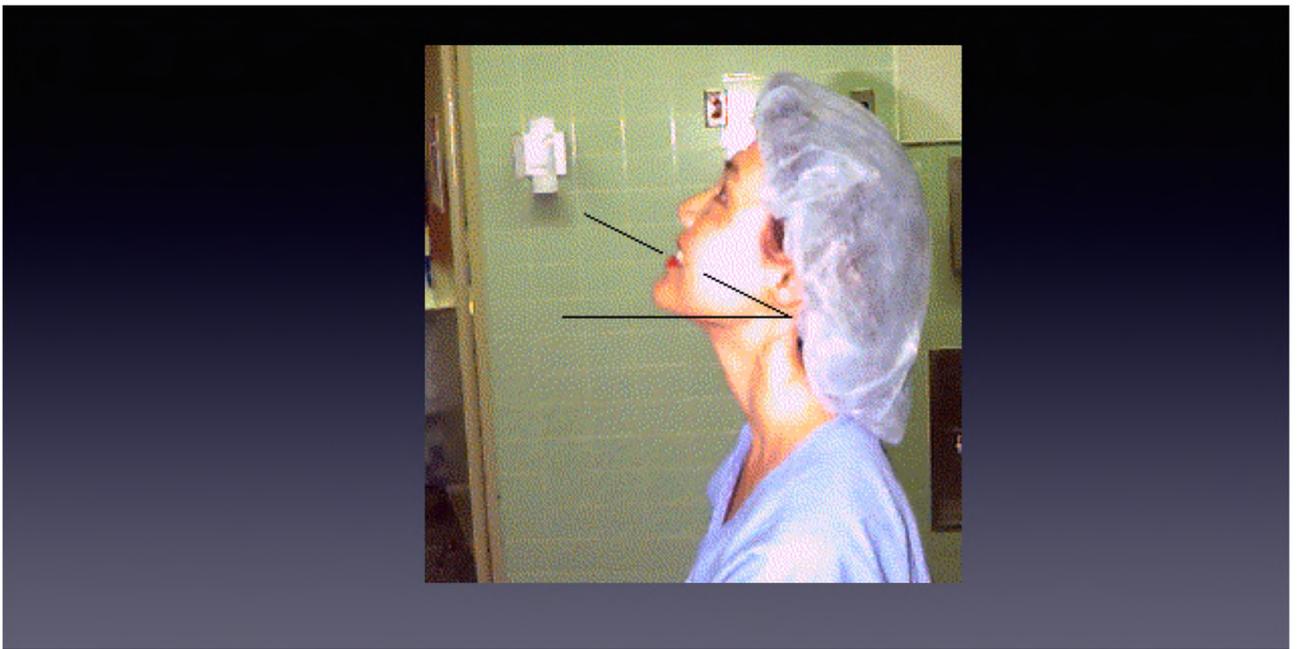


Cormack-Lehane view





Пам'ятаємо, що ЗОЛОТИМ стандартом протекції ДШ є ІНТУБАЦІЯ, але вона не завжди може бути успішною, тому використовуємо протокол ТДШ і правило «Воронки»



Будь підготовленим

Обладнання: відсмоктувач, O₂, рото-горлова та назофарингеальна трубки, мішок-маска, ларингоскоп, гумовий еластичний буж (ГЕВ), ларингеальна маска, ларингеальна трубка, набір інструментів для хірургічної або пункційної конікотомії, ендотрахеальні трубки (різні розміри), пульсоксиметр, капнограф, медикаменти.

Обмеж рухи шийного відділу хребта!

Преоксигенація

O₂ +/- мішок-маска +/- рото-горлова трубка +/- назофарингеальна трубка



LEMON: оцінка ймовірності складної інтубації

L = Look Externally (подивіться ззовні): пошукайте конкретні характеристики, які ускладнюють інтубацію або вентиляцію (наприклад, маленький рот або щелепа, дистальний прикус або травма обличчя).

