

**VILNIAUS UNIVERSITETAS
MEDICINOS FAKULTETAS**

Baigiamasis darbas

Invazinės ir neinvazinės plaučių ventiliacijos taikymas Skubios pagalbos skyriuje.

Literatūros apžvalga

Invasive and Non-invasive Mechanical Ventilation in Emergency Department.

Literature Review

Studentas (vardas, pavardė), grupė: **Karolis Jurčiukonis** VI kursas, 6 gr.

Katedra/ Klinika kurioje ruošiamas ir ginamas darbas

Klinikinės medicinos institutas, Skubios medicinos klinika

Darbo vadovė

Doc. dr. Ieva Jovaišienė

(pedagoginis vardas, mokslo laipsnis, vardas, pavardė)

Klinikos vadovas

Prof. dr. Pranas Šerpytis

(pedagoginis vardas, mokslo laipsnis, vardas, pavardė)

Mokslo tiriamojo darbo įteikimo data 2023-05-17

Registracijos Nr. 2023-05/2

2023

Studento elektroninio pašto adresas karolis.jurciukonis@mf.stud.vu.lt

TURINYS

SANTRAUKA.....	3
SUMMARY	4
ĮVADAS	5
LITERATŪROS ATRANKOS STRATEGIJA.....	6
UŽDAVINIAI.....	6
LITERATŪROS APŽVALGA.....	6
1. NEINVAZINĖ PLAUČIŲ VENTILIACIJA	6
1.1. NEINVAZINĖS PLAUČIŲ VENTILIACIJOS RŪŠYS	7
1.2. NUOLATINIO IR DVIFAZIO TEIGIAMO KVĖPAVIMO TAKŲ SLĖGIO VENTILIACIJOS	7
1.3. DIDELĖS TĖKMĖS DEGUONIES TERAPIJA	9
1.4. DIRBTINĖS PLAUČIŲ VENTILIACIJOS TAIKYMAS HIPERKAPNINIO IR HIPOKSEMINIO KVĖPAVIMO NEPAKANKAMUMO GYDYMUI.....	11
1.5. SKIRTINGOS NEINVAZINĖS PLAUČIŲ VENTILIACIJOS BŪDAI.....	13
1.6. NEINVAZINĖS PLAUČIŲ VENTILIACIJOS KOMPLIKACIJOS	13
2. INVAZINĖ PLAUČIŲ VENTILIACIJA.....	14
2.1. PASIRINKIMAS TAIKYTI INVAZYVIĄ PLAUČIŲ VENTILIACIJĄ	14
2.2. ENDOTRACHĖJINĖS INTUBACIJOS BŪDO PASIRINKIMAS	17
2.3. MECHANINĖS PLAUČIŲ VENTILIACIJOS RĖŽIMO PASIRINKIMAS PRIĖMIMO – SKUBIOS PAGALBOS SKYRIUJE	19
PRAKTINĖS DIRBTINĖS PLAUČIŲ VENTILIACIJOS TAIKYMO PRIĖMIMO – SKUBIOS PAGALBOS SKYRIUJE REKOMENCACIJOS	21
APTARIMAS	22
IŠVADOS	22
LITERATŪROS SĄRAŠAS	23

SANTRAUKA

Dirbtinė plaučių ventilacija yra esminė sunkiai sergančio paciento gelbėjimo intervencija, kuri naudojama kiekvienoje ligoninėje, ir jos reikšmė nuo atradimo – nuolat didėja. Šiais laikais dirbtinis plaučių ventiliavimas naudojamas stacionaruose ir net namų sąlygomis. Šios kvėpavimo palaikymo priemonės nauda išskirtinai reikšminga Priėmimo – skubios pagalbos skyriuje. Čia svarbu, jei yra indikacijos, pacientui ne vien greitai pradėti taikyti mechaninę plaučių ventilaciją, tačiau ir teisingai parinkti plaučių ventiliacijos strategiją. Tik tada bus suteikiama tinkama pagalba, sumažinama komplikacijų rizika ir kiek įmanoma, išsaugoma paciento gyvenimo trukmė bei kokybė. Egzistuoja dvi dirbtinės plaučių ventiliacijos rūšys: invazinė ir neinvazinė plaučių ventilacija. Abi dirbtinės plaučių ventiliacijos rūšys turi savitas indikacijas, panaudojimo būdus, režimus bei komplikacijas. Neinvazinė plaučių ventilacija yra atliekama per kaukę, nosies kaniules ar šalną, tačiau neužtikrina kvėpavimo takų praeinamumo nesąmoningiems pacientams. Invazyvi plaučių ventilacija taikoma atlikus endotrachėjinę intubaciją, puikiai tinka sunkiems pacientams, tačiau turi ir didesnę komplikacijų bei nepageidaujamų reiškinių dažnį. Pasirinkimas tarp dirbtinės plaučių ventiliacijos rūšių dažnai nėra paprastas bei priklauso nuo paciento būklės, pagrindinės kvėpavimo nepakankamumo priežasties ir personalo patirties.

Šio mokslinio darbo tikslas – apžvelgti naujausią literatūrą dirbtinės invazinės ir neinvazinės plaučių ventiliacijos tema, aptarti invazinės ir neinvazinės mechaninės ventiliacijos Priėmimo – skubios pagalbos skyriuje privalumus, trūkumus ir veiksnius, turinčius įtakos pasirinkimui tarp jų. Taip pat bus pateiktos dirbtinės plaučių ventiliacijos taikymo Priėmimo – skubios pagalbos skyriuje praktinės rekomendacijos.

RAKTINIAI ŽODŽIAI

Neinvazinė plaučių ventilacija, invazinė plaučių ventilacija, Priėmimo – skubios pagalbos skyrius, mechaninė plaučių ventilacija, ROX indeksas, CPAP, BiPAP, didelės tėkmės nosies kaniulės, endotrachėjinė intubacija, ūminis kvėpavimo nepakankamumas, ūminis respiracinis distreso sindromas, hipokseminis kvėpavimo nepakankamumas, hiperkapninis kvėpavimo nepakankamumas.

SUMMARY

Mechanical pulmonary ventilation is an essential life-saving intervention for a critically ill patient. Pulmonary ventilation is used in every hospital and since its discovery its importance has been always increasing. Nowadays, mechanical lung ventilation is used in every hospital and even at home. The benefits of this respiratory support device are particularly significant in the Emergency Department. Here, if there are indications, it is important not only to quickly apply mechanical lung ventilation to the patient, but also to correctly choose the pulmonary ventilation strategy. Only then will the appropriate support be provided, the risk of complications will be reduced to a minimum and the patient's life quality will be preserved. There are two types of mechanical lung ventilation: invasive and non-invasive pulmonary ventilation. Both types of mechanical lung ventilation have specific indications, methods of use, modes and complications. Non-invasive lung ventilation is performed through a mask, nasal cannulas or other interfaces, but does not ensure airway protection in unconscious patients. Invasive lung ventilation is only possible after endotracheal intubation and is considered excellent for critically ill patients. Even though invasive ventilation offers better pulmonary support, it has a higher rate of complications and adverse effects. The choice between these two types of mechanical pulmonary ventilation is often not straightforward and depends on the patient's condition, the underlying cause of respiratory failure, and the experience of the staff.

The aim of this article is to review the latest literature on invasive and non-invasive mechanical pulmonary ventilation, to discuss the advantages and disadvantages of invasive and non-invasive mechanical ventilation in the Emergency Department and to consider factors affecting the choice between them. The practical recommendations for the use of mechanical pulmonary ventilation in the Emergency Department will also be presented.

KEYWORDS

Non-invasive pulmonary ventilation, invasive pulmonary ventilation, emergency department, mechanical pulmonary ventilation, ROX index, CPAP, BiPAP, high flow nasal cannulas, endotracheal intubation, acute respiratory failure, acute respiratory distress syndrome, hypoxemic respiratory failure, hypercapnic respiratory failure.

ĮVADAS

Dirbtinė plaučių ventiliacija (DPV) – pasaulyje dažniausiai naudojama trumpalaikė paciento gyvybės palaikymo priemonė, kuri kasdien taikoma įvairioms indikacijoms, varijuojančioms nuo planinių chirurginių procedūrų iki ūminio organų nepakankamumo (1). DPV yra reikalinga kaip išorinė pagalba kvėpavimui ir gyvybės palaikymui ūmios situacijos metu, todėl turi plačias indikacijas bei gali užtikrinti kvėpavimo funkciją tiek hiperkapninio, tiek hipokseminio kvėpavimo nepakankamumo (KN) metu (2). DPV skirstoma į du tipus: invazinę ir neinvazinę plaučių ventiliaciją (NIV). Plaučių ventiliacijos tipas pasirenkamas atsižvelgiant į paciento būklę bei kitus kriterijus, kadangi invazinė ir NIV turi savitas indikacijas ir kontraindikacijas (2,3). DPV strategija yra pasirenkama atsižvelgiant į paciento gyvybinių funkcijų stabilumą, sąmonės būklę ir esamą plaučių patologiją (4).

Ankstesni tyrimai dėl veiksnių, susijusių su ūminio plaučių pažeidimo atsiradimu ir progresavimu, buvo daugiausiai atliekami intensyviosios terapijos skyriuje, operacinėje ir terapiniuose skyriuose (5). Deguonies terapija PSPS skiriama įvairiose situacijose siekiant pagerinti oksigenaciją bei alveolių ventiliaciją pacientams atvykusiems į PSPS. Tiekiamo oro mišinio deguonies koncentraciją galima reguliuoti, tačiau paprastai ji yra didesnė nei ore (6). Taikant DPV galimas jatrogeninis plaučių sužalojimas dėl ventiliatoriaus sukkelto plaučių pažeidimo ir hiperoksijos. Įprastai pažeidimas pasireiškia kaip pablogėjusi plaučių mechanika, pneumonija ir/arba ūminis respiracinis distreso sindromas (ŪRDS) (7). Palyginamosios studijos metu buvo nustatyta, kad net 27,5% pacientų ūmus plaučių pažeidimas atsiranda vidutiniškai per pirmas dvi dienas po patekimo į PSPS (5). Tai rodo, kad tinkamas DPV valdymas iš karto po endotrachėjinės intubacijos yra labai svarbus, o nauji tyrimai parodė, kad tinkamas ventiliatoriaus valdymas yra gyvybiškai svarbus gydant sunkios būklės pacientus iki ligoninės ir PSPS (7). Palyginti su intensyvios terapijos arba chirurginiais skyriais, DPV ikihospitalinėje ir PSPS istoriškai buvo skiriama labai mažai dėmesio. Mokslinės literatūros stoka jaučiama beveik visose srityse susijusiose su DPV praktika PSPS bei ikihospitalinėje medicinoje. Šiai aktualiai temai taip pat trūksta dėmesio moksliniuose tyrimuose, darbuotojų mokymams skiriama mažiau laiko, o tai galiausiai atsiliepia klinikinėje praktikoje (8).

