

Dihalna pot 2019



Oddelek za anesteziologijo, intenzivno terapijo in terapijo bolečin
Univerzitetni klinični center Maribor

Katedra za anesteziologijo in reanimatologijo
Center za medicinsko tehnologijo
Medicinska fakulteta Univerze v Mariboru
Univerza v Mariboru

Strokovni odbor

prof. dr. Mirt Kamenik, dr. med.; izr. prof. dr. Miljenko Križmarić, univ. dipl. inž. el.; izr. prof. dr. Dušan Mekiš, dr. med.; doc. dr. Andreja Möller Petrun, dr. med., DESA; dr. Jožica Wagner Kovačec, dr. med.

Organizacijski odbor

izr. prof. dr. Miljenko Križmarić, univ. dipl. inž. el.; Jože Kučič, dr. med.; izr. prof. dr. Dušan Mekiš, dr. med.; dr. Jožica Wagner Kovačec, dr. med.; Tina Škerbinc Muzlovič, univ. dipl. medij. kom.

Urednik zbornika:

izr. prof. dr. Dušan Mekiš, dr. med.

Recenzija:

prof. dr. Mirt Kamenik, dr. med.

Avtorji pisnih prispevkov

Tjaša Korelič, mag. zdr. nege; Darjan Kos, dr. med.; izr. prof. dr. Miljenko Križmarić, univ. dipl. inž. el; Tanja Kuprivec, dr. med.; Aleksandra Lah Topolšek, mag. zdr. nege; Primož Levart, dr. med.; izr. prof. dr. Dušan Mekiš, dr. med.; doc. dr. Andreja Möller Petrun, dr. med., DESA; Barbara Pečovnik, dr. med.; Matejka Barbara Pogorevc, dr. med.; Vesna Sok, dr. med.; asist. Irena Urbančič, dr. med.; prim. Zoran Zabavnik, dr. med., dr. Jožica Wagner Kovačec, dr. med.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Univerzitetna knjižnica Maribor

616.21/.23(082)

DIHALNA pot 2019 [Elektronski vir] / [urednik Dušan Mekiš]. - El. zbornik. - Maribor : Univerzitetni klinični center, 2019

Način dostopa (URL): : <https://www.ukc-mb.si/strokovna-sre%C4%8Danja/zborniki>

ISBN 978-961-7039-48-1

1. Mekiš, Dušan

COBISS.SI-ID 97481217

PROGRAM STROKOVNEGA SREČANJA:

25. 10. 2019

08.00 – 08.30 REGISTRACIJA

08.30 – 13.30 PREDAVANJA

- **08.30 – 09.30 Predavanja I.**

1. **Pomen zagotovitve varne dihalne poti in nadzora dihanja**
D. Mekiš
 2. **Anatomija dihalne poti**
B. Pečovnik
 3. **Indikacije za oskrbo dihalne poti in umetno predihavanje**
A. Möller Petrun
 4. **Ocena tveganja za težavno oskrbo dihalne poti**
V. Sok
 5. **Priprava bolnika za oskrbo dihalne poti**
T. Kuprivec
- Razprava**

- **09.30 – 10.30 Predavanja II.**

6. **Sprostitev dihalne poti, odstranitev tujkov, predihavanje z masko in dihalnim balonom**
B. Pečovnik
7. **Supraglotični pripomočki**
I. Urbančič
8. **Orotrahealna intubacija**
V. Sok
9. **Protokol ukrepanja v primeru težke oskrbe dihalne poti**
A. Möller Petrun
10. **Intubacijska laringealna maska**
J. Wagner Kovačec

Razprava

- **10.30 – 11.00 Odmor za kavo**

- **11.00 – 12.00 Predavanja III.**

- 11. **Videolaringoskopski pripomočki**

- D. Kos*

- 12. **Vstavitev dihalne cevke z upogljivim bronhoskopom**

- V. Sok*

- 13. **Retrogradna intubacija, slepa nasalna intubacija, konikotomija in perkutana traheotomija**

- M.B. Pogorevc*

- 14. **Hitrosekvenčni uvod v anestezijo in vstavitev dihalne cevke**

- D. Kos*

- 15. **Tehnologije pri oskrbi dihalne poti**

- M. Križmarić*

- Razprava**

- **12.00 – 13.00 Predavanja IV.**

- 16. **Ločeno predihavanje enega pljučnega krila**

- D. Mekiš*

- 17. **Oskrba dihalne poti pri poškodovani vratni hrbtenici**

- T. Kuprivec*

- 18. **Oskrba dihalne poti pri otroku**

- I. Urbančič*

- 19. **Oskrba dihalne poti pri nosečnici in porodnici**

- J. Wagner Kovačec*

- 20. **Vloga medicinske sestre pri oskrbi dihalne poti**

- A. Lah Topoljšek , T. Korelič*

- Razprava**

- **13.00 – 13.30 Predavanja V.**

- 21. **Bolnik s traheostomo in nega traheostome**

- P. Levart*

- 22. **Oskrba dihalne poti v enoti intenzivne terapije**

- T. Kuprivec*

- 23. **Mehanično predihavanje**

- A. Möller Petrun*

- Razprava**

13.30 – 15.00 ODMOR ZA KOSILO

15.00 – 19.30 DELAVNICE I

1. **Sprostitev dihalne poti, odstranitev tujkov, predihavanje z masko in dihalnim balonom**

T. Kuprivec, J. Wagner Kovačec, Š. Lunežnik

2. **Vstavitev laringealne, intubacijske laringealne maske**

I. Urbančič, B. Pečovnik, N. Lazar

3. **Orotrahealna in nasotrahealna vstavitev dihalne cevke**

V. Sok, D. Mekiš, T. Korelič

16.30 – 17.00 Odmor za kavo

4. **Videolaringoskopska vstavitev dihalne cevke**

D. Kos, J. Kučič, P. Dragšič

5. **Simulacija protokola hitrosekvenčne vstavitve dihalne cevke**

A. Möller Petrun, M. Kamenik, M. Križmarić, S. Šuman

6. **Oskrba bolnika s traheostomo**

P. Levart

	1	2	3	4	5	6
15.00 – 15.30	A	F	E	D	C	B
15.45 – 16.15	B	A	F	E	D	C
16.30 – 17.00	C	B	A	F	E	D
17.00 – 17.30	Odmor za kavo					
17.30 – 18.00	D	C	B	A	F	E
18.15 – 18.45	E	D	C	B	A	F
19.00 – 19.30	F	E	D	C	B	A

20.00 VEČERJA

26. 10. 2019:

09.00 – 12.30 DELAVNICE II

7. Vstavitev dihalne cevke z upogljivim bronhoskopom

V. Sok, J. Kučič, E. Stauber

8. Konikotomija in perkutana traheotomija

M.B. Pogorevc, T. Kuprivec, M. Križanec

9. Oskrba dihalne poti pri otroku

I. Urbančič, J. Wagner Kovačec, S. Tijanič

10.30 – 11.00 Odmor za kavo

10. Ločeno predihavanje enega pljučnega krila

B. Pečovnik, D. Mekiš, T. Pekič

11. Simulacija protokola ukrepanja pri neuspešni orotrahealni vstavitvi dihalne cevke

D. Kos, M. Kamenik, M. Križmarić, D. Franci

12. Mehanično predihavanje

A. Möller Petrun, A. Šuman

	1	2	3	4	5	6
09.00 – 09.30	A	F	E	D	C	B
09.45 – 10.15	B	A	F	E	D	C
10.30 – 11.00	C	B	A	F	E	D
11.00 – 11.30	Odmor za kavo					
11.30 – 12.00	D	C	B	A	F	E
12.15 – 12.45	E	D	C	B	A	F
13.00 – 13.30	F	E	D	C	B	A

13.00 – 14.00 ZAKLJUČEK DELAVNICE

KAZALO

01.	Zoran Zabavnik	
	Pomen zagotovitve varne dihalne poti in nadzora dihanja pri poškodovancih in med oživljanjem	12
02.	Barbara Pečovnik	
	Anatomija dihalne poti	15
03.	Andreja Möller Petrun	
	Indikacije za oskrbo dihalne poti in umetno predihavanje	20
04.	Vesna Sok	
	Ocena tveganja za težavno oskrbo dihalne poti	27
05.	Tanja Kuprivec	
	Priprava bolnika za oskrbo dihalne poti	36
06.	Barbara Pečovnik	
	Sprostitev dihalne poti, odstranitev tujkov v dihalni poti, predihovanje z obrazno masko in dihalnim balonom	42
07.	Irena Urbančič	
	Supraglotični pripomočki	48

08.	Vesna Sok	
	Orotrahealna intubacija	56
09.	Andreja Möller Petrun	
	Protokol ukrepanja v primeru težke oskrbe dihalne poti	67
10.	Jožica Wagner Kovačec	
	Intubacijska laringealna maska	75
11.	Darjan Kos	
	Videolaringoskopski pripomočki	78