E = Evaluate the 3-3-2 Rule (оцініть за правилом 3-3-2): Щоб полегшити проведення інтубації вирівняйте глотку, гортань, порожнину рота в одну вісь. Таким чином, необхідно щоб:

- Відстань між рідцями пацієнта має бути принаймні на 3 пальця у ширину (3)
- Відстань між під'язиковою кісткою і підборіддям була принаймні на 3 пальця у ширину (3)
- Відстань між виїмкою щитовидного хряща та дном рота має бути не менше, ніж на 2 пальця у ширину (2)

M = Mallampati - класифікація Маллампаті: переконайтеся, що гортанна частина глотки візуалізується відповідним чином. Для цього традиційно використовують класифікацію Маллампаті.

У пацієнтів, які лежать на спині, клініцист може оцінити бал за шкалою Маллампаті, попросивши пацієнта повністю відкрити рот і висунути язик; Потім світлом ларингоскопа просвічується в нижню частину горла зверху, щоб оцінити ступінь видимості

O = Обструкція: будь-який стан, що може викликати непрохідність дихальних шляхів ускладнює ларингоскопію та вентиляцію.

N = Neck Mobility (рухливість ший): це надважлива вимога для успішної інтубації. У пацієнта з нетравматичними ушкодженнями медичні працівники можуть легко оцінити рухливість, попросивши пацієнта торкнутися підборіддям до грудей, а потім підняти голову вгору, ніби дивлячись на стелю. Пацієнти, які вимагають іммобілізації шийного відділу хребта, очевидно, не зможуть рухати шиєю і тому їх складніше інтубувати.

The Emergency Airway Cognitive Tool

A Intubation
1st look direct C-Mac Stylet/bougie

B SAD
2nd generation Supraglottic Airway Device

C Face Mask
2 person technique Oral +/- Nasal airway

D Can't Intubate, Can't Oxygenate
Needle or Surgical Cricothyroidotomy



MANIPULATIONS:

- HEAD & NECK
- LARYNX
- DEVICE

ADJUNCTS

SIZE / TYPE

SUCTION / O₂ FLOW

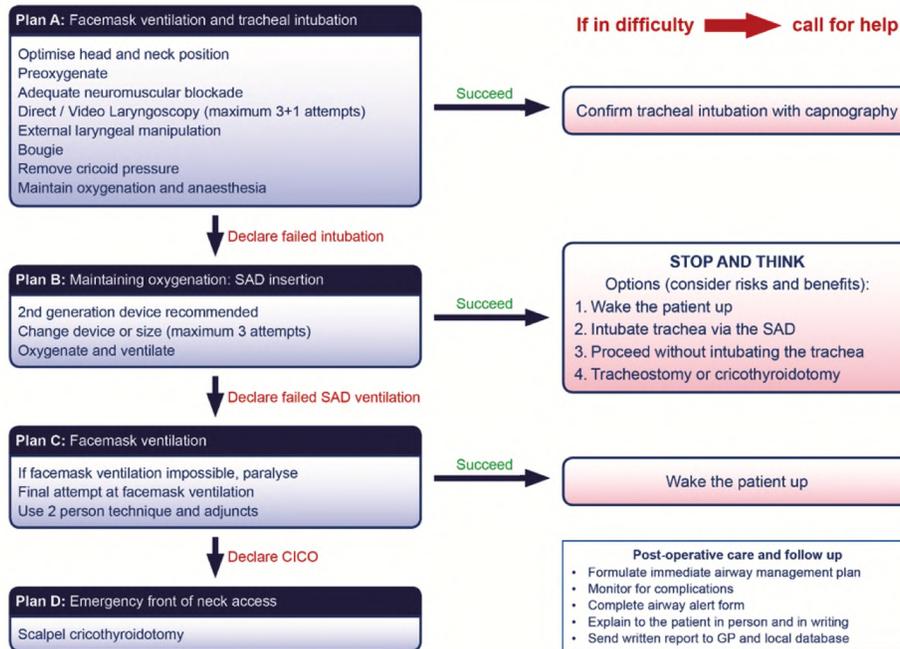
MUSCLE TONE



Adapted from Difficult Airway Society guidelines 2015 and the Vortex approach © Nicholas Chrimes 2013, 2016 (used with permission)