Šio mokslinio darbo tikslas yra apžvelgti naujausią mokslinę literatūrą dirbtinės invazinės ir neinvazinės plaučių ventiliacijos tema, koncentruojantis į DPV taikymo strategiją PSPS.

LITERATŪROS ATRANKOS STRATEGIJA

Literatūros apžvalga vykdyta nuo 2022-10-06 iki 2023-04-10. Straipsnių reikalingų moksliniam darbui paieška buvo atlikta naudojant PubMed, Google Scholar ir UpToDate duomenų bazes, daugiausiai dėmesio skiriant paskutinių 10 metų literatūrai. Straipsniai buvo atrinkti kiekvienai moksliniame darbe nagrinėjamai potemei individualiai. Straipsniai, kuriuose nagrinėjami gyvūnai, moksliniai darbai ne anglų kalba ir vieno klinikinio atvejo analizės buvo atmesti. Literatūros saugojimui, citavimui bei bibliografijos sudarymui naudota bibliografinių duomenų tvarkymo programa Zotero. Buvo naudotasi vadovėliais ir naujausiomis gairėmis.

UŽDAVINIAI

1. Apžvelgti neinvazinės plaučių ventiliacijos tipus bei jų efektyvumą, valdant hipokseminį ir hiperkapninį kvėpavimo nepakankamumą.
2. Įvertinti invazinės plaučių ventiliacijos indikacijas Priėmimo – skubios pagalbos skyriuje.
3. Apžvelgti invazinės ir neinvazinės plaučių ventiliacijos trūkumus ir rizikas, jas taikant Priėmimo – skubios pagalbos skyriuje.
4. Pateikti praktines rekomendacijas dirbtinės plaučių ventiliacijos taikymui Priėmimo – skubios pagalbos skyriuje.

LITERATŪROS APŽVALGA

1. NEINVAZINĖ PLAUČIŲ VENTILIACIJA

NIV yra vis dažniau naudojama DPV priemonė PPS ir kritinės priežiūros įstaigose esant įvairioms ligoms, įskaitant ūminį hipokseminį KN, pneumoniją ir astmą, nepaisant prieštaringų įrodymų apie NIV naudingumą šiose ligose (9,10). NIV patogumą ir populiarumą lemia tai, kad NIV nereikia endotrachėjinių kvėpavimo takų intubavimo, kurį dažniau nei NIV lydi įvairios komplikacijos, įskaitant infekcijas, tarp kurių dažniausia pneumonija (11,12). Ventilatoriaus sukeltas plaučių uždegimas yra laikomas viena iš pavojingiausių hospitalinių infekcijų, kuria, kaip žinoma, pacientai serga žymiai sunkiau nei visuomenėje įgyta pneumonija. Su šia hospitaline infekcija susijęs didelis pacientų

mirštamumas, lovadienių intensyvios terapijos skyriuje skaičius bei išlaidos skiriamos paciento gydymui (12–14). Kadangi nėra užtikrinamas kvėpavimo takų praeinamumas, NIV netinka, kai yra rizika, kad pacientas neišlaikys atvirų kvėpavimo takų. NIV netinka visiems pacientams, todėl, kai norima taikyti šį DPV metodą, svarbi kandidatų atranka (15). NIV populiarumas skirtingose valstybėse labai skiriasi. Dramatiški skirtumai gali būti stebimi ir skirtingose tos pačios šalies ligoninėse, tačiau žiūrint į bendras NIV naudojimo tendencijas, galima pastebėti, jog NIV naudojimas visame pasaulyje auga (16,17). Pavyzdžiui, jei 1998 metais NIV sudarė tik 4% visų naujai pradėtų DPV taikymo atvejų, tai iki 2004 metų pacientų gaunančių NIV dalis išaugo daugiau nei dvigubai ir siekė 11% (17).

1.1. NEINVAZINĖS PLAUCIŲ VENTILIACIJOS RŪŠYS

NIV gali būti suskirstyta į tris pagrindines rūšis: nuolatinio teigiamo kvėpavimo takų slėgio ventiliacija (angl. continuous positive airway pressure (CPAP)), dvifazio teigiamo kvėpavimo takų slėgio ventiliacija (angl. bilevel positive airway pressure (BiPAP)) ir didelės tėkmės deguonies terapija (angl. high flow oxygen therapy (HFOT)) (18).

1.2. NUOLATINIO IR DVIFAZIO TEIGIAMO KVĖPAVIMO TAKŲ SLĖGIO VENTILIACIJOS

CPAP ir BiPAP yra labai tarpusavyje panašios ir taip pat dažniausiai naudojamos NIV rūšys. Tiek CPAP, tiek BiPAP gali būti skiriamos naudojant visas NIV kaukes. Pagrindinis skirtumas tarp CPAP ir BiPAP yra tas, kad naudojant CPAP kvėpavimo takuose DPV aparatas palaiko pastovų slėgį viso kvėpavimo ciklo metu, o naudojant BiPAP sudaromas skirtingas slėgis, priklausomai nuo kvėpavimo fazės – įkvėpimo metu DPV aparatas sukuria didesnį slėgį, kad pacientui būtų lengviau įkvėpti, o iškvėpimo fazės metu slėgis sumažinamas, kad iškvėpimas nebūtų apsunkinamas (19). Verta paminėti, kad nors naudojant CPAP yra tik palaikomi atviri kvėpavimo takai ir sudaromos geresnės sąlygos pacientui kvėpuoti – DPV aparatas nenaudoja skirtingų slėgių siekiant palengvinti paciento kvėpavimo darbą, CPAP yra vis tiek klasifikuojamas kaip NIV rūšis, nes dažniausiai taikomas kaip alternatyva slėgio palaikymo ventiliacijos režimui (20).

Skirtingai nuo BiPAP, CPAP naudojimas yra paprastesnis ir reikalauja mažiau įgudžių ir patirties bei gali būti skiriamas be ventiliatoriaus (21).

Kelių studijų duomenimis, CPAP yra lygiai taip pat veiksmingas kaip ir BiPAP, gydant antrą pagal NIV panaudojimo dažnį sutrikimą – ūmaus širdies nepakankamumo sukeltą plaučių edemą (4,21). Pacientams, kuriems buvo taikytas CPAP, stebėtas mažėjantis KN, jiems rečiau tekdavo nutraukti NIV ir pereiti prie invazyvios plaučių ventiliacijos. Taip pat stebėtas šiek tiek mažesnis mirštamumas nei pacientams, kuriems buvo taikyta standartinė deguonies terapija (21). Kadangi pacientams, kuriems buvo taikytas CPAP, buvo stebimos panašios išėitys kaip ir tiems, kuriems buvo naudojamas BiPAP, galima teigti, jog CPAP būtų pranašesnis esant mažesniai medicininio personalo aprūpinimui bei ikihospitalinėje grandyje, o BiPAP būtų pranašesnis pacientams turintiems ryškesnę hiperkapniją (21). Nors šiuo klausimu dar trūksta randomizuoto tyrimo, vieno straipsnio autoriai pastebi, kad būna atvejų, kai hiperkapnija išsivysto vėliau po pradėtos taikyti NIV ir būtent dėl jos patiriama CPAP taikymo nesėkmė. Siekiant to išvengti, esant galimybei verta rinktis BiPAP, nes palyginus CPAP ir BiPAP yra stebimi panašūs nepageidaujami reiškiniai bei jų dažnis (22).

CPAP ir BiPAP naudojimas taip pat suintensyvėjo COVID – 19 pandemijos metu. Dideliam skaičiui kritinės būklės pacientų plūstant į PPS ir nebeužtenkant medicininės įrangos visiems pacientams pradėti taikyti invazyvią mechaninę ventiliaciją, jiems buvo pradėta taikyti neinvazyvi ventiliacija CPAP ir BiPAP metodais, taip siekiant pagerinti pacientų oksigenaciją bei išlaukti atsilaisvinančios lovos intensyvios terapijos skyriuje (23). Gydant COVID – 19 CPAP ir BiPAP buvo naudojama oksigenacijos pagerinimui, taip siekiant išvengti būklės prastėjimo, paciento perkėlimo į intensyvios terapijos skyrių, intubacijos bei galimai mirties. Kai ligoninės dar nebuvo perpildytos, užteko medicinos personalo išteklių bei tinkamo dydžio kaukių, kad būtų užtikrinta tinkama pacientų priežiūra, CPAP pagerino oksigenaciją net 91 – 95% atvejų. Ligoninėms persipildžius ir pradėjus trūkti personalo bei tinkamo dydžio kaukių, sėkmingo taikymo procentas nukrito, o situacijai vėl pagerėjus – pakilo. Ši situacija parodo ne tik CPAP naudą gerinant oksigenacijos rodiklius COVID – 19 infekcijos metu, bet ir tinkamos įrangos bei personalo išteklių svarbą taikant CPAP (24). Jei buvo pasirenkamas CPAP, pirmenybė buvo teikiama ventiliacijai naudojant šalmą (23,25). Vienos didžiausių Italijos ligoninių duomenimis, skaičiuojama, kad CPAP ir BiPAP taikymas COVID – 19 protrūkio metu padėjo išgelbėti 23,5% pacientų gyvybes. Šiems pacientams buvo stebima hipoksija, nepaisant didžiausios galimos koncentracijos deguonies tiekimo. Dėl įrangos stokos jiems nebuvo galimybės taikyti invazyvią mechaninę ventiliaciją, be kurios, manoma, jie visi būtų neišgyvenę (23). Esant dideliam skaičiui pacientų sergančių COVID – 19 sukeltu KN, kai neužtenka išteklių visiems pritaikyti

reikalingą invazyvią plaučių ventilaciją, remiantis meta analize ir sisteminė apžvalga, galima taikyti CPAP arba BiPAP (26).