12.	Vesna Sok	
	Vstavitev dihalne cevke z upogljivim bronhoskopom	84
13.	Matejka Barbara Pogorevc	

	Retrogradna intubacija, slepa nazalna intubacija, konikotomija in perkutana traheotomija	
14.	Darjan Kos Hitrosekvenčni uvod v anestezijo in vstavev dihalne cevke	99
15.	Miljenko Križmarić Tehnologije v oskrbi dihalne poti	108
16.	Dušan Mekiš Predihavanje enega pljučnega krila	120
17.	P. Levart, A. Munda, M. Gubina Bolnik s traheostomo in nega traheostome	133
18.	Tanja Kuprivec Oskrba dihalne poti pri bolniku s poškodovano vratno hrbtenico	143
19.	Irena Urbančič Oskrba otroške dihalne poti	147
20.	Jožica Wagner Kovačec Oskrba dihalne poti pri nosečnici in porodnici	154
21.	Aleksandra Lah Topoljšek, Tjaša Korelič Vloga medicinske sestre pri oskrbi dihalne poti	158
22.	Tanja Kuprivec Posebnosti oskrbe dihalne poti v enoti intenzivne terapije	165
23.	Andreja Möller Petrun Mehansko predihavanje	171
24.	Jožica Wagner Kovačec Ultrazvok	187

PREDGOVOR

Oskrba dihalne poti z endotrahealno intubacijo je zlati standard odprtja in vzdrževanja odprte dihalne poti pri bolnikih in poškodovancih v dihalni stiski. Je nujen postopek, brez katerega ogroženi ne more preživeti in je dobro poznan anesteziologom in specialistom intenzivne ter urgentne medicine. Večinoma se še vedno izvaja z direktno laringoskopijo, ki izurjenemu izvajalcu ne predstavlja težav. Težave lahko nastopijo, ko ni mogoče prikazati struktur grla, še posebej, če je onemogočeno predihavanje z masko. V teh primerih je potrebno poznati alternativne metode in pripomočke, da zagotovimo predihavanje.

Učna delavnica ima namen seznaniti vse zbrane zdravnike, ki se redkeje ali pogosto soočajo z oskrbo dihalne poti, z vsemi metodami in načini predihavanja ter vzdrževanja proste dihalne poti in jih na modelih v relativno kratkem času tega tudi poskusiti naučiti.

Učna delavnica je sedaj že tradicionalna, na tržišču se pojavljajo novi pripomočki, spreminjajo se algoritmi oskrbe in temi spremembami seznanjamo tudi zdravnike, ki so se podobnih delavnic pred leti že udeležili.

Ob letošnji delavnici smo nekoliko posodobili tudi priročnik, ki bo lahko služil kot opomnik pri odločanju o izboru načina oskrbe dihalne poti.

Vsem slušateljem želimo, da bi z pridobljenim znanjem lažje in suvereno delovali v pogojih težavne dihalne poti in težke intubacije in uspešno zagotavljali predihavanje ogroženim.

Jože Kučič, dr.med.

1.

Pomen zagotovitve varne dihalne poti in nadzora dihanja

Zoran Zabavnik

Izvleček

Zapora dihalne poti kakršnegakoli vzroka lahko vodi v dihalno stisko ali celo v smrt. Odprtje dihalne poti vključuje serijo ukrepov in postopkov za preprečevanje in zmanjšanje zapore dihalne poti. Z odprtjem in vzdrževanjem odprte dihalne poti želimo doseči čim boljšo zaščito dihalne poti pred vdihanjem tujka ali želodčne vsebine – čim bolj varno dihalno pot, možnost predihavanja bolnika s pozitivnimi tlaki (PPV) in možnost toaleta dihalne poti. Endotrahealna intubacija s svojimi lastnostmi je zato zlati standard za odprtje in vzdrževanje odprte dihalne poti, tako v predbolnišnični kot v bolnišnični medicini.

Uvod

Dihalna pot je votli sistem, ki poteka od nosu in ust, skozi nosno in ustno votlino, vzdolž vratu skozi grlo in sapnik do pljuč. Omogoča izmenjavo plinov med atmosfero in pljuči. Zapora dihalne poti kakršnegakoli vzroka pa vodi v dihalno stisko ali celo v smrt.

Zapora dihalne poti je lahko povzročena z zapadlim ali otečenim jezikom, s tujkom, obolelim ali poškodovanim tkivom dihalne poti, s krvjo in z regurgitirano ali izbruhano želodčno vsebino, ko gre za aspiracijo (vdihanje dela želodčne vsebine). Ne smemo pozabit tudi na preventivno vzdrževanje odprte dihalne poti v primeru anafilaksije, globoke sedacije (anestezija) in zastrupitve.

Odprtje dihalne poti vključuje serijo ukrepov in postopkov za preprečevanje in zmanjšanje zapore dihalne poti. Z odprtjem in vzdrževanjem odprte dihalne poti želimo doseči še več:

- čim boljšo zaščito dihalne poti pred vdihanjem tujka ali želodčne vsebine – čim bolj varno dihalno pot,
- možnost predihavanja bolnika s pozitivnimi tlaki (PPV) in
- možnost toaleta dihalne poti.

Postopki oskrbe dihalne poti

Oskrba dihalne poti se običajno deli na dve kategoriji, na osnovno in specialno.

Pred katerikoli postopkom pa je obvezno odstraniti morebitne tekoče ali trdne tujke iz dihalnih poti.

Osnovni postopki

Osnovni postopki so na splošno neinvazivni in ne zahtevajo specializirane medicinske opreme, niti dodatnega usposabljanja. Mednje sodijo manevri za sprostitve dihalne poti, poznani iz postopkov oživljanja, kot je na primer dvig spodnje čeljusti ali pa trojni prijem za dvig zapadlega jezika, ki zapira dihalno pot. Tudi položaj nezvestnega na boku, z usti navzdol (recovery position), sodi v to skupino. Pri vseh teh postopkih dihalna pot ni zaščitena pred aspiracijo. Z drugimi besedami – ni varna.

Specialni postopki

Specialni postopki odprtja dihalne poti slonijo na uporabi posebnega pribora, ki ga uporablja za to opravilo posebej usposobljeno osebje. V tej skupini obstajata dva načina odprtja dihalne poti, na slepo in pod kontrolo očesa z uporabo laringoskopa.

Glede na stopnjo invazivnosti in glede na položaj pripomočka v dihalni poti, specialne postopke in pripomočke za odprtje dihalne poti delimo na supraglotične, infraglotične in kirurške.

Supraglotični postopki

Supraglotični pripomočki imajo distalni konec nad nivojem glotisa. Zagotavljajo prehodnost zgornjih dihalnih poti. Med nje uvrščamo ustno žrelni in nosno žrelni tubus ter laringealno masko in i-gel.

Ustno žrelni in nosno žrelni tubus vstavljamo slepo. Ne omogočata predihavanja s pozitivnimi tlaki, delno omogočata toaleta dihalne poti in ne ščitita dihalne poti pred aspiracijo – **dihalna pot ni varna**.

Laringealno masko in i-gel vstavljamo slepo. Omogočata predihavanja z zmerno visokimi pozitivnimi tlaki, delno omogočata toaleta dihalne poti in delno ščitita dihalne poti pred aspiracijo – **dihalna pot je delno varna**, bolj pri uporabi i-gel kot pri uporabi laringealne maske z napihljivim mešičkom. Laringealna maska in i-gel lahko služita tudi kot vodilo za intubacijo z upogljivim laringoskopom ali bronhoskopom.

Infraglotični postopki

Infraglotični pripomočki ustvarijo kanal, ki poteka od ust (lahko tudi od nosu) skozi glotis, med glasilkama, v sapnik. Običajno so to plastične cevke, ki imajo v distalnem, sapničnem delu napihljiv mešiček, ki zatesni vhod v sapnik. Najbolj poznan je tako imenovani endotrahealni tubus, ki ga vstavlja posebej izurjeno osebje pod kontrolo očesa s pomočjo laringoskopa. Pravilno vstavljen endotrahealni tubus z napihnjnim mešičkom omogoča predihavanje bolnika tudi z visokimi tlaki, omogoča dobro toaleta dihalne poti in zelo dobro zaščito dihalne poti pred aspiracijo – **dihalna pot je varna**. Podobne pogoje dosežemo tudi pri uporabi Combi tubusa, če slučajno vrh tubusa, pri vstavljanju na slepo, zaide v sapnik.

Kirurški postopki

Kirurški postopki pridejo v poštev, če odprtje dihalne poti s prej naštetimi postopki ni bilo izvedljivo ali pa v primeru potrebe po dolgotrajnem predihavanju bolnika v enoti intenzivne

terapije. V primeru krikotirotomije ali traheostomije se vstavi kanila z napihljivim mešičkom, ki omogoča predihavanje bolnika tudi z visokimi tlaki, omogoča dobro toaleta dihalne poti in zelo dobro zaščito dihalne poti pred aspiracijo – **dihalna pot je varna**.