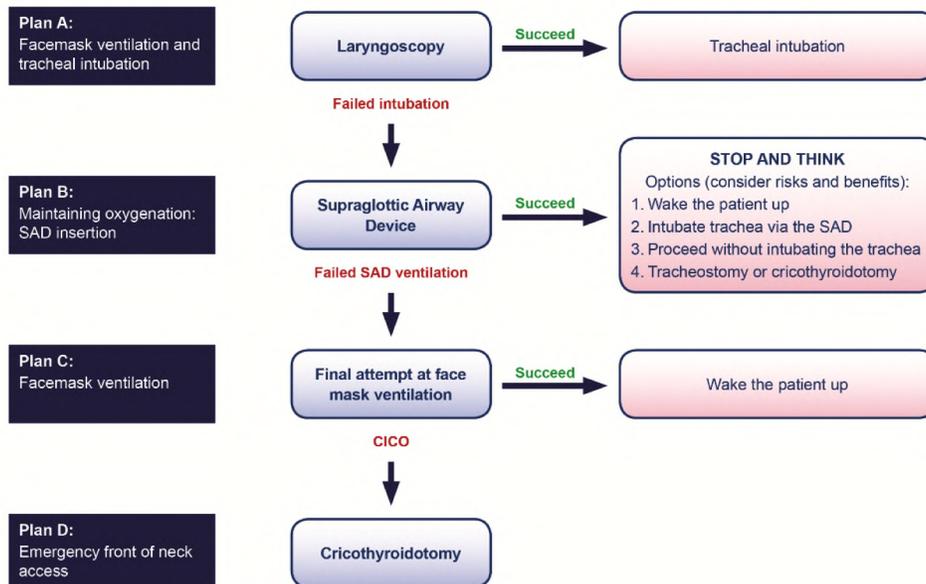


Management of unanticipated difficult tracheal intubation in adults



This flowchart forms part of the DAS Guidelines for unanticipated difficult intubation in adults 2015 and should be used in conjunction with the text.

DAS Difficult intubation guidelines – overview



This flowchart forms part of the DAS Guidelines for unanticipated difficult intubation in adults 2015 and should be used in conjunction with the text.

Режими ШВЛ:

1. Об'єм-контрольовані режими:

- VCV (Volume-Controlled Ventilation): Встановіть обсяг дихання, частоту та FiO₂.
- Підходить для контролю вентиляції при ARDS.

2. Тиск-контрольовані режими:

- PCV (Pressure-Controlled Ventilation): Встановіть тиск, FiO₂ та ЧД.
- Використовується при обмеженнях комплаєнсу.

3. Підтримуючі режими:

- CPAP (Continuous Positive Airway Pressure): постійний позитивний тиск в кінці видиху, встановіть мінімальну ЧД та FiO₂.
- PSV (Pressure Support Ventilation): Підтримка дихання пацієнта, дещо схожий на попередній режим.
- BiPAP: Перемінний позитивний тиск на вдиху/видиху, встановіть ЧД та FiO₂.