1.3. DIDELĖS TĖKMĖS DEGUONIES TERAPIJA

HFOT yra deguonies terapija panaši į tradicinę deguonies terapiją nosies kaniulėmis, tačiau vietoj greičio iki 15 l/min, yra galimybė oro ir deguonies mišinį tiekti net iki 60 l/min greičiu, o deguonies koncentraciją galima padidinti iki 100% (27).

Per pastaruosius dvidešimt metų HFOT prietaisai buvo kuriami kaip alternatyva mažesnės tėkmės deguonies terapijai (27). HFOT gali būti naudojama deguonį tiekiant pro nosies kaniules arba kaukę. Abu šie būdai yra vienodai veiksmingi, tačiau pacientai reikšmingai geriau toleruoja nosies kaniules, todėl būtent jų naudojimas yra plačiai paplitęs (28). Naudojant didelės tėkmės nosies kaniules (DTNK), tiekiamas sušildytas ir sudrėkintas norimos deguonies koncentracijos oras. Dėl didelės tiekiamų dujų tėkmės sukuriama mažesnis slėgis viršutiniuose kvėpavimo takuose, o tai, tikėtina, sumažina negyvą oro tarpą, iš plaučių pašalina daugiau kvėpavimo metu susidariusio CO₂ ir sumažina kvėpavimo darbą (29). HFOT sistemos populiarumą lemia paprastumas ir paciento komfortas. HFOT taip pat gali sutrumpinti DPV naudojimo trukmę bei sumažinti kitų sistemų naudojimo poreikį (30).

Vieno randomizuoto tyrimo metu lyginant BiPAP, standartinę deguonies terapiją ir DTNK hipoksemiams pacientams be hiperkapnijos, nebuvo stebimi reikšmingi skirtumai tarp intubavimo dažnių. Tačiau pacientų grupėje, kuriai buvo taikytos DTNK 90 dienų laikotarpyje buvo stebėtas reikšmingai mažesnis mirštamumas (29). HFOT taikyti yra paprasta ir greita, o pacientams, atvykus į PPS, reikalinga skubi hipoksemijos korekcija. Tai HFOT taikymo pranašumas PPS. Dėl šių HFOT savybių pacientams greitai koreguojama dispnėja, kurią labiausiai palengvina negyvo oro tarpo sumažinimas bei oksigenacijos pagerinimas didesnio kiekio ir deguonies koncentracijos dujų patekimo į alveoles dėka (31). Randomizuoto tyrimo metu buvo palygintas standartinės deguonies terapijos ir HFOT metodų poveikis pacientams, atvykusiems į PPS su kardiogenine plaučių edema. Įdomu tai, kad HFOT sumažina KD reikšmingai greičiau nei standartinė deguonies terapija, KD matuojant praėjus jau 5 minutėms ir išlieka reikšmingas matuojant po 10, 15 ir 30 minučių nuo deguonies terapijos taikymo pradžios. Šis skirtumas tampa nereikšmingu praėjus valandai po oksigenoterapijos pradžios. Reikšmingas skirtumas būtent deguonies terapijos taikymo pradžioje parodo ne tai, kad HFOT taikymas praranda savo pranašumą, nes KD po 1 valandos nepradeda kilti, o tai, kad pacientai toleruoja HFOT ypatingai gerai. Šis skirtumas

pabrėžia HFOT naudą skubiai mažinant KD pacientams su kardiogenine plaučių edema. Tai itin svarbu PPS (32).

DTNK gali būti laikomas kaip pirmo pasirinkimo gydymas lengvam ar vidutinio sunkumo ūminiam KN. DTNK parodė geresnius rezultatus nei NIV ir standartinė deguonies terapija, gydant ūminį KN. Kadangi DTNK nesukuria pakankamai didelio teigiamo slėgio, todėl nerekomenduojamas sunkiam hipokseminiam ūminiam KN gydyti (33). Taikant DTNK reikia atsižvelgti į tai, kad šis oksigenacijos metodas yra itin komfortiškas pacientui, todėl gali paveltinti intubaciją dar labiau nei kiti NIV metodai (33). Jei pacientas yra atsisakęs intubavimo ar jam taikoma paliatyvi priežiūra, NIV yra pasirinkta daugiausiai kaip alternatyva intubacijai, kuria siekiama suteikti kuo didesnę komfortą. Komfortą geriau nei kitos NIV rūšys suteikia DTNK. Tai puikus pasirinkimas šiose situacijose (32).

Pacientams su lėtinės obstrukcinės plaučių ligos (LOPL) paūmėjimu pradinė deguonies terapija gali būti pradėta DTNK. Tačiau randomizuotame tyrime, kurio metu buvo priimta ši išvada, buvo nustatyta, kad DTNK yra ne prastesnis pasirinkimas nei kiti NIV būdai, tik jeigu PaCO₂ skirtumas tarp DTNK ir kitų NIV pacientų grupių yra mažesnis nei 10mmHg. Autoriai teigia, kad jei leidžiamas skirtumas būtų pasirinktas mažesnis, tyrimo išvada būtų kitokia. Taip pat verta paminėti, kad 32% pacientų, kuriems buvo pradėtos taikyti DTNK jau po 6 valandų prirėkė pereiti prie kitos NIV (34). Kitos studijos metu DTNK ir kiti NIV būdai buvo taikyti vienodai sėkmingai, o pacientai su DTNK patyrė mažiau odos pažeidimų kaukės tvirtinimo vietose (35). Didesnę reikšmę turi randomizuoto tyrimo rezultatai ir įžvalgos, todėl šiems pacientams verčiau iškart pradėti taikyti kitą NIV būdą, kuris greičiau mažina hiperkapniją, nors DTNK pacientų grupėje ir buvo stebimas didesnis komfortas (34,35).

Pacientams su ūminio širdies nepakankamumo sukelta plaučių edema ir dėl jo atsiradusia hipoksemija buvo ištirtas DTNK taikymas. Bandyti taikyti DTNK buvo pasirinkta dėl šio būdo savybių sumažinti negyvą oro tarpą bei sudaryti nedidelį teigiamą slėgį iškvėpimo ore, taip pašalinant didesnę CO₂ kiekį, ko pasekoje sumažėja paciento kvėpavimo darbas, minutinis kvėpavimo tūris bei KD. Lyginant su standartine deguonies terapija buvo stebėtas DTKN pranašumas palengvinant dispnėją, mažinant hipoksemiją, padidinant pH. DTKN taip pat buvo geriau toleruojamas bei sukėlė mažiau pašalinių požymių (6). Tačiau naujausio tyrimo duomenimis nebuvo stebėtas reikšmingas dispnėjos pagerėjimas, geresnės 30 dienų pacientų išeitys ar sumažėjęs natriuretinis peptidas (36). DTNK taikymas šiems pacientams yra toks pat veiksmingas kaip ir CPAP, jei vertiname 30 dienų išgyvenamumą, tačiau stebėtas nors ir nereikšmingai, tačiau didesnis nesėkmingo taikymo skaičius bei kvėpavimo sistemos pablogėjimas. Šio straipsnio autorių teigimu, nors DTNK yra naudingas

kitoms hipoksemijos priežastimis, DTNK taikymas plaučių edemos atveju nesuteikia jokio pranašumo lyginant su CPAP (37). Lyginant DTNK su invazyvios plaučių ventiliacijos taikymu, šiems pacientams stebėta panašiai pagerėjusi oksigenacija bei panašios išeitys, tačiau verta pastebėti, kad net 86,6% pacientų, kuriems buvo taikytos DTKN, buvo sėkmingai išgydyti nepereinant prie invazinės ventiliacijos (38).

DTNK taikymas taip pat buvo ištirtas kūdikių ir mažų vaikų tarpe. DTNK buvo sėkmingai skiriamos PSPS daugiausiai sergantiems bronchiolitu, bet taip pat ir kitoms ŪRDS priežastims kaip pneumonija, astma ar kitoms viršutinių kvėpavimo takų obstrukciją sukeliančioms ligoms. DTNK naudotos tada, kai neužtenka įprastos tėkmės nosies kaniulių, tačiau paciento būklė nereikalauja nedelsiant jį intubuoti. Kūdikiams ir vaikams pradėjus taikyti DTNK buvo stebimas reikšmingas endotrachėjinių intubacijų skaičiaus sumažėjimas. Apskritai intubacijų dažnis PSPS nukrito nuo 15,8% iki 8,1%, o išskiriant sergančius bronchiolitu vaikus, intubacijų dažnis sumažėjo daugiau nei per pusę – nuo 21% iki 10% (39). Apsispręsti ar verta PSPS pradėti taikyti DTNK gali padėti tam tikri rodikliai. Pastebėta, kad pediatrijoms pacientams turintiems hiperkapniją, mažiau ryškią tachipneją ir didesnę pediatrijinį mirtingumo rizikos balą, yra didesnė nesėkmingo DTNK taikymo tikimybė (40).

1.4. DIRBTINĖS PLAUČIŲ VENTILIACIJOS TAIKYMAS HIPERKAPNINIO IR HIPOKSEMINIO KVĖPAVIMO NEPAKANKAMUMO GYDYMUI

KN gali būti dvejopas: hipokseminis arba hiperkapninis. Kiekvienas jų reikalauja skirtingo gydymo ir tuo pačiu skirtingos plaučių ventiliacijos. Hipokseminio KN metu deguonies koncentracija kraujyje nukrenta žemiau apatinės ribos. Šis KN dažniausiai atsiranda dėl sutrikusios plaučių parenchimos funkcijos oksigenuoti kraują. Hiperkapninio KN metu kraujyje padidėja CO₂ koncentracija, dažniausiai dėl sutrikusio kvėpavimo raumenų darbo. Kadangi skiriasi KN etiologijos bei patofiziologijos, skiriasi ir jų gydymas (41).