Zaključek

Varno dihalno pot z nadzorom dihanja tudi z visokimi tlaki in z možnostjo toalete dihalne poti lahko brez posebne invazivnosti dosežemo le z endotrahealno intubacijo. Endotrahealna intubacija je zato zlati standard za odprtje in vzdrževanje odprte dihalne poti, tako v predbolnišnični kot v bolnišnični medicini. Včasih pa intubacijskega pribora ni na voljo ali pa intubacijski pribor zataji. Takrat je treba uporabiti tudi druge postopke za odprtje dihalne poti. Vsekakor je od alternativnih metod na prvem mestu vstavitve laringealne maske in i-gel, ki zagotavljata določeno mero varne dihalne poti in možnosti predihavanja z visokimi tlaki. Za uspešno odprtje dihalne poti pa mora biti na voljo osebje, ki dobro pozna postopke intubacije in druge postopke za odprtje dihalne poti.

In v zaključku še nekaj besed **o izobraževanju**. V devetdesetih letih prejšnjega tisočletja smo na Oddelku za anesteziologijo, intenzivno terapijo in terapijo bolečin takratne Splošne bolnišnice Maribor spoznali potrebo po dodatnem izobraževanju s področja intubacije, s posebnim poudarkom na intubaciji z upogljivim bronhoskopom. S pomočjo prof. Marije Pečan iz UKC Ljubljana, prof. Jurija Šorlija iz KB za pljučne bolezni Golnik in pulmologa Saše Letonja, dr. med. z Oddelka za pljučne bolezni Splošne bolnišnice Maribor smo organizirali dve učni delavnici o posebni intubaciji. Posebej pomembno se je bilo s prof. Šorlijem, pionirjem bronhoskopije v Sloveniji, dogovoriti, kaj lahko anesteziologi z bronhoskopom počnemo in kaj ali kako lahko učimo. Dogovorili smo se, da je naše področje intubacija z upogljivim bronhoskopom in toaleta dihalne poti z bronhoskopsko aspiracijo, ne pa diagnostika pljučnih bolezni. Naša učna delavnica je leta 1997 postala sestavni del izobraževanja Evropske šole za anesteziologijo (F.E.E.A). Projekt sva vodila prim. Zoran Zabavnik in prim. Danica Avsec.

Zaradi kadrovske spremembe in zaposlitve nekaterih ključnih oseb v drugih ustanovah, učne delavnice nekaj let nismo organizirali. Z veseljem jih spet redno organiziramo, odkar imamo na oddelku dva habilitirana učitelja. Program smo posodobili in izpopolnili, tako da v teoretičnem in praktičnem delu zajema vsa področja oskrbe dihalne poti.

Ugotavljamo, da je Učna delavnica o oskrbi dihalne poti z veliko praktičnega dela prava oblika izobraževanja predbolnišničnih in bolnišničnih zdravnikov.

2.

Anatomija dihalne poti

Barbara Pečovnik

Uvod

Dihanje je osnovni življenjski proces. Poteka nezavedno in spontano. Zagotavljanje učinkovite dihalne poti je osnovna funkcija vsakega živega bitja. Z dobrim poznavanjem anatomije dihalne poti lahko pomagamo bolnikom v kritičnih situacijah, ko je potrebna kirurška vzpostavitev dihalne poti. Hkrati pa nam dobro poznavanje anatomije dihal in fiziologije dihanja omogoča, da z našimi ukrepi čim manj vplivamo na dihalno funkcijo bolnikov in tako povečamo njihovo varnost, saj je 70 -80% perioperativne obolevnosti in umrljivosti posledica disfunkcije dihal. (1)

Dihalno pot delimo na zgornjo in spodnjo dihalno pot. Zgornjo dihalno pot sestavljajo nos in nosna votlina, usta z ustno votlino, žrelo in grlo (2, 3). Spodnja dihalna pot pa sestoji iz sapnika, ki se cepi v dve glavni sapnici, lobarnih in segmentnih bronhov, bronhiolov, respiratornih bronhiolov in alveolarnih vodov s pljučnimi mešički, kjer poteka izmenjava plinov. (2, 4)

Nos in nosna votlina

Med dihanjem vstopi zrak skozi nos in nosno votlino v dihalno pot. Nos ima piramidasto obliko in je sestavljen iz koščenega in hrustančnega ogrodja, mišičja in kože. Nos je tudi sedež vohalnega organa. Skozi nosnici vstopa zrak v parni nosni preddvor, ki je pokrit s kožo, dlakami, lojnicami in znojnicami. Nosni preddvor se nadaljuje v nosno votlino, kjer koža prehaja v sluznico. Nosna votlina ima obliko štiristrane prizme, na kateri razlikujemo svod, dno, stranski steni in medialno steno oz. nosni pretin, ki jo deli na dve polovici. Na stranski steni nosne votline so tri nosne školjke: zgornja, srednja in spodnja. Med nosnim pretinom in školjkami so nosni hodniki, kamor je odpirajo izvodila iz obnosnih sinusov in izvodilo solzne žleze. (2)

Nosno sluznico, ki pokriva nosno votlino in sega tudi v obnosne sinuse, delimo po zgradbi na vohalno oz. olfaktorno in dihalno oz. respiratorno sluznico. V vohalnem delu sluznice so vohalne receptorne celice in lojnice, ki izločajo specifičen sekret. Respiratorni del sluznice nosne votline pa sestoji iz migetalčnega epitelijskega ter lojnic, katerih sekret vlaži sluznico in zrak med dihanjem. (2)

V nosni votlini se zrak navlaži, segreje in očisti. Segrevanje zraka omogočajo nosne školjke in septum, ki skupno obsegajo do 160 cm² površine. Očiščevalno oz. filtracijsko funkcijo nosu omogoča poleg dlak v nosnem preddvoru, predvsem turbulenten pretok zraka, ob prehodu skozi

nosne školjke. Ta turbulentni mehanizem nosne votline omogoča očiščenje zraka vseh trdnih delcev večjih od 6 mikrometrov. Delci med 1 in 5 mikrometri pa se ustavijo na nivoju manjših bronhiolov zaradi gravitacijske precipitacije. (3, 5)

Ustna votlina

Ustna votlina predstavlja alternativno pot za vstop zraka v dihalno pot. Sega od ustne špranje do goltne ožine, kjer se nadaljuje v žrelo. S prednje strani je ustna votlina omejena z ustnicami, s strani z lici. Dno tvorijo mišice ustnega dna in jezik, svod pa trdo in mehko nebo. Jezik je mišičast organ v dnu ustne votline. Telo jezika prehaja navzad v koren jezika, ki se preko sluzničnih gub nadaljuje v poklopec. Sluznične gube pa tvorijo parni vdolbini oz. valekuli (2). Svod ustne votline tvorita trdo in mehko nebo. Trdo nebo je iz kostne strukture, ki jo prekriva sluznica in se nadaljuje v mehko nebo. To je sestavljeno iz mišic, prekritih s sluznico. Mehko nebo ima v sredini podolžek jeziček oz. uvulo (2).

Poklopec

Poklopec je pahljačasta guba iz elastičnega hrustanca, prekrita s sluznico. Nahaja se ob vhodu v grlo. Z vrhom je pripet na notranjo stran ščitastega hrustanca (2). Med poklopcem in bazo jezika se nahaja valekula, mesto kamor uvedemo laringoskop med direktno laringoskopijo. (6) Med dihanjem je poklopec usmerjen vertikalno, med požiranjem pa dvig hioidne kosti povleče grlo navzgor, kar posledično usmeri poklopec horizontalno. Tako se zapre vhod v sapnik in s tem prepreči prehod hrane v dihala (7).

Žrelo

Žrelo predstavlja križišče dihalne in prebavne poti. Je približno 12 centimetrov dolga cev, ki sega od baze lobanje do 6. vratnega vretenca. Topografsko ga delimo na tri odseke: epifarinks oz. nasofarinks, orofarinks in hipofarinks. Z zadnjo steno je žrelo prslonjeno na vratno hrbtenico in prevertebralne mišice. Zgrajeno je iz štirih plasti: adventicije (gosto vezivno tkivo, ki prekriva mišice žrela z zunanje strani), mišične fibrozne osnove in sluznice (2). Mišičje žrela je glede na funkcijo urejeno v dve skupini mišic. Mišice, ki zožujejo žrelo (konstriktorji žrela) in mišice, ki dvigujejo žrelo (levatorji žrela) ter tako omogočajo požiranje (2, 8).

Motorično nitje za mišice žrela prihaja po n. glossofaryngeusu (rami pharyngei). Senzorično oživčuje nasofarinks druga veja n. trigemina, orofarinks n. glossopharyngeus in hipofarinks n. laryngeus superior. Simparično nije prihaja iz ggl. cervicale superius, parasimparično po n. vagusu (2).

Grlo

Grlo je del dihalne poti na meji med zgornjo in spodnjo dihalno potjo (3). Leži v srednjem delu vratu, med žrelom in sapnikom. Sega od zgornjega roba 4. do spodnjega roba 6. vratnega vretenca. Grlo je glavni organ za fonacijo. Sestavlja ga devet hrustancev (trije posamezni hrustanci - poklopec, ščitasti in krikoidni hrustanec ter trije pari hrustancev - aritenoidna, kornikulatna in kuneiformna hrustanca), ki so med seboj povezani s sklepi, vezmi in mišičjem. (2, 6).