КОНТРОЛЬНИЙ СПИСОК ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСТРЕНОЇ ІНДУКЦІЇ			
ПІДГОТОВКА ПАЦІЄНТА	ПІДГОТОВКА ОБЛАДНАННЯ	ПІДГОТОВКА КОМАНДИ	ПІДГОТОВКА ДО РОБОТИ ЗІ СКЛАДНИМИ ДИХАЛЬНИМИ ШЛЯХАМИ
<ul style="list-style-type: none">> Преоксигенація?<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Подача 100% кисню<input type="checkbox"/> Апноїна оксигенація> Чи оптимальне положення пацієнта?<input type="checkbox"/> Розгляньте доцільність переведення пацієнта в положення сидячи> Судинний доступ?<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Встановлення внутрішньоживотного катетера<input type="checkbox"/> Встановлення внутрішньокісткового катетера> Як підтримуватиметься анестезія після індукції? _____	<ul style="list-style-type: none">> Які засоби моніторингу застосовуються?<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Капнограф<input type="checkbox"/> Датчик для вимірювання SpO₂<input type="checkbox"/> ЕКГ<input type="checkbox"/> Апарат для вимірювання артеріального тиску> Яке обладнання перевірено й доступне?<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Самонадувний мішок<input type="checkbox"/> Справний відсмоктувач<input type="checkbox"/> Два трахеальні трубки<input type="checkbox"/> Два ларингоскопи<input type="checkbox"/> Буж<input type="checkbox"/> Надгортанний повітропровід> Чи наявні необхідні препарати?<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Індукційний агент _____<input type="checkbox"/> Міорелаксант _____<input type="checkbox"/> Вазопресор _____	<ul style="list-style-type: none">> Розподіл ролей:<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Керівник команди<input type="checkbox"/> Перший фахівець, відповідальний за інтубацію<input type="checkbox"/> Другий фахівець, відповідальний за інтубацію<input type="checkbox"/> Помічник фахівця, відповідального за інтубацію<input type="checkbox"/> Лікарські засоби<input type="checkbox"/> Ручна стабілізація шийного відділу хребта (за наявності показань)<input type="checkbox"/> Екстрене забезпечення прохідності дихальних шляхів> Як звернутися по додаткову допомогу в разі необхідності?	<ul style="list-style-type: none">> Якщо дихальні шляхи складні, чи можливо вивести пацієнта з медикаментозного сну?> Який план на випадок виникнення труднощів при інтубації?<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> План А: RSI<input type="checkbox"/> План В: Мішок Амбу<input type="checkbox"/> План С: Надгортанний повітропровід<input type="checkbox"/> План D: Передньошийний доступ> Де необхідне обладнання, у тому числі альтернативні повітропроводи?<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> НЕ РОЗПОЧИНАЙТЕ БЕЗ НЬОГО> Чи очікуються будь-які конкретні ускладнення?

Джерело: NAP4 Report and findings of the 4th National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists

У пацієнтів, які поступили у відділення ургентно виконуємо протокол RSI для уникнення аспірації.

Препарати: (гіпнотики, наркотичні анальгетики, сукцинілхолін або рокуроній).

Памятаємо про:

Баротравму — баротравма легенів є добре відомим ускладненням вентиляції позитивного тиску. Наслідки включають пневмоторакс, підшкірну емфізему, пневмодіастінум.

Ураження легень, яке пов'язане з апаратом штучної вентиляції легенів — **(VALI)** відноситься до пошкодження легенів, яке виникає внаслідок механічної вентиляції. Його клінічно неможливо відрізнити від ураження легень або гострого респіраторного дистрес-синдрому внаслідок інших причин.

Аспіраційна та вентилятор-асоційована пневмонія та мікробна колонізація, адже пацієнти, які перебувають на штучній вентиляції легенів, мають високий ризик розвитку аспіраційної та вентиляційної пневмонії (ВАП).