Keletas atsitiktinių imčių kontroliuojamų tyrimų parodė, kad NIV sumažina intubacijos poreikį bei pacientų, sergančių ūminiu LOPL paūmėjimu arba ūmine kardiogenine plaučių edema, mirtingumą. Dėl šios priežasties NIV yra pirmo pasirinkimo gydymas sergant ūminiu hiperkapniniu KN (10). Daugiausiai naudos NIV suteikia LOPL paūmėjimo metu atsiradus ūminei respiracinei acidozei (15).

Viena iš dažniausių ūminio hiperkapninio KN priežasčių yra LOPL paūmėjimas, kurį dažnai lydi respiracinė acidozė. Šiems pacientams su acidoze, kai jų kraujo pH yra nuo 7,25 iki 7,35 rekomenduojamas NIV, konkrečiau BiPAP, taikymas. Acidozei esant ryškesnei nei

7,25, nesėkmės tikimybė yra didesnė, bet BiPAP vis tiek galima bandyti taikyti. BiPAP galima taikyti ir pacientams su ūminiu respiraciniu KN, kurį sukėlė krūtinės ląstos deformacijos, neuroraumeninė liga ar nutukimas. Nesant acidozės, BiPAP taikyti nerekomenduojama. Tuo tarpu CPAP panaudojimas apsiriboja nutukimo sukulto hipoventiliacijos sindromo gydymu, kai acidozė nestebima (42).

Gydant ūminį hipokseminį KN, prieš pradėdant taikyti NIV svarbu atkreipti dėmesį į P/F santykį. Kai P/F santykis <150 mmHg taikyti NIV – nerekomenduojama (42). Visiems kritinės būklės pacientams turintiems hipokseminį KN, deguonies terapija turėtų būti pradėta nuo aukštos koncentracijos deguonies skyrimo, siekiant pasiekti 94 – 98% kraujo deguonies saturaciją. Pasiekus norimą saturaciją, tiekiamo deguonies koncentraciją dažniausiai galima sumažinti išlaikant norimą kraujo deguonies saturaciją. Pacientams sergantiems LOPL ar kitomis ligomis, kurioms būdinga lėtinė hiperkapnija, užtenka pasiekti 88 – 92% kraujo deguonies saturaciją (43).

NIV yra saugi ir efektyvi priemonė gydant kardiogeninės plaučių edemos sukeltą ūminį hipokseminį KN. Tiek BiPAP, tiek CPAP turėtų būti skiriami jau PSPS, tačiau jei yra stebima acidozė, rekomenduojama rinktis BiPAP (42).

Laikas, kurį PSPS buvo naudota NIV, taip pat daro įtaką pacientų išėjimams. Trumpai prieš nesėkmę naudotas NIV nebuvo susijęs su blogesnėmis pacientų išėjimais, tačiau jei NIV buvo naudojamas PSPS ilgesnį laiką (4 valandas), buvo pastebėtas padidėjęs sergamumas ir didesnė pacientų mirtingumo rizika. Pastebėjus, kad NIV taikymas nepasiteisins, reikia NIV nepradėti arba nutraukti anksčiau, bet ne uždelsti NIV nutraukimo (9).

NIV gali būti naudojama kaip alternatyva invazinei plaučių ventiliacijai, siekiant palengvinti simptomus, o kartais ir išgelbėti paciento gyvybę. Du dideli JAV tyrimai, kuriuose dalyvavo pacientai, sergantys ūminiu KN bei užpildę prašymą neintubuoti, parodė, kad maždaug pusė pacientų, kuriems vietoj invazinės plaučių ventiliacijos buvo taikytas NIV, išgyveno ir buvo išrašyti iš ligoninės (15). Jei yra galimas pasirinkimas tarp invazinės ir neinvazinės plaučių ventiliacijos, pastebėta, kad klinikiniai rezultatai pagerėja, kai NIV yra pritaikoma sėkmingai ir jos dėka yra išvengiama endotrachėjinės intubacijos. Tačiau NIV nesėkmės atveju reikia pasitelkti invazinę DPV, tačiau tokiu atveju stebimas padidėjęs mirtingumas, greičiausiai dėl žalos, kurią sukelia padidėjęs kvėpavimo pastangų krūvis ir taip pažeistiems plaučiams (20). Palyginus su invazine mechanine ventiliacija, NIV pasiekia tą pačią fiziologinę naudą – sumažėja kvėpavimo darbas ir pagerėja dujų mainai. Taip pat išvengiama intubacijos komplikacijų ir padidėjusios su DPV aparato naudojimu susijusios pneumonijos ir sinusito rizikos. Tai ypač aktualu gydant pacientus, kurių imuninė sistema yra

susilpnėjusi arba sergančius gretutinėmis ligomis (15).

Siekiant sumažinti odos pažeidimo riziką stabiliam pacientui, galima pakeisti NIV kaukę į turinčią kitus veido vietų spaudimo taškus. Be to, reikia atkreipti dėmesį į pasirinktos NIV kaukės oro praradimą. NIV kaukėms su didžiausiu oro praradimu būdingas sumažėjęs įkvėpimo fazės paleidimo jautrumas ir/arba automatinis įkvėpimo fazės paleidimas, o kaukės su mažu oro nutekėjimu pasižymi reikšmingu pakartotiniu iškvėpto oro įkvėpimu (10).

1.5. SKIRTINGOS NEINVAZINĖS PLAUCIŲ VENTILIACIJOS BŪDAI

Pasirinktas NIV būdas taip pat yra svarbus ir gali lemti paciento išėjimą (44). Todėl svarbu aptarti skirtingus NIV būdus, įsigilinti į jų privalumus bei suprasti trūkumus.

Iki šiol nėra idealaus NIV būdo pritaikyto visiems pacientams ir tinkančio visomis aplinkybėmis, todėl ligoninėse turi būti prieinami keli skirtingi NIV būdų pasirinkimai, o po pirminio pasirinkimo reikia periodiškai vertinti paciento komfortą bei paciento ir ventiliatoriaus sinchronizaciją (10). Kai kuriose ligoninėse stebimas sąlyginai mažas NIV naudojimas dažniausiai yra susijęs su nepakankamomis žiniomis ar patirtimi naudojant NIV, nepakankama technine įranga ir nepakankamu finansavimu. Nepaisant šių apribojimų, NIV vis dažniau naudojamas ne tik intensyviosios terapijos skyriuose, bet ir PSPS (15). Siekiant sėkmingo gydymo svarbu laiku pradėti taikyti visapusišką gydymą visiems, o ypač pacientams, kuriems reikalinga NIV ir ilgalaikė deguonies terapija (45). Lygiai taip pat svarbus yra tinkamas NIV kaukės pasirinkimas. Viena studija, kurioje dalyvavo 90 pacientų, sergančių ūmiu hiperkapniniu KN, ištyrė pradinės kaukės pasirinkimo (nosies ir burnos kaukės) vaidmenį klinikiniam NIV veiksmingumui ir tolerancijai ir nors kvėpavimo parametrų pagerėjimas abiejose grupėse buvo panašus, nuotėkis ir poreikis pakeisti kaukę, naudojant nosies kaukę žymiai padidino gydymo nesėkmę, lyginant su burnos kauke (8).

1.6. NEINVAZINĖS PLAUCIŲ VENTILIACIJOS KOMPLIKACIJOS

Nors NIV pasižymi retesnėmis ir ne tokiomis rimtomis komplikacijomis kaip invazinė plaučių ventiliacija, šias komplikacijas verta turėti omenyje PSPS taikant NIV. Komplikacijos gali būti įvairios nuo opų tose vietose, kuriose veidą nuspaudė per tvirtai pritvirtinta kaukė, iki pneumotorakso, kurį gali sukelti padidėjęs intratorakalinis spaudimas (1 lentelė) (46). Suprantant NIV vertę, panaudojimo galimybes bei galimas komplikacijas, galima ją taikyti PSPS gaunant maksimalią naudą.

1 lentelė. Neinvazinės plaučių ventilacijos komplikacijos.

Neinvazinės plaučių ventilacijos komplikacijos	
Komplikacija	Komplikacijos priežastis
Slėgio sužalojimas/opos	Stipriai pritvirtinta kaukė
Konjunktyvitas	Oro pratekėjimas iš kaukės
Sausos gleivinės	Didelė sausų dujų tėkmė
Užsikimšusi nosis	Didelė sausų dujų tėkmė
Skrandžio išsiplėtimas	Didelio dujų srauto įkvėpimas
Klaustrofobija	Stipriai pritvirtinta kaukė
Aspiracinė pneumonija	Vėmimas susilpnėję kvėpavimo takų refleksai
Sutrikusi hemodinamika	Padidėjęs intratorakalilinis spaudimas, sumažėjusi veninė grąža
Pneumotoraksas	Padidėjęs intratorakalilinis spaudimas

2. INVAZINĖ PLAUČIŲ VENTILIACIJA

Endotrachėjinė intubacija yra gyvybę gelbstinti ir dažnai PSPS ar iki hospitalinėmis aplinkybėmis atliekama intervencija. Tačiau nepaisant nenuginčijamos naudos, šią procedūrą lydi didelis pacientų mirštamumas, todėl reikia gerai pasverti intubacijos naudą ir žalą (47). Invazyvi plaučių ventilacija šiais laikais yra vis ilgiau naudojama kvėpavimo palaikymo priemonė PSPS, nes prailgėjo patekimo į intensyvios terapijos skyrių trukmė. Prailgėjus mechaninės ventilacijos trukmei PSPS, didėja ir pacientų mirštamumas (48).