Notranjost grla oz. cavum laryngis ima v frontalnem prerezu obliko peščene ure in se deli na tri dele: zgornji del oz. vestibulum (lažna glasilka oz. plica vestibularis), srednji del oz. ventriculus (glasilke – plica vocalis) ter spodnji del oz. cavum infraglotticum, ki postopoma prehaja v sapnik (2).

Motorično in senzorično oživčujeta grlo n. laryngeus superior ter n. laryngeus inferior. Parasimpatično nitje prihaja po n. vagusu, simpatično iz ggl. cervicale medium (2).

Vhod v grlo

Vhod v grlo oz. rima glottidis je špranja, ki jo spredaj omejujeta glasilki, zadaj pa aritenoidna hrustanca. Položaj rime oz. glasilk se spreminja (se oži ali širi). Pri vdihu se rima glottidis razširi, pri izdihu nekoliko zoži, pri govorjenju in petju, se odpre le ozka špranja (2). Vhod v grlo si prikažemo z direktno laringoskopijo. Strukture, ki jih ob tem vidimo, lahko opišemo po modificirani Cormack –Lehanovi klasifikaciji, ki obsega štiri stopnje. Stopnja 1: vidi se ves glotis, stopnja 2a: vidi se del glotisa, 2b: vidi se le zadnji del glotisa oz. aritenoidna hrustanca, stopnja 3: glotisa se ne vidi, vidi se le poklopec, stopnja 4: ne vidi se ne poklopec, ne glotis (9, 10).

Sapnik

Sapnik je elastična, cilindrično oblikovana cev, ki se začne pod krikoidnim hrustancem, v višini šestega vratnega vretenca in sega do četrtega prsnega vretenca, kjer se razdeli v desno in levo glavno sapnico (2, 3, 11). Pri odraslem je sapnik dolg od 10 – 13 centimetrov, širok pa med 1,8 do 2,3 centimetra v premeru. (11) Oporo sapniku daje 15 do 22 podkvasto oblikovanih hrustancev, debelih okoli 4 milimetre. Ti hrustanci preprečujejo kolaps dihalne poti med vdihom (11).

Sapnik oživčuje s parasimpatičnim nitjem n. vagus, simpatično nitje pa prihaja iz stelatnega ganglija ter od 2. do 4. torakalnega ganglija (2).

Glavni sapnici

Sapnik ima v višini med četrtem in petim prsnim vretencem razcepišče in se deli na desno in levo glavno sapnico oz. bronh. Sapnici sta tako kot sapnik, zgrajeni iz podkvasto oblikovanih hrustancev in veziva. Desna glavna sapnica ima šest do osem hrustancev, je krajša (2 do 3 cm) in debelejša ter poteka bolj vertikalno, skoraj v smeri sapnika. Ta anatomsko značilnost je razlog, da se večina tujkov ujame v desni glavni sapnici. Leva glavna sapnica ima devet do dvanajst hrustancev, je daljša (približno 5 cm) in ožja ter poteka bolj horizontalno (2). Po vstopu v pljučni hilus, se desna glavna sapnica razdeli na 3 lobarne, ti pa naprej v 10 segmentnih bronhov. Leva glavna sapnica se po vstopu v hilus razdeli na 2 lobarna bronha, ti pa naprej na 8 segmentnih bronhov (2, 11). Cepiči segmentnih bronhusov, ki imajo premer manjši od 1 mm so bronhioli, ti se naprej cepijo v respiratorne bronhiole, od katerih potekajo ductuli alveolares, ki jih sestavljajo številni pljučni mešički oz. alveoli, kjer poteka izmenjava plinov (2).

Parasimpatično nitje od n. vagusa poteka proti pljučni lini, kjer ob bronhusu stvari splet, ki se mu pridruži še postganglionarno nitje simpatikusa od 3. do 4. torakalnega segmenta. Ta splet poteka v notranost pljuč, spremljajoč bronhialno drevo. Vagus vsebuje še aferentno nitje, ki je udeleženo pri respiratornih refleksih (2).

Zaključek

Dobro poznavanje anatomije dihalnih poti pripomore k učinkovitejši oskrbi dihalne poti in s tem k bolj varni oskrbi bolnikov. Saj le odprta in ustrezno zavarovana dihalna pot omogoča preživetje bolnika.

Literatura

1. Patwa A, Shah A. Anatomy and physiology of respiratory system relevant to anaesthesia. *Indian J Anaesth* 2015; 59 (9): 533-541.
2. Kobe V, Dekleva A, Lenart IF, Širca A, Velepčič M. Apparatus respiratorius. In: Anatomija: skripta za študente medicine. Del 4. Medicinska Fakulteta; 1997: 69-84.
3. García Araque HF, Valencia Orgaz O, López Vicente R, Gutiérrez Vidal SE. Airway anatomy for the bronchoscopist: An anesthesia approach. *Rev Colomb Anesthesiol*. 2014; 42: 192–198.
4. Lower Respiratory Tract, PubMedHealth. Dosegljivo 24.04.2018 na spletni strani: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmedhealth/PMHT0030320/>
5. Pulmonary ventilation. In: Guyton AC. Guyton and Hall Textbook of medical physiology. 12 th ed. Philadelphia. Saunders Elsevier; 2011: 465-475.
6. Burdett E, Mitchell V. Anatomy of the larynx, trachea and bronchi. *Anaesth Int Care Med* 2011; 12 (8): 335-339.

7. Epiglottis, Wikipedia. Dosegljivo 24. 04.2018 na spletni strani: <https://en.wikipedia.org/wiki/Epiglottis>
8. Hsia JC. Anatomy and physiology of the upper airway in obstructive sleep apnea. Oper Tech Otolaryngol 2015; 26: 74-77.
9. Cormac RS, Lehane J. Difficult tracheal intubation in obstetrics. Anaesthesia 1984; 39: 1105-1111.
10. Cormack-Lehane classification system, Wikipedia. Dosegljivo 24.04.2018 na spletni strani: https://en.wikipedia.org/wiki/Cormack-Lehane_classification_system
- 11.** Mehran RJ. Fundamental and Practical Aspects of Airway Anatomy: From Glottis to Segmental Bronchus. Thorac Surg Clin 2018; 28: 117-125.

3.

Indikacije za oskrbo dihalne poti in umetno predihavanje

Andreja Möller Petrun

Oskrba dihalne poti

Vzdrževanje prehodne zgornje dihalne poti (do sapnika) ter ustrezno delovanje zaščitnih refleksov in »samodejno« odstranjevanje tujkov iz dihalnih poti je kompleksen proces koordiniran s strani centralnega živčevja, ki se večinoma dogaja na nezavedni ravni. Do določene mere lahko zavesten človek vpliva nanj (npr. namerno zadrževanje vdiha, izdih proti zaprtemu poklopcu oz. tako imenovani Valsalva manever...). Ključnega pomena pri vzdrževanju odprte dihalne poti, požiranju, govorjenju, kašljanju in kihanju so mišice zgornjih dihalnih poti. Mednje sodijo mišice mehkega neba, jezika, ustnega dna, žrela in grla. Omenjene mišice prištevamo k pomožnim dihalnim mišicam, ker lahko pomembno vplivajo na upor v dihalnih poteh, čeprav nimajo direktne funkcije pri samih dihalnih gibih v mirovanju. Tako je npr. med požiranjem pri zdravem budnem človeku dihalna pot zaščitena s hkratnim zaprtjem vhoda v grlo s poklopcem in hkratnim kratkotrajnim prenehanjem dihanja. Požiranje namreč aktivira mehanoreceptorje, ki preko interne veje zgornjega laringealnega živca pošiljajo impulze v centre v možganskem deblu, le- ti pa koordinirajo vso omenjeno dogajanje. Sama koordinacija se spremeni že med spanjem, med katerim je kratkotrajno prenehanje dihanja do določene mere normalen pojav. Pri določenem deležu prebivalstva pa gre za nenormalno pogosto in dolgo prenehanje dihanja, ki je lahko povezano s prehodno zaporo dihalne poti ali pa tudi ne. Govorimo o prenehanju dihanja med spanjem z obstrukcijo, bolj znano kot obstruktivna sleep apneja – OSA. Pojav je škodljiv, saj posledično nastane hipoksija in nezavedno zbujanje iz globoke faze spanja. Posledično je tak človek ne samo zaspan ampak ima dolgoročno več možnosti za zaplete s strani srčnožilnega sistema pa tudi drugih organov. Povečano pa je tudi tveganje za zaplete s strani dihalnega sistema med in po splošni anesteziji ali sedaciji.

Če se fiziologija dihanja spremeni že med normalnim spanjem, potem vsaka nefiziološka nezavest močno okrne ali pa celo popolnoma onemogoči zaščitno vlogo mišic zgornjih dihalnih poti. S tem se dihalna pot zapre, nastane hipoksija, ki lahko vodi v trajne posledice ali celo v smrt. Hkrati pa lahko pride do zatekanja želodčne vsebine in drugih izločkov ali krvi v dihala in posledičnega vnetja, ki je prav tako lahko smrtno v visokem odstotku.