Пацієнти, які перебувають на штучній вентиляції легенів, є резервуарами для внутрішньолікарняних патогенів, включаючи види *Staphylococcus*, *Pseudomonas* і *Aspergillus*. *Acinetobacter* і *Candida*. Обсерваційне перехресне спостереження за 51 закладом невідкладної та тривалої медичної допомоги в штаті Меріленд показало 31 відсоток поширеності *Acinetobacter baumannii* (серед яких майже половина були резистентними до карбапенемів) і 7 відсотків поширеності *Candida auris* (серед яких одна третина була нещодавно ідентифікована). Рівень поширеності був вищим серед пацієнтів у закладах тривалого лікування, ніж у лікарнях невідкладної допомоги. **Тому питання АНТИБІОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТІ є вельми актуальним.**

Ускладнення внаслідок ендотрахеальної інтубації є одним із травматичних ускладнень під час встановлення ендотрахеальної трубки (ЕТТ), довготривала ЕТТ призводить до стенозів трахеї, тому **рекомендовано розглянути накладання дилатативної трахеостомії пацієнтам, яким планується довготривала ШВЛ.**

Слабкість дихальних м'язів — це розлад дихальних м'язів часто зустрічається у пацієнтів, які знаходяться на штучній вентиляції легенів, навіть якщо вентиляція проводиться протягом короткого часу. Порушення функції дихальних м'язів може бути викликане наступним: механічна вентиляція може спричинити дифузну атрофію діафрагмального м'яза, явище, яке називається дисфункцією діафрагми, спричиненою вентилятором (**VIDD**). Виявляється, VIDD не корелює з периферичною нервово-м'язовою слабкістю. Діафрагмальна хвороба може

розвинулися вже в перший день механічної вентиляції. Чим довша тривалість механічної вентиляції, тим вища ймовірність значного VIDD. Пацієнти, які отримують більший відсоток контрольованої вентиляції впродовж перших 48 годин допоміжної механічної вентиляції, також демонструють більший ступінь атрофії діафрагми.

Слабкість дихальних м'язів – атрофія дихальних м'язів, крім діафрагми, також може розвинутися у пацієнтів, які проходять вентиляцію з позитивним тиском. Він може відбуватися незалежно від діафрагмального виснаження і не корелює з ним.

Порушення дихальних м'язів частіше зустрічається у тих, хто пройшов тривалу механічну вентиляцію легенів і зазвичай проявляється як труднощі з відлученням від механічної вентиляції легенів. Це може бути пов'язано з тривалим перебуванням у відділенні інтенсивної терапії та вищим ризиком ускладнень (наприклад, пневмонія, необхідність трахеостомії).

Знижений мукоциліарний кліренс — позитивний тиск під час ШВЛ погіршує мукоциліарну моторику в дихальних шляхах. У серії з 32 пацієнтів швидкість бронхіального транспорту слизу часто порушувалася і асоціювалася із затримкою секрету та має більший відсоток розвитку ВАП. **Застосування муколітиків мало вивчено і в цілому не використовується.**

Одне рандомізоване дослідження за участю 922 пацієнтів, які отримували механічну вентиляцію легенів, показало, що звичайна, порівняно з необхідною, небулізація муколітика ацетилцистеїну разом із сальбутамолом не зменшила кількість днів ШВЛ, тривалість перебування або смертність, але призвела до збільшення кількості тахіаритмій і збудження, тому достатньо проводити бронхоскопії планово.

Позалегенові ускладнення:

ШВЛ має вплив на кілька систем органів у всьому тілі. Це стосується серцево-судинної, шлунково-кишкової та ниркової системи, а також периферичної та центральної нервової системи. Деякі з цих ефектів безпосередньо пов'язані зі змінами внутрішньогрудного тиску через саму механічну вентиляцію, тоді як в інших важко відрізнити ефекти механічної вентиляції від ефектів основного захворювання.

Серцево-судинна система. Гемодинамічні ефекти механічної вентиляції є результатом створення позитивного тиску в дихальних шляхах на структури грудної клітки. Ступінь, до якої це відбувається, залежить від піддатливості грудної клітки та легень(комплаєнсу).