2.1. PASIRINKIMAS TAIKYTI INVAZYVIĄ PLAUČIŲ VENTILIACIJĄ

Visgi kalbant apie invazyvią mechaninę plaučių ventilaciją svarbiausia yra reikiamu laiku intubuoti pacientą, ypač jei prieš tai buvo taikyta NIV. Nustatyti optimalų laiką intubacijai galima bandyti vadovaujantis invazyvios plaučių ventilacijos taikymo indikacijomis ir, jei svarstomos DTNK, naudojant ROX indeksą (49,50). ROX indeksas yra greitai apskaičiuojamas ir patogus rodiklis (50). Jam užtenka pagrindinių parametru, kurie beveik visada yra išmatuojami paciento monitoringo metu. Šį indeksą gauname kraujo deguonies saturaciją padalinę iš tiekiamo oro mišinio deguonies koncentracijos, o tada gautą dalmenį padalinę iš KD ($ROX = (SpO_2 / FiO_2) / KD$) (51). Nors ROX indeksą taip pat galima

naudoti norint sužinoti, ar pacientą sėkmingai pavyks atpratinti nuo DTNK, šis indeksas buvo sukurtas siekiant nustatyti DTNK taikymo sėkmės tikimybę pacientams su hipokseminiu KN, kai sunku apsispręsti tarp DTNK ir endotrachėjinės intubacijos (52). ROX indeksas tapo labai aktualus COVID – 19 pandemijos metu, kai daug sergančiųjų buvo iš pradžių gydomi DTNK, o pacientų būklei prastėjant reikėjo nepavėluoti paskirti invazyvią plaučių ventiliaciją arba nuo jos pradėti iš karto (53). Metaanalizės metu nustatyta, kad geriausią prognozės vertę turi ROX indeksas apskaičiuotas po 12 valandų nuo DTNK taikymo pradžios. Jei ROX yra mažiau nei 5,99, sėkmingo gydymo DTNK tikimybė yra maža ir verta svarstyti endotrachėjinę intubaciją. Indeksui siekiant bent 5,99 tikėtina, kad pacientui užteks DTNK, nes tokios reikšmės ROX indeksas turi 96% specifiškumą ir 62% jautrumą, nustatant sėkmingą gydymą DTNK (54). Pacientų, kurių ROX indeksas yra mažesnis, būklė turi būti atsakingai sekama, o intubacijos klausimas keliamas dinamiškai ligos eigoje (50).

Sprendžiant dėl intubacijos nereikia prarasti budrumo ir būtina atkreipti dėmesį į prastėjančią paciento būklę, kvėpavimo darbą, nerimastingumą, mieguistumą ar stuporą (55).

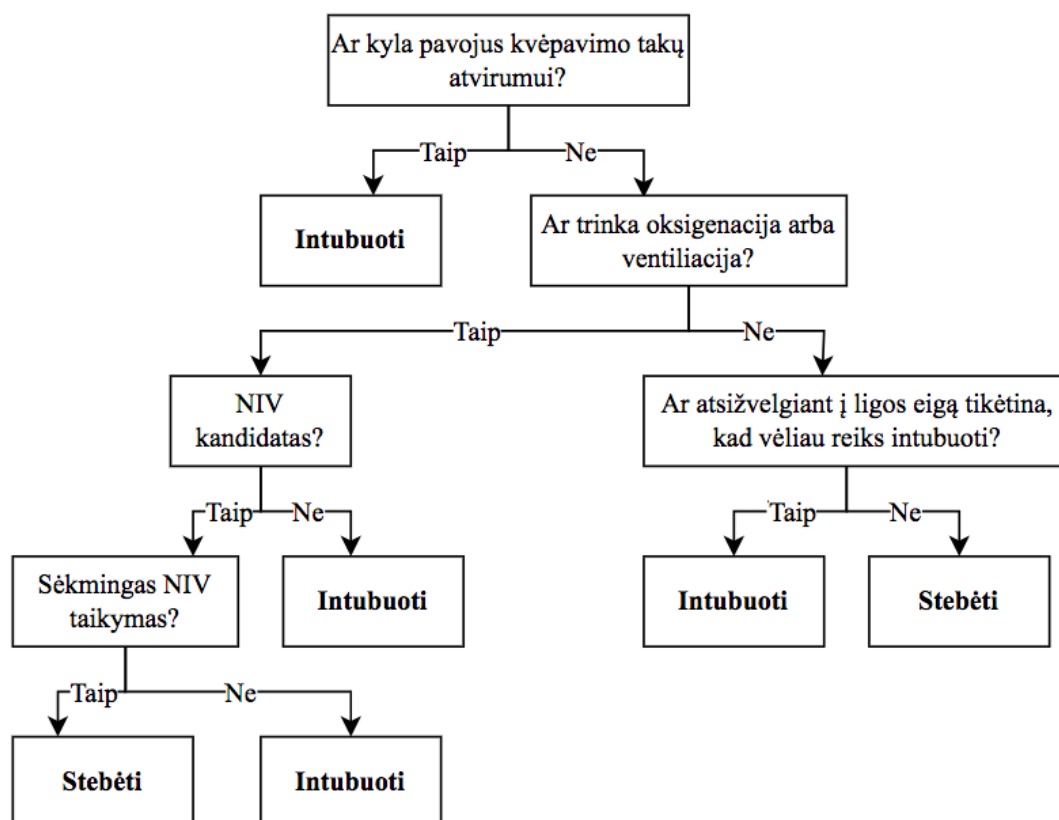
Gydytojai dirbantys PSPS privalo turėti puikius intubavimo įgudžius, nes kvėpavimo užtikrinimas bene svarbiausias ir daugiausiai lemiantis veiksmas skubioje situacijoje. Greitas reagavimas ir tinkamas situacijos interpretavimas gali apsaugoti nuo komplikacijų ar net išgelbėti gyvybę. Itin svarbu greitai sukurti veiksmų planą, nuspręsti ar reikalinga intubacija, o tai padaryti kartais sunku net patyrusiems specialistams, dažnai kyla pavojus intubaciją uždelsti. Tokiu atveju pacientas intubuojamas jam esant žymiai prastesnės būklės (56,57).

Dažnai yra akivaizdu, kad pacientą dėl jo sunkios būklės reikia intubuoti, o matant, pavyzdžiui, paciento greitą būklės gerėjimą, natūralu, kad dažniausiai intubacijos neprireiks. Tačiau yra nevienareikšmių situacijų, kai apsispręsti yra sudėtinga. Šiose situacijose dažnai užduodami klausimai, leidžiantys apsispręsti ar pacientui reikalinga intubacija:

1. Ar kyla pavojus kvėpavimo takų atvirumui?
2. Ar trinka oksigenacija arba ventiliacija?
 - 2.1. Ar pacientas yra NIV taikymo kandidatas?
3. Ar atsižvelgiant į paciento ligos eigą tikėtina, kad vėliau prireiks intubuoti?

Atsakydamas į šiuos klausimus gydytojas gali susidaryti preliminarų planą ir gauti atsakymą, ar intubacija yra reikalinga, ar ne (1 paveikslas) (56,57).

1 paveikslas. Sprendimas intubuoti.



Prieš pradėdant naudoti invazyvią mechaninę ventiliaciją svarbu suprasti galimas komplikacijas ir jų priežastis. Komplikacijos gali būti įvairios: nuo plaučių traumos sukeltos per didelio slėgio ar tūrio iki neuropatijų, kurios pasitaiko dėl pacientui privalomai skirtų didelių kiekių raminamųjų ir nuskausminamųjų medikamentų (46) (2 lentelė). Nors ir ne visada yra galimybė išvengti nepageidaujamų reiškinių, žinant juos ir jų priežastis, nepageidaujami reiškiniai gali būti greičiau pastebėti, laiku pradėti gydyti, o gal net ir išvengti.

2 lentelė. Invazyvios mechaninės ventiliacijos komplikacijos.

Invazyvios mechaninės ventiliacijos komplikacijos	
Komplikacija	Komplikacijos priežastis
Barotrauma	Per didelis slėgis ventiliacijos metu
Volumotrauma	Per didelis dujų tūris patekęs į plaučius
Biotrauma	Uždegiminių mechanizmų aktyvacija
Ventiliavimo ir perfuzijos neatitikimas	Ventiliacijos ir kraujo tėkmės plaučiuose disbalansas, dėl kurio sumažėja širdies išmetimo

	tūris, kraujo spaudimas, smegenų ir inkstų perfuzija. Kaupiasi skysčiai
Kepenų nepakankamumas	Padidėja spaudimas portinėje venoje
Deguonies toksiškumas	Didelė deguonies koncentracija
PATE, GVT	Ilga nemobilumo trukmė
Gastrointestinis kraujavimas, opos, gastritas-	Stresas, nerimas
Kritinių būklių polineuropatija, polimiopatija	Ilgalaikė DPV

PATE – plaučių arterinė trombembolija, GVT – giliųjų venų trombozė.

Endotrachėjinės intubacijos indikacijas paprasta prisiminti pagal ABCDE (angl. airway, breathing, circulation, disability, environmental) metodą (3 lentelė) (58).

3 lentelė. Endotrachėjinės intubacijos indikacijos.

Endotrachėjinės intubacijos indikacijos	
Problemų vieta	Galimos priežastys
A – airway (Kvėpavimo takai)	Nepraeinami kvėpavimo takai Pavojus kvėpavimo takų praeinamumui
B – breathing (Kvėpavimas)	Kvėpavimo nepakankamumas Respiracinis distresas ir išsekimas Kvėpavimo sustojimas
C – circulation (Kraujotaka)	Širdies darbo sutrikimas Sepsis – siekiama mažinti kvėpavimo darbą ir laktato produkciją
D – disability (negalia)	Epilepsinė būklė Galvos trauma Tikėtinas būklės blogėjimas
E – environmental (aplinka)	Saugaus pervežimo ar operacijos siekimas Pacientas šaldomas ir dėl to sukeltas raumenų paralyžius Grįžtantis distresas ir skausmas

2.2. ENDOTRACHĖJINĖS INTUBACIJOS BŪDO PASIRINKIMAS

Pacientai patenkantys į PSPS yra ypatingi tuo, kad visos jiems suteikiamos procedūros yra ne planinės. Tai reiškia, kad jie ne visada yra tinkamai paruošti jiems atliekamoms procedūroms, įskaitant intubaciją. Remiantis Europos anesteziologų draugijos rekomendacijomis, suaugusieji turėtų dvi valandas iki operacijos negerti skaidrių skysčių ir šešias valandas nevalgyti kieto maisto (59). Taip pat dieną prieš planinę operaciją pacientui neretai skiriama premedikacija. Deja, premedikacijai prieš skubą intubavimą PSPS skyriuje laiko nėra, o ir pacientas gali būti nesenai pavalgęs. Tokiems pacientams, kaip ir pacientams su sutrikusiu skrandžio išsituštinimu ar gastroezofaginiu refluku, yra didelė skrandžio turinio aspiracijos į plaučius rizika (4 lentelė) (60). Norint išvengti aspiracijos PSPS kaip standartas taikoma greitos eigos indukcija ir intubacija (angl. rapid sequence induction and intubation (RSI)) (61). Greitos eigos indukcijos metu be preoksigenacijos, opioidų analgezijai ir dažniausiai propofolio anestezijos indukcijai, pacientui skiriami greito veikimo raumenų relaksantai ir į trachėją įkišamas endotrachėjinis vamzdelis. Viską darant greitai sumažėja aspiracijos rizika. Dėl savo greito poveikio ir trumpo veikimo laiko plačiausiai naudojamas ir pirmo pasirinkimo raumenų relaksantas RSI metu yra sukcinocholinas (62).