Kdaj je torej potrebno »od zunaj« oskrbeti dihalno pot? Ko le ta ni več (zadosti) prehodna ali so okrnjeni zaščitni refleksi. Enako pomembna indikacija je tudi vztrajajoča hipoksija in/ali hiperkapnija. Neustrezna oksigenacija in izmenjava plinov zaradi zapore dihalne poti, izgube zavesti, zaradi dihalne stiske ali sedacije in/ali mišične relaksacije med anestezijo lahko namreč vodita v nekaj minutah do nepovratne okvare možganov in celo v smrt.

Oskrba dihalne poti je ena temeljnih veščin anesteziologa, intenzivista ter urgentnega zdravnika.

Način oskrbe dihalne poti lahko razdelimo v štiri stopnje:

- spontano dihanje, asistirano ali popolnoma kontrolirano predihavanje preko obrazne maske
- uporaba enega od ekstraglotičnih (supraglotičnih) pripomočkov
- vstavev dihalne cevke s tesnilnim mešičkom v sapnik (intubacija)
- translaringealni/transtrahealni pristop (konikotomija, traheotomija)

Pri vseh zgoraj navedenih načinih razen pri vstavitvi dihalne cevke s tesnilnim mešičkom ali načrtovani vstavitvi trahealne kanile s tesnilnim mešičkom pri teščem bolniku dihalna pot ni zavarovana pred želodčno kislino ali drugimi izločki.

Zlati standard oskrbe dihalne poti je zato vstavev dihalne cevke s tesnilnim mešičkom (tubus). Postopek zahteva precej pripomočkov: delujoč laringoskop, ustrezno velikost dihalne cevke s tesnilnim mešičkom, 10 ml brizgo, v določenih pogojih vodilo za dihalno cevko, delujoč aspirator ter aspiracijski kateter, iz varnostnih razlogov morata biti na voljo vsaj še dve dihalni cevki – ena za pol številke večja in ena za pol številke manjša. Razen pri globoko nezavestnih potrebujemo še anestetik, analgetik in mišični relaksant. Posebej pomembna pa je prisotnost dobro izurjenega asistenta, ki je običajno medicinska sestra oziroma tehnik. Za samo izvedbo pa moramo biti seveda ustrezno usposobljeni. Ker je učna krivulja precej položna, je potrebno veliko praktičnih vaj pod nadzorom, poleg tega pa je potrebno tako teoretično kot praktično znanje kar naprej obnavljati.

Preko dihalne cevke lahko bolnika predihavamo tudi z višjimi tlaki, odsesavamo morebitne izločke, ščiti ga pred vdihanjem izbruhanine, krvi, sluzi, gnoja...

Pri planiranih posegih se anesteziolog na podlagi anamneze, kliničnega pregleda in vrste posega že vnaprej odloči za način oskrbe dihalne poti. V nujnih primerih pa je ključnega pomena predvsem odločitev, kdaj je najprimernejši trenutek za oskrbo dihalne poti. Pri kritično bolnih je praviloma potrebna vstavev dihalne cevke. V zadnjih letih se v priporočilih Evropskega sveta za oživljanje kot primarna oskrba dihalne poti vse bolj uveljavlja uporaba supraglotičnih pripomočkov, predvsem na terenu in med oživljanjem, če osebje ni večje vstavitve dihalne cevke. V kontroliranih pogojih (ustrezno usposobljeno osebje) je nato supraglotični pripomoček običajno potrebno nadomestiti z dihalno cevko, ki edina skoraj 100% prepreči možnost zatekanja želodčne vsebine, krvi ali drugih izločkov v sapnik.

Z oskrbo dihalne poti torej želimo preprečiti hipoksemijo in/ali hiperkarbijo ter dihalno pot zaščititi pred škodljivimi zunanjimi vplivi.

Indikacije za vstavev dihalne cevke so:

- ohranitev prehodnosti zgornje dihalne poti (nad glasilkama):
 - angioedem, edem zaradi okužbe ali poškodbe

- opekline obraza, vratu in inhalacijska opekline
- poškodba obraza in/ali vratu
- krvavitev, podplutbe v področju zgornjih dihal in vratu
- tumor na obrazu, vratu ali v zgornjih dihalnih poteh
- zmanjšana ali odsotna zavest in izguba tonusa zgornjih dihalnih poti (zapora dihalne poti zaradi ohlapnosti mišic in/ali nevarnost vdihanja želodčne vsebine in/ali krvi):
 - srčni zastoj
 - GKS < 8 pri poškodbi glave ali drugih motnjah zavesti, ki niso rešljive v kratkem času
 - ishemija/krvavitev v možgane
 - zastrupitve (zožena zavest, depresija dihalnega centra)
 - epileptični status
 - hude motnje elektrolitov npr. hipofosfatemija, hipomagnezemija, hipokalcemija...
 - metabolne motnje – redko (miksedemska koma...)
- nevrološke in mišične bolezni:
 - okvara dihalnega centra v možganih (krvavitve, ishemija, multipla skleroza...)
 - okvara hrbtenjače (poškodbe, multipla skleroza, ishemija...)
 - okvara perifernega živčevja (poškodbe, amiotrofična lateralna skleroza...)
 - mišične bolezni (Duchenne-ova, Beckerjeva mišična distrofija...)
- nezmožnost predihavanja – izmenjave plinov v dihalnih poteh:
 - kot končni rezultat nezmožnosti vzdrževanja odprte dihalne poti
 - zaradi utrujenosti dihalnih mišic kot posledice napora pri poslabšanju KOPB ali astme, pljučnice, srčnega popuščanja...
- nezmožnost oksigenacije, neujemanje med ventilacijo in perfuzijo:
 - kot končni rezultat nezmožnosti vzdrževanja odprte dihalne poti ali predihavanja
 - fluidotoraks, hematotoraks, pnevmotoraks
 - pljučni edem
 - ARDS
 - huda pljučnica
 - pljučna embolija
 - zastrupitev s cianidi, CO ali methemoglobinemija
- predvideno poslabšanje kliničnega stanja, kot:
 - nesodelujoč poškodovanec z življenje ogrožujočimi poškodbami, ki potrebuje CT ali kakšen invazivni poseg
 - poškodba, operacija na vratu z nastajajočo podplutbo (operacija na a. carotis, ščitnici, centralni venski kateter!!!)
 - septični šok s hiperventilacijo in slabo periferno perfuzijo
 - znotrajlobanjska krvavitev/edem možganov s slabšanjem stanja zavesti
 - nestabilni zlom vratne hrbtenice
 - akutno srčno popuščanje s pljučnim edemom, obsežna pljučnica, poslabšanje KOPB, astme, ki se ne popravljajo kljub neinvazivnemu predihavanju (poskus največ 1-2 uri neinvazivnega predihavanja)
- planirani operativni posegi v splošni anesteziji:

- netešči bolnik
- bolniki s tumorji, vnetji ali krvavitvijo v zgornjih dihalih
- bolniki z anatomskimi anomalijami obraza, vratu ali zgornje dihalne poti (sodijo praviloma v specializirane centre, kjer je osebje večje oskrbe težke dihalne poti v teh posebnih primerih)
- operacije na glavi in vratu v položaju, ki onemogoča uporabo obrazne maske ali supraglotičnega pripomočka
- simptomatski gastroezofagealni refluks ali diafragmalna kila
- operacije v prsni ali trebušni votlini (npr. predihavanje enega pljučnega krila, laparoskopske operacije...)
- zvišan znotrajlobanjski tlak
- operacije v položajih, kjer ni možna uporaba supraglotičnega pripomočka (npr. na trebuhu)
- operacije, ki trajajo več kot 2 uri
- indeks telesne mase $>30 \text{ kg/m}^2$
- posegi, kjer je dihalna pot težko dostopna (MRI, endovaskularni posegi na vratnih, možganskih žilah, gastroskopija v splošni anesteziji...)

Obstajajo tudi kontraindikacije za vstavev dihalne cevke. So:

- absolutne:
 - popolna zapora dihalne poti s potrebo po kirurški dihalni poti
 - popolna izguba obraznih/vratnih topografskih orientacijskih točk s potrebo po kirurški vzpostavitvi dihalne poti
- relativne:
 - predvidena težka dihalna pot, kjer je potrebna posebna oprema za težko dihalno pot
 - terminalno stanje bolezni, umirajoč bolnik (velikokrat obstaja etična dilema)

Mehansko predihavanje

Razen v redkih primerih, ko bolnik zadovoljivo spontano diha, je po oskrbi dihalne poti vedno potrebna določena stopnja mehanskega predihavanja. V zadnjih letih se pri posameznih boleznih vsaj kot začetni ukrep vse bolj uveljavlja tako imenovano neivazivno mehansko predihavanje s pomočjo posebne nosne kanile, maske ali skafandra. V splošnem z mehanskim predihavanjem lahko bolj ali manj podpremo oziroma razbremenimo bolnikove dihalne napore (asistirano mehansko predihavanje – angl. assisted ventilation in podporno mehansko predihavanje – angl. supported ventilation) ali popolnoma nadomestimo bolnikovo spontano dihanje (popolnoma kontrolirano mehansko predihavanje – angl. controlled ventilation).