Передача тиску в дихальних шляхах є найбільшою, коли є низька піддатливість грудної стінки (наприклад, фіброз) або висока піддатливість легень (наприклад, емфізема);

Гіпотензія. Гіпотензія часто зустрічається у пацієнтів на штучній вентиляції легень. У серії з понад 2900 пацієнтів протягом однієї години після інтубації у 43 відсотків розвинулася серцево-судинна нестабільність, яка визначається як систолічний тиск <65 мм рт.ст. принаймні один раз, <90 мм рт.ст. протягом >30 хвилин, нова або підвищена потреба в вазопресорах або болюсі рідини >15 мл /кг.

Вентиляція при позитивному тиску часто знижує серцевий викид, що може спричинити гіпотензію. Існує кілька механізмів, які сприяють падінню серцевого викиду:

- Зменшення венозного повернення – внутрішньогрудний тиск підвищується спільно з тиском у правих відділах серця під час вентиляції з позитивним тиском, таким чином зменшуючи градієнт венозного повернення. Цей ефект підсилюється позитивним тиском у кінці видиху (PEEP) або внутрішньосудинною гіповолемією.

- Зменшення викиду з правого шлуночка – роздування альвеол під час вентиляції позитивного тиску стискає легенеve судинне русло. Це збільшує опір легневих судин, тим самим зменшуючи викид з правого шлуночка.

- Зменшення викиду з лівого шлуночка – підвищений опір легневих судин може змістити міжшлуночкову перегородку ліворуч, внаслідок погіршити діастолічне наповнення лівого шлуночка та зменшити викид з лівого шлуночка. Виняток може статися у пацієнтів з лівошлуночковою недостатністю, однак там підвищення внутрішньогрудного тиску від позитивного тиску може покращити роботу лівого шлуночка шляхом зменшення як венозного повернення, так і постнавантаження на лівий шлуночок.

Венозна тромбоемболія — пацієнти, які перебувають на штучній вентиляції легень, мають високий ризик венозної тромбоемболії (ВТЕ). Ступінь ризику та профілактика ВТЕ в цій популяції обговорюються окремо. **Використайте шкалу PADUA в стаціонарі.**

Стрессова виразка — ШВЛ більше 48 годин є фактором ризику клінічно важливої шлунково-кишкової кровотечі через виникнення стресових виразок. Детальна інформація щодо профілактики, діагностики та лікування стресових виразок надається окремо.

Порушення перистальтики — вентиляція з позитивним тиском також може бути пов'язана з гіпомоторикою кишечника.

Гостре ураження нирок — механічне ураження нирок пов'язане з розвитком гострого пошкодження нирок (ГПН). В одному дослідженні приблизно у 5-6 відсотків пацієнтів, які проходили штучну вентиляцію легень, розвинувся ГПН, що потребувало замісної ниркової

терапії. У проспективному когортному дослідженні 29 269 важкохворих пацієнтів вентиляція легенів під позитивним тиском була незалежним фактором ризику розвитку гострої ниркової недостатності, як варіант є гіпероксія.

Периферична нервово-м'язова слабкість у критичному стані є поширеною серед пацієнтів, які піддаються механічній ventilation. Патогенез є багатофакторним (наприклад, іммобілізація, тривале застосування седативних засобів, застосування нервово-м'язових блокаторів і критичне захворювання).

Підвищений внутрішньочерепний тиск. Ймовірно, це є результатом підвищення внутрішньоплеврального тиску, що порушує церебральний венозний відтік. Фактори, пов'язані зі збільшенням ПВЧТ, включають піддатливість нижньої частини дихальної системи, нижчий середній артеріальний тиск і рекрутування легенів, а також підвищений артеріальний тиск вуглекислого газу.

Порушення сну є поширеним явищем серед пацієнтів у відділенні інтенсивної терапії. Наприклад, у проспективній когорті з 20 пацієнтів, які проходили штучну вентиляцію легенів у зв'язку з травмою легенів, жоден не мав нормального сну за даними 24-годинної полісомнографії. Тому, розгляньте медикаментозну санацію задля запобігання реанімаційного делірію.