4 lentelė. Indikacijos greitos eigos intubacijai.

Indikacijos vietoj normalios eigos intubacijos rinktis greitos eigos intubaciją	
Indikacija	Paaiškinimas
Pilnas skrandis	Norint išvengti skrandžio turinio regurgitacijos ir aspiracijos į plaučius.
Gastroezofaginis refluksas	Norint išvengti skrandžio turinio regurgitacijos ir aspiracijos į plaučius.
Pakitusi psichinė būsena	Pacientui esant be sąmonės, nereaguojant arba jei psichinė būklė yra pakitusi dėl galvos traumos, psichoaktyvių medžiagų ar kitų būklių, RSI naudojama siekiant greitai apsaugoti kvėpavimo takus ir užtikrinti deguonies tiekimą.
Kvėpavimo takų obstrukcija	Jeigu kvėpavimo takus blokuoja svetimkūnis arba stebima ryški kvėpavimo takų obstrukcija, RSI naudojama siekiant greitai užtikrinti tinkamą deguonies tiekimą.
Širdies sustojimas	Skubiai reikalingas kvėpavimo užtikrinimas.
Skubi operacija	Prereikus neatidėliotinos chirurginės intervencijos, kurios

	metu pacientas turi būti užmigdytas, taikoma RSI.
--	---

RSI - greitos eigos indukcija ir intubacija.

2.3. MECHANINĖS PLAUČIŲ VENTILIACIJOS RĖŽIMO PASIRINKIMAS PRIĖMIMO – SKUBIOS PAGALBOS SKYRIUJE

PSPS intubavus pacientą būtina pasirinkti tinkamą mechaninės ventiliacijos režimą. Kadangi pasirinkimą lemia labai daug skirtingų faktorių apimančių personalo patirtį, paciento būklę, turimą įrangą bei daug kitų taip pat reikšmingų aspektų, nėra vieno visiems atvejams tinkančio DPV režimo.

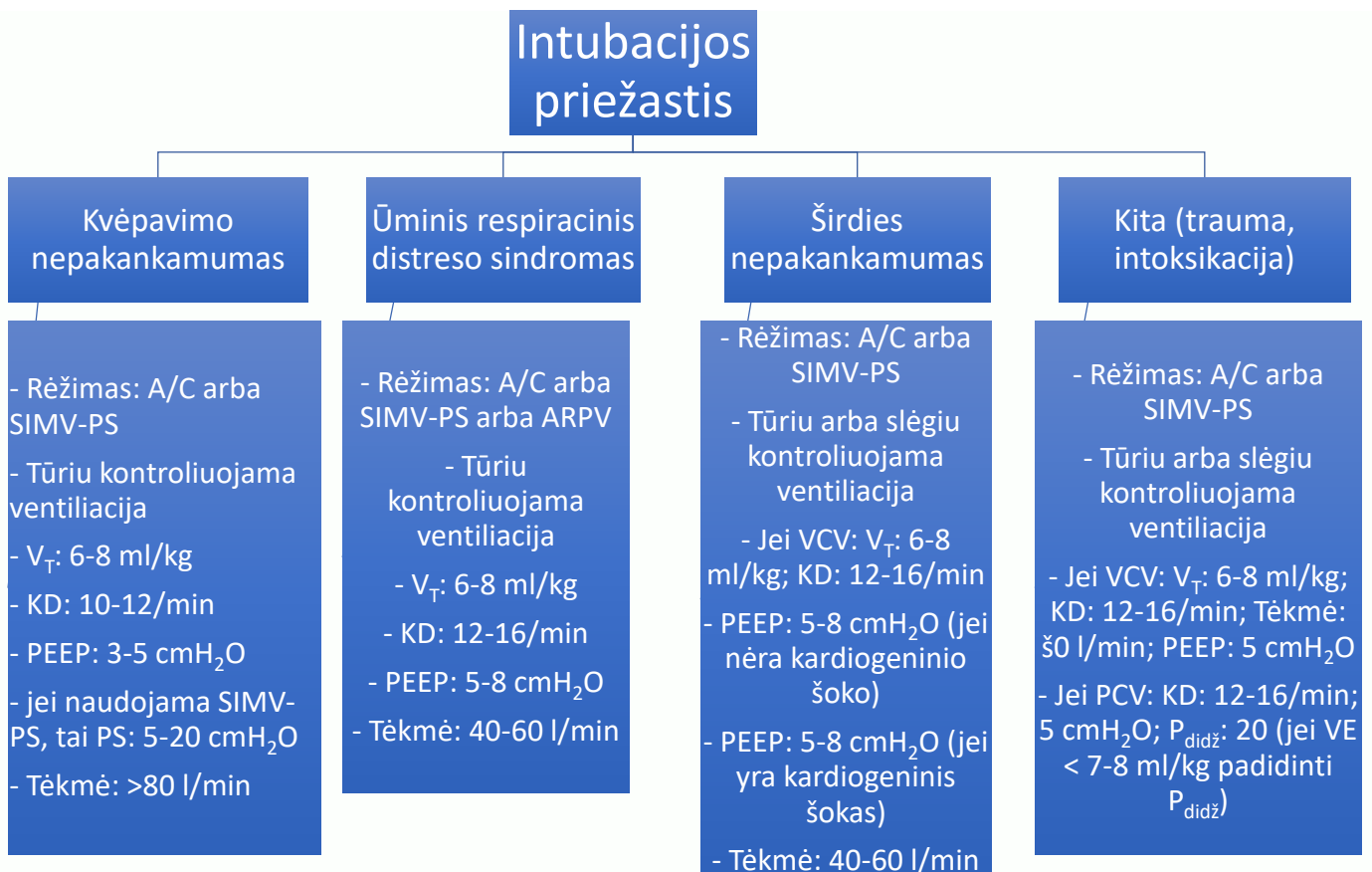
Daugumoje PSPS dažniausiai naudojamas pagalbinės kontroliuojamos ventiliacijos (angl. assist-control ventilation (A/C)) režimas. Šis DPV režimas yra ypatingas tuo, kad nustatomas KD bei užtikrinama, kad kiekvieno kvėpavimo ciklo metu būtų pasiektas reikiamas įkvėpimo tūris arba maksimalus slėgis (48). Nors naudojant šį režimą, pacientas negali kvėpuoti dažniau nei yra nustatyta PSPS dirbančio gydytojo, šis režimas yra vienintelis, kuris statistiškai reikšmingai sumažina pacientų turinčių ŪRDS mirtingumą (48,63). Naudojant šį režimą pacientas ventiliuojamas komfortiškai, sumažėja kvėpavimo darbas, tačiau reikia sekėti dėl galimos plaučių barotraumos ir respiracinės alkalozės, ypač jei pacientui yra tachipnėja ir/ar neužtenka laiko iškvėpimui. Pakankamos sedacijos užtikrinimas gali padėti šių komplikacijų išvengti (63).

Jei pacientas yra minimaliai seduotas, kaip pradinis dažnai pasirenkamas sinchronizuotos intermituojančios mechaninės ventiliacijos (angl. Synchronized Intermittent mandatory Ventilation (SIMV)) režimas (48). Šis režimas panašus į tūriu kontroliuojamą režimą, bet ypatingas tuo, kad KD nustato gydytojas ir DPV aparatas užtikrina, kad kvėpavimo ciklai būtų įvykdyti, o esant pastangoms įkvėpti, kvėpavimo ciklas pradedamas būtent tada, kai pacientas bando įkvėpti (sinchronizuotai). Šio režimo trūkumas – pacientas turi nugalėti pradinį endotrachėjinio vamzdelio ir DPV aparato sistemos pasipriešinimą, kad jo kvėpavimas vyktų sinchroniškai su DPV aparatu. Įkvėpimo tūris taip pat visiškai priklauso nuo paciento pastangų, todėl SIMV dažniausiai naudojama su slėgio palaikymo funkcija (64). Tokiu atveju pacientas gauna didesnę oro tūrį kiekvieno įkvėpimo metu, pats reguliuoja savo KD bei jam nereikia tiek daug pastangų atlikti kiekvieną įkvėpimą (48).

Taip pat kaip pasirinkimas yra kvėpavimo takų slėgį mažinanti ventiliacija (angl. airway pressure release ventilation (APRV)). Šis plaučių ventiliacijos režimas nesukelia pernelyg didelio slėgio kvėpavimo takuose, todėl nenuslopina širdies funkcijos, sudaro

galimybę pacientui spontaniškai kvėpuoti, o mažesnis slėgis reiškia mažesnę plaučių pažeidimo riziką. Šios APRV režimo savybės reikšmingos ŪRDS pacientams. Tačiau verta paminėti, kad šiam režimui būdingas labai trumpas iškvėpimo laikas, todėl tinkamam panaudojimui reikalinga medicininio personalo patirtis (65). APRV buvo palygintas su mažo maksimalaus tūrio plaučius saugančiu režimu ŪRDS pacientams. Pastebėta, kad taikant APRV pagerėjo oksigenacija, sumažėjo DPV taikymo trukmė ir laikas praleistas intensyvios terapijos skyriuje (2 paveikslas) (66).