Indikacija za mehansko predihavanje je dihalna odpoved. Lahko gre za nezmožnost zagotavljanja primerne minutnega volumna, katere prvi pokazatelj je hiperkapnija. Lahko gre za nezmožnost oksigenacije arterijske krvi (hipoksemija) ali pa kombinacijo obojega. Poleg dihalne odpovedi so indikacije še potreba po zaščiti dihalne poti (motnje zavesti, anestezija,

poškodbe), povečano dihalno delo, potreba po razbremenitvi srca zaradi povečane potrebe po oskrbi tkiv s kisikom in potreba po kontrolirani hiperventilaciji (redko).

V tabeli 1 so našteje bolezni, zaradi katerih je potrebno bolnike pogosto mehansko predihavati.

Bolezni, ki prizadenejo (napolnijo) pljučne mešičke: pneumonitis (infekcijski, aspiracijski), nekardiogeni pljučni edem/ARDS (okužba, inhalacijska poškodba, utopitev, masivna transfuzija, udarnina pljuč, pankreatitis), kardiogeni pljučni edem, krvavitev v pljuča.
Pljučne žilne bolezni: pljučni tromboembolizmi, embolija z amnijsko tekočino, zračna embolija, maščobna embolija.
Bolezni, ki povzročajo zaporo osrednjih dihalnih poti: tumorji, ožnjaki, angioedem grla, zožitev sapnika.
Bolezni, ki povzročajo zaporo manjših dihalnih poti: akutno poslabšanje KOPB, astme, bronhospazem.
Hipoventilacija zaradi zmanjšane osrednje stimulacije dihanja: splošna anestezija, vpliv zdravil, poškodbe, vnetja, tumorji, krvavitve v osrednji živčni sistem.
Hipoventilacija zaradi bolezni perifernega živčnega sistema in prizadetost dihalnih mišic: amiotrofična lateralna skleroza, tetraplegija, sindrom Guillian-Barre, miastenija gravis, tetanus, mišične distrofije.
Hipoventilacija zaradi bolezni plevre in stene prsnega koša: nestabilni prsni koš zaradi poškodbe, masivni hematotoraks, masivni plevralni izliv, pnevmotoraks, huda kifoskolioza.
Povečana potreba po izmenjavi plinov oziroma minuti ventilaciji: huda sepsa in septični šok, huda metabolična acidoza.

Tabela 1: Bolezenska stanja, ki pogosto zahtevajo mehansko predihavanje, neinvazivno ali invazivno

Zelo pomembno je, da o mehanskem predihavanju začnemo razmišljati dovolj zgodaj, še preden postane potreba po dihalni podpori nujna. Najmanj enako pomemben je načrt, kako bomo bolnika po razrešitvi osnovnega vzroka dihalne odpovedi prevedli nazaj na spontano dihanje. Mehansko predihavanje namreč ni končna rešitev, ampak je le premostitev, s katero bolniku kupimo čas za zdravljenje osnovne bolezni. Je torej simptomatsko zdravljenje.

Poleg klinične slike so določeni laboratorijski in klinični kriteriji objektivna pomoč pri odločitvi za začetek mehanskega predihavanja (tabela 2).

Le redko je potreba po mehanskem predihavanju potrebna do konca življenja (npr. določene mišične ali živčne bolezni). V teh primerih se pogosto postavlja vprašanje etičnosti mehanskega predihavanja, kar je seveda odvisno od napredovanja osnovne bolezni in bolnikove svobodne volje. Pogosteje smo v dilemi, ali je etično pričeti z mehanskim predihavanjem pri bolniku v terminalnem stadiju bolezni ali celo pri umirajočem bolniku. Če z mehanskim predihavanjem bolniku olajšamo iztekanje njegovega življenja (predvsem neinvazivno mehansko predihavanje), je to seveda del paliativne oskrbe.

Laboratorijski kriteriji
Plinska analiza arterijske krvi • $\text{paO}_2 \leq 7,3 \text{ kPa}$ • $\text{paCO}_2 \geq 6,6 \text{ kPa}$ (razen pri kroničnih bolnikih s KOPB) in $\text{pH} \leq 7,25$
Testi pljučne funkcije • vitalna kapaciteta $\leq 10 - 15 \text{ mL/kg}$ • bolnik ni sposoben vdihniti s podtlakom 20-25 mm Hg • $\text{FEV}_1 \leq 10 \text{ mL/kg}$ • alveolo-arterijski gradient $>350 \text{ mm Hg}$ na 100% kisiku • mrtvi prostor $>0.6 \text{ L}$
Klinični kriteriji • apneja in bradipneja • frekvenca dihanja $\geq 30/\text{min}$ • respiratorni distress z motnjami zavesti • klinično jasno vidno povečano dihalno delo • kardiogeni pljučni edem • potreba po zaščiti dihalne poti

Tabela 2: Laboratorijski in klinični kriteriji za mehansko predihavanje

Vendar pogosto v trenutku, ko se moramo odločiti ali naj pričnemo z mehanskim predihavanjem ali ne, nimamo objektivnih podatkov o tem, ali bo podpora bolnikovemu dihanju res olajšala njegovo trpljenje ali pa mu bomo samo podaljšali agonijo, oziroma, kako napredovala je njegova osnovna bolezen. V takih primerih je po priporočilih strokovnjakov za paliativno oskrbo najboljša rešitev multidisciplinarni konzilij z vključevanjem bolnika, če je sposoben razumeti in odločati. Vedno je pomembna tudi komunikacija s svojci.

Zaključek

Oskrba dihalne poti in vsaj osnovno znanje o mehanskem predihavanju sta ključni veščini anesteziologov, intenzivistov in urgentnih bolnikov. Ker je razreševanje dihalne stiske in nezadostne oksigenacije ena od najvišjih prioritet, je poznavanje indikacij za oskrbo dihalne poti ter mehansko predihavanje nujno. Pomeben je tako način kot pravi trenutek za oskrbo dihalne poti in začetek mehanskega predihavanja. Z njima pa je od vsega začetka neločljivo povezan tudi načrt, kako bomo bolnika kasneje ponovno uspešno prevedli na spontano dihanje.

Literatura

1. Kubin L. Neural Control of the Upper Airway: Respiratory and State-Dependent Mechanisms. *Compr Physiol* 2016. 15;6(4):1801-50.

2. ERC Guidelines 2015. Dostopno na: <https://cprguidelines.eu>
3. Piepho T, Cavus E, Noppens R, Byhahn C, Dörge V, Zwissler B, Timmermann A. S1 Leitlinien: Atemwegsmanagement. Dosegljivo na: http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/001-0281_S1_Atemwegsmanagement_2015-04_01.pdf
4. Zabavnik Z. Indikacije za intubacijo in umetno predihavanje. V: MEKIŠ, Dušan (ur.), et al. *Dihalna pot 2017: zbornik vabljenih predavanj, 17. in 18. marec 2017*. Maribor: Univerzitetni klinični center. 2017, str. 22-24.
5. Brainard J. Deutschman C. S. What Are the Indications for Intubation in the Critically Ill Patient? In: *Evidence Based Practice of Critical Care*; Elsevier Inc., 2010. Dosegljivo na <http://www.expertconsultbook.com/>
6. Sahiner Y. Indications for Endotracheal Intubation. In: *Tracheal Intubation*. IntechOpen 2018. Dosegljivo na: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.76172>
7. Scala R, Nava S. NIV and palliative care. *Eur Respir Mon*, 2008, 41, 287–306.
8. Carlucci A, Guerrieri A and Nava S. Palliative care in COPD patients: is it only an end-of-life issue? *Eur Respir Rev* 2012; 21: 126, 347–354.

4.

Ocena tveganja za težavno oskrbo dihalne poti

Vesna Sok

Uvod

Vzdrževanje dihalne poti je primarna odgovornost anesteziologov, pogosto je lahko oteženo in s tem vzrok povišane obolevnosti in umrljivosti bolnikov. Prekinitev izmenjave plinov in s tem ustrezne preskrbe tkiv z kisikom že za nekaj minut lahko povzroči hude posledice, kot so možganska poškodba ali smrt (1, 4,6).

Težavna oskrba dihalne poti je klinična situacija, pri kateri ima izkušen anesteziolog težave s prikazom grla z direktno laringoskopijo in/ali z vstavitvijo dihalne cevke in/ali s predihavanjem bolnika z masko in dihalnim balonom.

Težavno predihavanje z masko in dihalnim balonom je klinična situacija, pri kateri ima izkušen anesteziolog težave z vzdrževanjem oksigenacije ($SpO_2 > 90\%$) in predihavanjem bolnika ob uporabi obrazne maske, dihalnega balona ter dihalne zmesi s 100% kisikom (1).

Težka intubacija je opredeljena kot potreba po več kot 3 poskusih intubacije ali času več kot deset minut do uspešne intubacije.

Pogostost težavnega predihavanja z masko in dihalnim balonom je 0,9-5% medtem, ko je pogostost neuspešnega predihavanja z masko in dihalnim balonom redka klinična situacija z incidenco 0,07-0,16% (8,9). Pri otrocih je pogostost težavnega predihavanja z masko in dihalnim balonom nekoliko višja kot pri odraslih 2,8-6,6 % (10, 11).