Різноманітні неврологічні ефекти — делірій і порушення пам'яті або когнітивних функцій, які виникають під час механічної вентиляції, ймовірно, багатофакторні та частково пов'язані з основним захворюванням легень або, можливо, апоптозом гіпокампу.

Тривалий постільний режим також асоціюється з резистентністю до інсуліну і контрактурами суглобів. Під час механічної вентиляції узголів'я ліжка часто піднімають, щоб запобігти аспірації, що може збільшити ризик крижових пролежнів через посилення тиску на шкіру в крижовій області.

Прогноз і профілактика:

1. Прогноз: Залежить від основного захворювання, швидкості діагностики та лікування.
 - При ARDS летальність сягає 30-50%.
2. Профілактика:
 - Вакцинація проти грипу, пневмококів.
 - Контроль факторів ризику (куріння, ожиріння).
 - Раннє лікування інфекцій.

Це приклад обладнання та розрахунку доз препаратів.
Для розрахунку препаратів для дітей рекомендовано використовувати додаток або локальний протокол.

Педіатричні розрахунки при тяжкій травмі															
Вік	___ років ___ місяців	Вага	КГ												
		1 – 12 місяців = (0,5 × вік у місяцях) + 4 1 – 5 років = (2 × вік у роках) + 8 6 – 12 років = (3 × вік у роках) + 7													
A	Airway (дихальні шляхи)	<ul style="list-style-type: none"> Розмір ЕТ-трубки = (вік у роках / 4) + 4 ЕТ-трубка з манжетою: використовувати меншу на 0,5 мм Довжина ЕТ-трубки: пероральна = (вік у роках / 2) + 12 													
		Надгортанний повітропровід (SAD)													
		<table border="1"> <tr> <td>< 5 кг</td> <td>5 – 12 кг</td> <td>10 – 25 кг</td> <td>25 – 35 кг</td> <td>30 – 60 кг</td> <td>50 – 90 кг</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1,5</td> <td>2</td> <td>2,5</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	< 5 кг	5 – 12 кг	10 – 25 кг	25 – 35 кг	30 – 60 кг	50 – 90 кг	1	1,5	2	2,5	3	4	
	< 5 кг	5 – 12 кг	10 – 25 кг	25 – 35 кг	30 – 60 кг	50 – 90 кг									
	1	1,5	2	2,5	3	4									
		Інтраназальна													
		<ul style="list-style-type: none"> Фентаніл: 2 мікрограм / кг Діаморфін: 0,1 мг / кг Кетамін: 3 мг / кг 													
		Внутрішньом'язова													
		<ul style="list-style-type: none"> Кетамін: 2 мг / кг 													
		Внутрішньовенна													
	<ul style="list-style-type: none"> Парацетамол: 15 мг / кг шляхом інфузії (макс. 1 г) Морфін: 0,03 – 0,1 мг / кг Фентаніл: 0,5 – 1 мікрограм / кг Кетамін: 0,2 – 0,5 мг / кг 														
B	Breathing (дихання)	<ul style="list-style-type: none"> Розмір плевральної трубки (французька шкала, Fr gauge) = розмір ЕТ-трубки x 4 Вставити до 4 см після останнього бічного отвору. Дихальний об'єм при вентиляції = 6 мл / кг 													
C	Circulation (кровообіг)	Рідини	<ul style="list-style-type: none"> Кристаліди: 10 мл / кг болюсно (макс. 500 мл) Опії: 0,9 % фізіологічний розчин 3-4 мл x % опіїв x вага (кг) Вести першу половину у перші 8 годин, другу половину — у наступні 16 годин												
		Переливання (при масивній кровотечі використовувати 1:1)	<ul style="list-style-type: none"> Кров: 5 – 10 мл / кг Свіжоморожена плазма (СЗП): 5 – 10 мл / кг Тромбоцити: 5 – 10 мл / кг (тромбоцити після аферезу), залежно від рівня тромбоцитів 												
		Трансасмова кислота (ТХА)	<ul style="list-style-type: none"> ТХА болюсно: 15 мг / кг (макс. 1 г) ТХА інфузія: 2 мг / кг / год протягом 8 годин (макс. 1 г протягом 8 годин = макс. 125 мг / год) 												
		Кальцій	<ul style="list-style-type: none"> 10 % хлорид кальцію: 0,2 мл / кг протягом 10 хвилин (макс. 10 мл протягом 10 хвилин) 												
D	Disability (порушення функцій)	Осмотерапія	<ul style="list-style-type: none"> Гіпертонічний 3 % фізіологічний розчин: 3–5 мл / кг протягом 10–20 хв (якщо > 50 кг, то 250 мл болюсно) 20 % маніт: 250 мг – 500 мг / кг (для 20 % маніту еквівалентно 1,25 – 2,5 мл / кг) 												
		Glucose (глюкоза)	<ul style="list-style-type: none"> 10 % декстроза (глюкоза): 2 мл / кг 												
E	Emergency drugs (препарати екстреної допомоги)		<ul style="list-style-type: none"> Адреналін 10 мікрограм / кг (макс. 1 мг) Атропін: 20 мікрограм / кг (макс. 600 мкг) Лоразепам: 0,1 мг / кг (макс. 4 мг) 												
		Енергія (енергія)	<ul style="list-style-type: none"> Дефібриляція: 4 Джоулі / кг (Якщо > 50 кг, то 150 Джоулів) 												