2 paveikslas. Pradinė DPV strategija priklausomai nuo intubacijos priežasties.



A/C – pagalbinės kontroliuojamos ventiliacijos režimas, SIMV-PS – sinchronizuotos intermituojančios mechaninės ventiliacijos režimas su slėgio palaikymu, V_T – įkvėpimo tūris, KD – kvėpavimo dažnis, PEEP – teigiamas slėgis iškvėpimo gale, ARPV – kvėpavimo takų slėgį mažinanti ventiliacija, VCV – tūriu kontroliuojama ventiliacija, PCV – slėgiu kontroliuojama ventiliacija.

PRAKTINĖS DIRBTINĖS PLAUČIŲ VENTILIACIJOS TAIKYMO PRIĖMIMO – SKUBIOS PAGALBOS SKYRIUJE REKOMENCACIJOS

1. Progresuojant kvėpavimo nepakankamumui Priėmimo – skubios pagalbos skyriuje, turi būti įvertinama paciento būklė ir pagal tai parenkamas tinkamas kvėpavimo funkcijos palaikymo metodas.
2. Jei nekyla pavojus kvėpavimo takų atvirumui, tikėtina, kad paciento būklė išliks stabili, ir bus užtikrinta pakankama kvėpavimo funkcija, reikia rinktis neinvazinę plaučių ventiliaciją.
3. Neinvazinės plaučių ventiliacijos kaukės pasirinkimas yra svarbus ir gali lemti pacientų išėjimą, todėl Priėmimo – skubios pagalbos skyriuje turi būti prieinami keli kaukių variantai.
4. Neinvazinės plaučių ventiliacijos metodai: nuolatinio teigiamo kvėpavimo takų slėgio ventiliacija ir dvifazio teigiamo kvėpavimo takų slėgio ventiliacija yra vienodai veiksmingi ūmaus širdies nepakankamumo sukeltos plaučių edemos gydymui, tačiau verta rinktis dvifazio teigiamo kvėpavimo takų slėgio ventiliaciją dėl jos savybės geriau šalinti CO₂.
5. Dvifazio teigiamo kvėpavimo takų slėgio ventiliacija yra pirmo pasirinkimo gydymas sergant ūminiu hiperkapniniu kvėpavimo nepakankamumu.
6. Didelės tėkmės deguonies terapija puikiai tinka greitai hipoksijos korekcijai, esant kardiogeninei plaučių edemai kvėpavimo dažnio mažinimui bei pasižymi komfortu pacientui. Didelės tėkmės terapija geriausiai toleruojama naudojant didelės tėkmės nosies kaniules.
7. Didelės tėkmės nosies kaniulės – pirmo pasirinkimo gydymas lengvam ar vidutinio sunkumo ūminiam kvėpavimo nepakankamumui, bet nerekomenduojamas sunkiam kvėpavimo nepakankamumui.
8. Kai taikomos didelės tėkmės nosies kaniulės, pacientų, kurių ROX indeksas < 5,99, būklė turi būti atsakingai sekama, o intubacijos klausimas keliamas dinamiškai ligos eigoje.
9. Negalint koreguoti kvėpavimo reiškinių taikant neinvazinę plaučių ventiliaciją, pacientą būtina kuo skubiau intubuoti.
10. Įtariant, kad pacientas valgė mažiau nei prieš 6 valandas ar esant kitoms indikacijoms, reikia taikyti greitos eigos indukciją ir intubaciją. Dažniausiai pasirenkamas raumenų relaksantas – sukcinocholinas.

11. Intubavus pacientą dažniausiai Priėmimo – skubios pagalbos skyriuje pasirenkamas pagalbinės kontroliuojamos ventiliacijos (A/C) režimas, nes vienintelis reikšmingai sumažina pacientų, kurie turi ūminį respiracinį distreso sindromą, mirtingumą.

APTARIMAS

Šis mokslinis darbas yra plačias temas apimanti ir apibendrinanti literatūros apžvalga, kurioje aptariami invazinės ir neinvazinės plaučių ventiliacijų pagrindai, skirtingi būdai, režimai, informacija apie skirtingų kaukių taikymą, pabrėžiama greitos eigos intubacijos svarba bei pateikiamos DPV taikymo PSPS praktinės rekomendacijos.

Literatūros nagrinėjančios invazinės ir neinvazinės plaučių ventiliacijos taikymą PSPS, palyginus su literatūra nagrinėjančia tą pačią temą intensyvios terapijos skyriuje, yra žymiai mažiau. Straipsniai, aprašantys plaučių ventiliacijos taikymą PSPS, dažniausiai yra siauri, koncentruoti tik į vieną konkrečią temą, nepateikia praktinių rekomendacijų (5,23,31,32). Tai parodo didelį apibendrintos ir susistemintos informacijos dirbtinės plaučių ventiliacijos PSPS tema trūkumą.

Ši literatūros apžvalga iš kitų išsiskiria tuo, kad joje apžvelgiami pagrindiniai plaučių ventiliacijos taikymo ypatumai, būtent PSPS, bei pateikiamos apibendrintos praktinės rekomendacijos.

IŠVADOS

Invazinės ir neinvazinės plaučių ventiliacijos naudojimas Priėmimo – skubios pagalbos skyriuje suteikia gyvybę gelbstinčią pagalbą pacientams turintiems kvėpavimo nepakankamumą. Invazinė ventiliacija išlieka auksiniu standartu pacientams, sergantiems sunkiu kvėpavimo nepakankamumu, tačiau tinkamai taikoma neinvazinė ventiliacija tam tikrose situacijose yra vertinga alternatyva. Svarbu, kad sveikatos priežiūros personalas būtų susipažinęs su invazinės ir neinvazinės plaučių ventiliacijos indikacijomis ir kontraindikacijomis bei su galimomis komplikacijomis, susijusiomis su jų naudojimu. Be to, norint užtikrinti plaučių ventiliacijos veiksmingumą ir saugumą, labai svarbu tinkamai atrinkti ir stebėti pacientus, atsižvelgti į jų ligos sunkumą.

Invazinei plaučių ventiliacijai reikalinga sedacija ir mechaninė intubacija, o tai gali padidinti infekcijų, plaučių pažeidimo ir kitų komplikacijų riziką. Kita vertus, neinvazinė

ventiliacija gali būti mažiau invazyvi ir susijusi su mažiau komplikacijų, tačiau yra tinkama ne visiems pacientams.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Pham T, Brochard LJ, Slutsky AS. Mechanical Ventilation: State of the Art. *Mayo Clin Proc.* 2017 Sep 1;92(9):1382–400.
2. Hickey SM, Giwa AO. Mechanical Ventilation. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022.
3. Gong Y, Sankari A. Noninvasive Ventilation. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022.
4. Noninvasive Respiratory Support in Acute Hypoxemic Respiratory Failure | *Respiratory Care*.
5. Fuller BM, Mohr NM, Dettmer M, Kennedy S, Cullison K, Bavolek R, et al. Mechanical Ventilation and Acute Lung Injury in Emergency Department Patients with Severe Sepsis and Septic Shock: an Observational Study. *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med.* 2013 Jul;20(7):659–69.
6. Esteban-Zubero E, García-Muro C, Alatorre-Jiménez MA, Johal V, López-García CA, Marín-Medina A. High Flow Nasal Cannula Therapy in the Emergency Department: Main Benefits in Adults, Pediatric Population and against COVID-19: A Narrative Review. *Acta Medica Hradec Kralove Czech Repub.* 2022;65(2):45–52.
7. Stephens RJ, Siegler JE, Fuller BM. Mechanical Ventilation in the Prehospital and Emergency Department Environment. *Respir Care.* 2019 May 1;64(5):595–603.
8. Wilcox SR, Strout TD, Schneider JJ, Mitchell PM, Smith J, Lutfy-Clayton L, et al. Academic Emergency Medicine Physicians' Knowledge of Mechanical Ventilation. *West J Emerg Med.* 2016 May;17(3):271–9.
9. Goel NN, Owyang C, Ranginwala S, Loo GT, Richardson LD, Mathews KS. Noninvasive Ventilation for Critically Ill Subjects With Acute Respiratory Failure in the Emergency Department. *Respir Care.* 2020 Jan;65(1):82–90.
10. Sferrazza Papa GF, Di Marco F, Akoumianaki E, Brochard L. Recent advances in interfaces for non-invasive ventilation: from bench studies to practical issues. *Minerva Anesthesiol.* 2012 Oct;78(10):1146–53.
11. Gay PC. Complications of Noninvasive Ventilation in Acute Care. *Respir CARE.* 2009;54(2).
12. Hernandez Padilla AC, Trampont T, Lafon T, Daix T, Cailloce D, Barraud O, et al. Is prehospital endobronchial intubation a risk factor for subsequent ventilator associated pneumonia? A retrospective analysis. *PLoS ONE.* 2019 May 23;14(5):e0217466.
13. File, Jr. TM. Recommendations for Treatment of Hospital-Acquired and Ventilator-Associated Pneumonia: Review of Recent International Guidelines. *Clin Infect Dis.* 2010 Aug;51(S1):S42–7.
14. Papazian L, Klompas M, Luyt CE. Ventilator-associated pneumonia in adults: a narrative review. *Intensive Care Med.* 2020;46(5):888–906.
15. Nava S, Hill N. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. *Lancet Lond Engl.* 2009 Jul 18;374(9685):250–9.
16. A S, F Y, G F, A A, P b D, M G, et al. Non-Invasive Mechanical Ventilation in Critically Ill Trauma Patients: A Systematic Review. *Turk J Anaesthesiol Reanim.* 2018 Apr;46(2).
17. Evolution of Mechanical Ventilation in Response to Clinical Research.
18. Popowicz P, Leonard K. Noninvasive Ventilation and Oxygenation Strategies. *Surg Clin North Am.* 2022 Feb;102(1):149–57.
19. Williams JW, Cox CE, Hargett CW, Gilstrap DL, Castillo CE, Govert JA, et al. Noninvasive Positive-Pressure Ventilation (NPPV) for Acute Respiratory Failure. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2012. (AHRQ Comparative Effectiveness Reviews).
20. Grieco DL, Maggiore SM, Roca O, Spinelli E, Patel BK, Thille AW, et al. Non-invasive ventilatory support and high-flow nasal oxygen as first-line treatment of acute hypoxemic respiratory failure and ARDS. *Intensive Care Med.* 2021;47(8):851–66.
21. Masip J, Peacock WF, Price S, Cullen L, Martin-Sanchez FJ, Seferovic P, et al. Indications and practical approach to non-invasive ventilation in acute heart failure. *Eur Heart J.* 2018 Jan 1;39(1):17–25.