Pogostost težavne orotrahealne intubacije je 0,13 - 18%, pogostost neuspešne orotrahealne intubacije pa 0,05 - 0,35% (12). Pri nosečnicah, poškodovancih in otorinolaringoloških bolnikih je pojavnost težke oziroma neuspešne intubacije višja od splošne populacije. Pogostost težavne oskrbe dihalne poti z neustreznim predihavanjem in oksigenacijo bolnika je 0,0001-0,02% (13).

Najhujši zapleti anestezije se nanašajo na vzdrževanje dihalne poti in intubacijo. Vsaj tretjina teh zapletov je povezana z nezmožnostjo ohranjanja dihalne poti (8), od tega pride v 80% do smrti ali hude okvare možganov. Vsaj 70% teh zapletov bi lahko preprečili z ustreznim predoperativnim pregledom in obravnavo (7).

Težave pri oskrbi dihalne poti so 10-30 krat pogostejše pri bolnikih, ki so oskrbovani izven operacijske dvorane, kar je predvsem posledica neustreznih razmer okolja, nezadovoljive opreme in slabše izurjenosti osebja (7).

Vzroki težavne oskrbe dihalne poti

Težavna oskrba dihalne poti je odvisna od številnih dejavnikov, njeno verjetnost lahko ocenimo samo, če poznamo vzroke, ki lahko pripeljejo do takšne klinične situacije. Slednja je posledica kompleksnega medsebojnega delovanja bolnikovih dejavnikov oziroma njegovega kliničnega stanja ter večšine zdravnika. Vzroki težavne in težke oskrbe dihalne poti so številni. Vzroki, ki jih lahko pripišemo bolniku so ali prirojeni ali pridobljeni (4).

Prirojeni vzroki:

- Pierre-Robin sindrom: mikrognatija, makroglosija, razcepljeno mehko nebo
- Treacher-Collins sindrom: okvare oči in ušes, hipoplazija mandibule
- Goldenhar's sindrom: okvare oči in ušes, hipoplazija mandibule
- Downov sindrom: anatomsko spremenjen nos, makroglosija
- Kippel-Feil sindrom: zraščanost vratnih vretenc, omejena gibljivost varatu

Pridobljeni vzroki težavne oskrbe dihalne poti:

- vnetja: supraglotitis, absces v/ob dihalnih poteh, Ludwigova angina
- artritis: revmatoidni artritis, ankilozni spondilitis vratne hrbtenice
- benigni tumorji: cistični higrom, lipom, adenom, golša
- maligni tumorji
- poškodba obraza, grla, žrela, stanje po operaciji ali obsevanju v poteku dihalne poti ali vratu
- poškodba vratne hrbtenice, stanje po spondilodezi,
- debelost
- nosečnost
- opeklina

Vzroki, ki jih lahko pripišemo medicinski ekipi so neustrezno poznavanje tehnik oskrbe dihalnih poti, neustrezna predoperativna ocena verjetnosti težavne oskrbe dihalne poti, neustrezna opremljenost ekipe in tehnične težave z delovanjem opreme.

Ocena tveganja za težavno oskrbo dihalne poti pri bolnikih se začne s celovito anamnezo in fizičnim pregledom bolnika. Klinični pregled z oceno tveganja težavne oskrbe dihalne poti je obvezen pred vsako oskrbo dihalne poti, tako pri otrocih, kot pri odraslih, saj se s tem lahko izognemo nepričakovani težavni oskrbi dihalne poti in posledičnim zapletom (1).

Ocena tveganja za težavno oskrbo dihalne poti

1. Anamneza

S strani bolnika pridobimo podatke oziroma dokumentacijo o predhodnih anestezijah in morebitnih težavah pri oskrbi dihalne poti v smislu oteženega predihovanja ali težke intubacije. Pomembni so podatki o uporabi pripomočkov za vzpostavitev dihalne poti pri predhodnih

anestezijah, načinu in uspešnosti vzpostavitve dihalne poti. Pridobimo podatke o prirojenih in kroničnih boleznih ter nedavnih okužbah dihalnih poti, ki lahko povečajo možnost laringospazma in bronhospazma. Upoštevati je treba tudi kakršno koli novo ali poslabšanje patologije dihalnih poti, saj bo to ustvarilo novo klinično sliko, ki bi lahko zahtevala drugačen pristop k oskrbi dihalne poti (4,7).

Iz anamneze moramo izvedeti podatek o morebitni nosečnosti in o zadnjem uživanju tekočine, hrane, alkohola in drog.

2. Pregled bolnika

Pri kliničnem pregledu bolnika se usmeri pozornost k bolezenskim in anatomskim posebnostim, ki povečujejo verjetnost težavne oskrbe dihalne poti (tabela 1).

KLINIČNI PREGLED	OPOZORILNI ZNAKI
obraz	oblika, brki in brada, odpiranje ust, nakit
nosnice	prehodnost, ukrivljenost nosnega pretina, smrčanje
zobovje	nepravilen ugriz, razmajano zobovje ali posamezni zobje, štrleči sekalci, brezzoba čeljust, zobna proteza, velikost jezika
razmerje med maksilarnimi in mandibularnimi sekalci	maksilarni sekalci pred mandibularnimi sekalci nezmožnost hoteno iztegniti mandibulo in mandibularne sekalce preko maksilarnih
giblјivost temporomandibularnega sklepa	odpiranje ust z razdaljo med sekalci manjšo kot 3 cm; omejena zaradi tumorja, ankiloze
submentalni prostor	tiromentalna razdalja >6 cm
vidlјivost uvula	ni vidna, velik jezik
oblika neba	visoko obokano ali ozko
ocena elastičnosti in oblike submandibularnega prostora	trd, zadebeljen, zapolnjen s tumorsko raščo
oblika vratu	kratek in debel, stanje po traheotomiji, obsevanju, sternomentalna razdalja < 12 cm
glas	hripavost, stridor
giblјivost glave in vratu	omejena giblјivost z fleksijsko-ekstenzijskim kotom < 35°
bolezenske spremembe v poteku dihalne poti	brazgotine, absces, flegmona, epiglotitis, oteklina, tumor, krvavitev, opekline, tujek, podkožni emfizem
ocena habitusa	nosečnost, debelost z indeksom telesne mase > 25

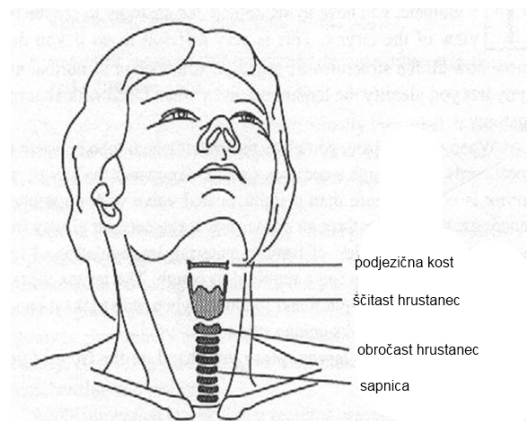
Tabela 1: Klinični pregled z opozorilnimi znaki povečanega tveganja za težavno oskrbo dihalne poti

3. Specifični testi za napoved težavne oskrbe dihalne poti

3.1. Ocena submandibularnega prostora

Submandibularni prostor predstavlja dno ustne votline, kamor med direktno laringoskopijo odrinemo jezik. Podajnost submandibularnega prostora ocenimo s palpacijo, velikost submandibularnega prostora pa se oceni z :

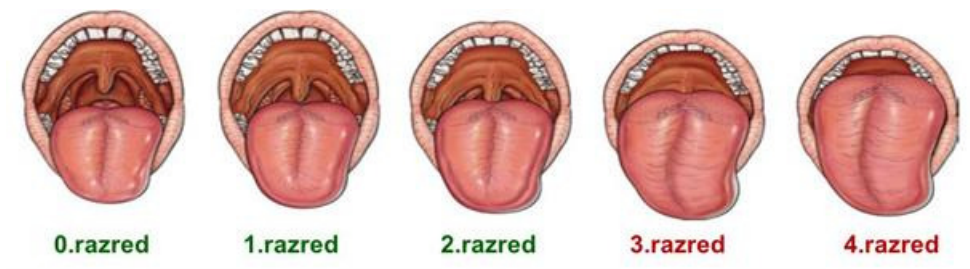
- merjenjem hiomentalne razdalje, to je razdalja med brado in podjezično kostjo ob položaju vrata v popolni ekstenziji, ki normalno meri > 3 cm (slika 1).
- merjenjem tiromentalne razdalje, to je razdalja med brado in ščitastim hrustancem grla ob popolni ekstenziji vratu, ki je normalno večja od 6,5 cm oziroma večja od debeline 3 prstov (slika 1; 16).
- merjenje sternomentalne razdalje, to je razdalja med brado in prsnico ob popolnoma iztegnjenem vratu ter normalno meri $> 12,5$ cm.
- izračun razmerja med telesno višino in tiromentalno razadaljo, ki večji od 22.24 napoveduje verjetnost težavne oskrbe dihalne poti (17).
- izračun razmerja med obsegom vratu in tiromentalno razadaljo, ki večji od 5 napoveduje verjetnost težavne oskrbe dihalne poti (18).