Список використаних джерел:

- Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD), 2023.
- ARDS Management Guidelines (BMJ), 2024.
- European Society of Intensive Care Medicine (ESICM): ARDS Guidelines, 2023.
- ATS/ESICM/SCCM Clinical Practice Guidelines for Mechanical Ventilation, 2019.
- Guidelines for the Ventilatory Management of Hypercapnic Respiratory Failure, BTS, 2019.
- High-Flow Nasal Cannula Therapy Guidelines, ERS, 2021.
- Wilderness Medical Society Guidelines on Drowning, 2024.
- Cochrane Reviews on Oxygen Therapy in ARDS, 2023.
- ECCO2 Removal Guidelines, Critical Care Journal, 2020.
- Prone Positioning in Acute Respiratory Failure: International Expert Guidance, 2023.
- German S3 Guideline on Acute Oxygen Therapy, 2021.
- Australian Oxygen Therapy Guidelines, Respiriology, 2022.
- Management of ARDS Patients with ECMO, Lancet Respiratory Medicine, 2023.
- Pediatric ARDS Guidelines, PALICC-2, 2023.
- Guidelines for the Management of the Difficult Airway, ASA, 2022.
- Management of Ventilator-Associated Pneumonia, AARC, 2022.
- High-Flow Nasal Oxygen Guidelines for Postextubation, ACP, 2021.
- Nunn's Applied Respiratory Physiology, Andrew B. Lumb.

21. Principles of Critical Care, Hall, Schmidt & Wood.
22. Textbook of Respiratory Medicine, Murray and Nadel.
23. Critical Care Medicine: The Essentials, Marini and Wheeler.
24. Pulmonary Pathophysiology: The Essentials, West.
25. Respiratory Care: Principles and Practice, Hess.
26. Pulmonary Diseases and Disorders, Fishman.
27. Advanced Respiratory Critical Care, Nick Maskell.
28. Mechanical Ventilation, Martin J. Tobin.
29. ARDS: A Comprehensive Clinical Approach, Vincent.
31. Gas Exchange Abnormalities in ARDS (Journal of Respiratory Medicine, 2022).
32. Impact of Early Prone Positioning in ARDS (Critical Care Journal, 2023).
33. Pathophysiology of Hypoxemia (Lancet, 2023).
34. Role of Inhaled Vasodilators in ARDS (American Journal of Respiratory Medicine, 2024).
35. Ventilation Strategies in ARDS: A Meta-Analysis (BMJ Open Respiratory Research, 2024).