22. Pressure support ventilation vs Continuous positive airway pressure for treating of acute cardiogenic pulmonary edema_ A pilot study | Elsevier Enhanced Reader.
23. Duca A, Memaj I, Zanardi F, Preti C, Alesi A, Della Bella L, et al. Severity of respiratory failure and outcome of patients needing a ventilatory support in the Emergency Department during Italian novel coronavirus SARS-CoV2 outbreak: Preliminary data on the role of Helmet CPAP and Non-Invasive Positive Pressure Ventilation. *EClinicalMedicine*. 2020 Jun 18;24:100419.
24. 40th International Symposium on Intensive Care & Emergency Medicine 2021. *Crit Care*. 2021 Nov 15;25(Suppl 1):383.
25. Amirfarzan H, Cereda M, Gaulton TG, Leissner KB, Cortegiani A, Schumann R, et al. Use of Helmet CPAP in COVID-19 – A practical review. *Pulmonology*. 2021;27(5):413–22.
26. Cammarota G, Esposito T, Azzolina D, Cosentini R, Menzella F, Aliberti S, et al. Noninvasive respiratory support outside the intensive care unit for acute respiratory failure related to coronavirus-19 disease: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2021 Jul 30;25:268.
27. Papazian L, Corley A, Hess D, Fraser JF, Frat JP, Guitton C, et al. Use of high-flow nasal cannula oxygenation in ICU adults: a narrative review. *Intensive Care Med*. 2016 Sep;42(9):1336–49.
28. Tiruvoipati R, Lewis D, Haji K, Botha J. High-flow nasal oxygen vs high-flow face mask: a randomized crossover trial in extubated patients. *J Crit Care*. 2010 Sep;25(3):463–8.
29. Frat JP, Thille AW, Mercat A, Girault C, Ragot S, Perbet S, et al. High-Flow Oxygen through Nasal Cannula in Acute Hypoxemic Respiratory Failure. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1503326>. Massachusetts Medical Society; 2015.
30. Nishimura M. High-Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy Devices. *Respir Care*. 2019 Jun;64(6):735–42.
31. Lenglet H, Sztrymf B, Leroy C, Brun P, Dreyfuss D, Ricard JD. Humidified High Flow Nasal Oxygen During Respiratory Failure in the Emergency Department: Feasibility and Efficacy. *Respir Care*. 2012 Nov 1;57(11):1873–8.
32. High-Flow Nasal Cannula Versus Conventional Oxygen Therapy in Emergency Department Patients With Cardiogenic Pulmonary Edema: A Randomized Controlled Trial | Elsevier Enhanced Reader.
33. Nishimura M. High-Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy in Adults: Physiological Benefits, Indication, Clinical Benefits, and Adverse Effects. *Respir Care*. 2016 Apr 1;61(4):529–41.
34. Cortegiani A, Longhini F, Madotto F, Groff P, Scala R, Crimi C, et al. High flow nasal therapy versus noninvasive ventilation as initial ventilatory strategy in COPD exacerbation: a multicenter non-inferiority randomized trial. *Crit Care*. 2020 Dec 14;24:692.
35. Sun J, Li Y, Ling B, Zhu Q, Hu Y, Tan D, et al. High flow nasal cannula oxygen therapy versus non-invasive ventilation for chronic obstructive pulmonary disease with acute-moderate hypercapnic respiratory failure: an observational cohort study. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2019;14:1229.
36. Sepehrvand N, Alemayehu W, Rowe BH, McAlister FA, van Diepen S, Stickland M, et al. High vs. low oxygen therapy in patients with acute heart failure: HiLo-HF pilot trial. *ESC Heart Fail*. 2019 May 17;6(4):667–77.
37. Prognostic impact of high flow nasal cannula compared to noninvasive positive-pressure ventilation in the treatment of acute pulmonary edema | Elsevier Enhanced Reader.
38. Kang MG, Kim K, Ju S, Park HW, Lee SJ, Koh JS, et al. Clinical efficacy of high-flow oxygen therapy through nasal cannula in patients with acute heart failure. *J Thorac Dis*. 2019 Feb;11(2):410–7.
39. The use of high-flow nasal cannula in the pediatric emergency department | Elsevier Enhanced Reader.
40. Abboud PA, Roth PJ, Skiles CL, Stolfi A, Rowin ME. Predictors of failure in infants with viral bronchiolitis treated with high-flow, high-humidity nasal cannula therapy*. *Pediatr Crit Care Med*. 2012 Nov;13(6):e343.
41. Suh ES, Hart N. Respiratory failure. *Medicine (Baltimore)*. 2012 Jun 1;40(6):293–7.
42. Chawla R, Dixit SB, Zirpe KG, Chaudhry D, Khilnani GC, Mehta Y, et al. ISCCM Guidelines for the Use of Non-invasive Ventilation in Acute Respiratory Failure in Adult ICUs. *Indian J Crit Care Med Peer-Rev Off Publ Indian Soc Crit Care Med*. 2020 Jan;24(Suppl 1):S61–81.
43. O'Driscoll BR, Howard LS, Earis J, Mak V. British Thoracic Society Guideline for oxygen use in adults in healthcare and emergency settings. *BMJ Open Respir Res*. 2017 May 15;4(1):e000170.
44. Navalesi P, Fanfulla F, Frigerio P, Gregoretti C, Nava S. Physiologic evaluation of noninvasive mechanical ventilation delivered with three types of masks in patients with chronic hypercapnic respiratory failure. *Crit Care Med*. 2000 Jun;28(6):1785–90.

45. Rantala HA, Leivo-Korpela S, Kettunen S, Lehto JT, Lehtimäki L. Survival and end-of-life aspects among subjects on long-term noninvasive ventilation. *Eur Clin Respir J*. 2020 Nov 5;8(1):1840494.
46. Rose L. Management of critically ill patients receiving noninvasive and invasive mechanical ventilation in the emergency department. *Open Access Emerg Med OAEM*. 2012 Mar 21;4:5–15.
47. Merelman AH, Perlmutter MC, Strayer RJ. Alternatives to Rapid Sequence Intubation: Contemporary Airway Management with Ketamine. *West J Emerg Med*. 2019 May;20(3):466–71.
48. Bayram B, Şancı E. Invasive mechanical ventilation in the emergency department. *Turk J Emerg Med*. 2019 Mar 29;19(2):43–52.
49. Suliman LA, Abdelgawad TT, Farrag NS, Abdelwahab HW. Validity of ROX index in prediction of risk of intubation in patients with COVID-19 pneumonia. *Adv Respir Med*. 2021;89(1):1–7.
50. Junhai Z, Jing Y, Beibei C, Li L. The value of ROX index in predicting the outcome of high flow nasal cannula: a systematic review and meta-analysis. *Respir Res*. 2022;23:33.
51. Hill NS, Ruthazer R. Predicting Outcomes of High-Flow Nasal Cannula for Acute Respiratory Distress Syndrome. An Index that ROX. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019 Jun 1;199(11):1300–2.
52. Rodriguez M, Thille AW, Boissier F, Veinstein A, Chatellier D, Robert R, et al. Predictors of successful separation from high-flow nasal oxygen therapy in patients with acute respiratory failure: a retrospective monocenter study. *Ann Intensive Care*. 2019 Sep 11;9:101.
53. Chandel A, Patolia S, Brown AW, Collins AC, Sahjwani D, Khangoora V, et al. High-Flow Nasal Cannula Therapy in COVID-19: Using the ROX Index to Predict Success. *Respir Care*. 2021 Jun;66(6):909–19.
54. Vega ML, Dongilli R, Olaizola G, Colaianni N, Sayat MC, Pisani L, et al. COVID-19 Pneumonia and ROX index: Time to set a new threshold for patients admitted outside the ICU. *Pulmonology*. 2022;28(1):13–7.
55. Gallardo A, Zamarrón-López E, Deloya-Tomas E, Pérez-Nieto OR. Advantages and limitations of the ROX index. *Pulmonology*. 2022;28(4):320–1.
56. Walls RM, Murphy MF. *Manual of Emergency Airway Management*. Lippincott Williams & Wilkins; 2012. 467 p.
57. The decision to intubate - UpToDate. Available from: https://www.uptodate.com/contents/the-decision-to-intubate?source=mostViewed_widget
58. Institute EC. *Airway - Intubation (RSI)*. Emergency Care Institute. Agency for Clinical Innovation (ACI); 2019.
59. Witt L, Lehmann B, Sümpelmann R, Dennhardt N, Beck CE. Quality-improvement project to reduce actual fasting times for fluids and solids before induction of anaesthesia. *BMC Anesthesiol*. 2021 Oct 26;21:254.
60. Rapid Sequence Inductions in the Emergency Department. RCEMLearning.
61. Association of fentanyl use in rapid sequence intubation with post-intubation hypotension | Elsevier Enhanced Reader.
62. Tran DT, Newton EK, Mount VA, Lee JS, Wells GA, Perry JJ. Rocuronium versus succinylcholine for rapid sequence induction intubation. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015 Oct 29;2015(10):CD002788.
63. Carpio ALM, Mora JI. *Ventilation Assist Control*. StatPearls. StatPearls Publishing; 2022.
64. Lazoff SA, Bird K. *Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation*. StatPearls. StatPearls Publishing; 2022.
65. Mireles-Cabodevila E, Kacmarek RM. Should Airway Pressure Release Ventilation Be the Primary Mode in ARDS? *Respir Care*. 2016 Jun;61(6):761–73.
66. Zhou Y, Jin X, Lv Y, Wang P, Yang Y, Liang G, et al. Early application of airway pressure release ventilation may reduce the duration of mechanical ventilation in acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med*. 2017;43(11):1648–59.