Slika 1. Ocena submandibularnega prostora:

3.2. Ocena razmerja med velikostjo jezika in žrela:

Z testom po Mallampatiju se oceni relativna velikost oziroma razmerje baze jezika in ustne votline ter žrela. Bolnik sedi z glavo v nevtralni legi, odpre usta in izplazi jezik, ob tem ne tvori glasov. Glede na to, v kolikšnem obsegu jezik prekriva vidljivost ustne votline in žrela, ločimo štiri razrede (19). V prvem razredu vidimo mehko nebo, nebna loka, uvulo in žrelo; v drugem razredu vidimo mehko nebo, nebna loka in uvulo; v tretjem razredu vidimo mehko nebo; v četrtem razredu vidimo samo trdo nebo. Vidljivosti tretjega in četrtega razreda opozarjata na povečano tveganje za težavo oskrbo dihalne poti. Ezri in sod. so modificirali klasifikacijo vidljivosti ustne votline in žrela Mallampatijevega testa z dodatkom ničelnega razreda v klasifikaciji vidljivosti ustne votline in žrela (slika 2; 20).



0. razred: vizualizacija epiglotisa, mehkega neba, nebnihi lokov, uvule in žrela.

I. razred: vizualizacija mehkega neba, nebnihi lokov, uvule in žrela.

II. razred: vizualizacija mehkega neba, nebnihi lokov in uvule.

III. razred: vizualizacija mehkega neba.

IV. razred: vizualizacija trdega neba.

Slika 2. Pregled ustne votline in žrela po Mallampatiju.

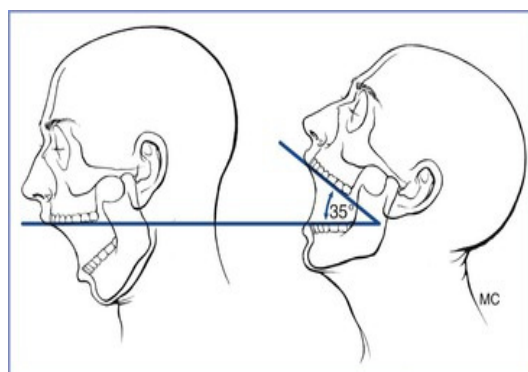
Pri pregledu ustne votline moramo biti pozorni na tujke, odlomljene zobe, kri, gnoj, tumorske mase in ostanke hrane, ki lahko onemogočijo pogled na dihalno pot.

3.3. Test ugriza v zgornjo ustnico

Test ugriza v zgornjo ustnico ocenjuje bolnikovo sposobnost prekritja zgornje ustnice s mandibularnimi sekalci (21), na podlagi česar ločimo tri razrede. Tretji razred, kjer bolnik s spodnjimi sekalci ni sposoben doseči zgornje ustnice, je napovedni dejavnik težavne oskrbe dihalne poti (4).

3.4. Test ekstenzije atlantookcipitalnega sklepa

Iztegnitev atlantookcipitalnega sklepa omogoča idealni položaj za intubacijo, saj se ob tem poravnajo vse tri glavne optične osi ustne votline: ustna, žrelna in os grla. Ocenjujemo jo pri bolniku, ki je nameščen z glavo in vratom v nevtralnem položaju, obrnjen naprej in nato maksimalno iztegne glavo. Izmerjeni kot med horizontalno ravnino in zgornjimi sekalci normalno znaša vsaj 35 stopinj ali več; težavo s intubacijo lahko pričakujemo ob slabši gibljivosti atlantookcipitalnega sklepa, ki je največkrat posledica artritisa ali spondiloze (4).

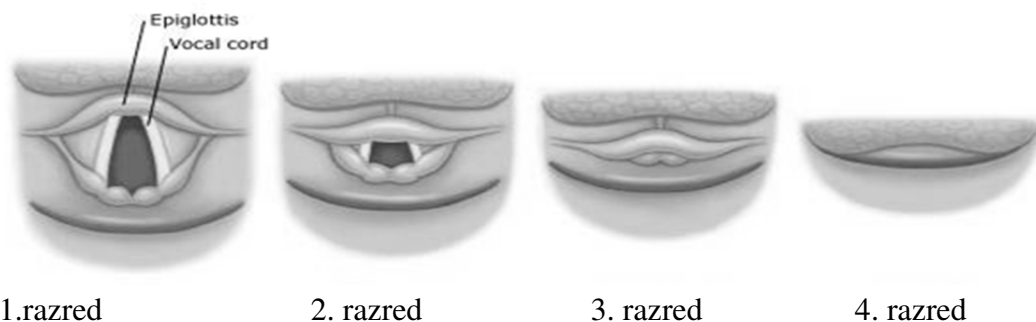


Slika 3: Test ekstenzije atlantookcipitalnega sklepa

3.5 Ocena prikaza vhoda v grlo z direktno laringoskopijo

Težavnost intubacije lahko glede na sliko, ki jo dobimo ob direktni laringoskopiji, s katero si prikažemo vhod v grlo, razvrstimo v 4 razrede. Tretji in četrti razred prikaza vhoda v grlo po Cormacku in Lehanu sta povezana z povečanim tveganjem za težavno oskrbo dihalne poti (22):

- 1.razred: normalni prikaz
- 2.razred: prikaz roba epiglotisa in aritenoidnih grčic
- 3.razred: prikaz roba epiglotisa
- 4.razred: vidimo samo mehko nebo



Slika 4: Prikaz vhoda v grlo z direktno laringoskopijo po Cormacku in Lehanu (22).

3.6. Slikovna ocena anatomije dihalnih poti

Različni slikovni prikazi glave in dihalnih poti nam služijo za merjenje razdalij in kotov ter razmerij med anatomskimi strukturami, ki so povezane s povečanim tveganjem za težavno oskrbo dihalne poti. Preiskave se le redko uporabljajo in niso del rutinskega ocene tveganja težavne oskrbe dihalne poti (4):

- rentgenski posnetki skeleta glave in vratu
- fluoroskopija
- ultrazvok
- CT/MRI

Predihavanje z obrazno masko in dihalnim balonom

Predihavanje bolnika s pomočjo obrazne maske je oteženo pri 5 % bolnikov (8). Študije so dokazale 5 neodvisnih dejavnikov tveganja za težko predihovanje z obrazno masko: (1) starost nad 55 let, (2) indeks telesne mase (ITM) nad 26 kg / m^2 , (3) navzočnost brade, (4) pomanjkljivo zobovje, in (5) zgodovina smrčanja. Neuspešno predihovanje z masko je opredeljeno kot nezmožnost predihovanja kljub večjemu številu izvajalcev, uporabi pripomočkov in živčno-mišični blokadi. Pojavi se kot redek zaplet (do 0,15%), neodvisni dejavniki tveganja so:

predhodno obsevanje vratu, moški spol, diagnoza apneje v spanju, Mallampati razred III ali IV (2, 4, 25, 26).

Natančnost ocene tveganja za težavno oskrbo dihalne poti

Vsak klinični znak ali test ima svojo lastno senzitivnost in specifičnost za oceno težavne oskrbe dihalne poti. Natančen klinični znak ali test za oceno težavne dihalne poti mora imeti visoko senzitivnost, da pravilno predvidi bolnike s težavno oskrbo dihalne poti in visoko specifičnost, da pravilno predvidi bolnike z enostavno oskrbo dihalne poti.

Vsak posamezen kriterij ima nizko občutljivost in specifičnost za oceno možnosti težavne oskrbe dihalne poti (5,21). Vzrokov za veliko variabilnost in nezanesljivo napovedno vrednost kliničnih znakov, testov in ocenjevalnih modelov za napoved težavne oskrbe dihalne poti je veliko:

- različne definicije težavne oskrbe dihalne poti
- nizka pogostost težavne oskrbe dihalne poti
- različni vzroki za težavno oskrbo dihalne poti
- variabilnost klinične ocene zaradi subjektivnih vzrokov – preiskovalci
- variabilnost v metodologijah in statistični analizi validacijskih raziskav
- različne tehnike uvoda v anestezijo
- farmakodinamska in farmakokinetična variabilnost
- nezmožnost kliničnega znaka, testa ali modela za napoved težavne oskrbe dihalne poti

Napoved težavne oskrbe dihalne poti je vsekakor natančnejša z usmerjeno anamnezo in kliničnim pregledom, še posebej če se za oceno uporabi več kliničnih znakov in testov (1).

Po priporočilih Evropskega anesteziološkega združenja sistematski kliničen pregled z oceno tveganja težavne oskrbe dihalne poti vključuje (28):

- Mallampatijev test
- merjenje tiromentalne razdalje
- odpiranje ust ali ocena razdalje med sekalci
- dolžina, debelina in gibljivost vratu
- ocena complianse submandibularnega prostora
- test ugriza v zgornjo ustnico

Izsledki pregleda morajo biti na voljo vsem članom medicinsko negovalnega tima, ki sodeluje pri zdravljenju bolnika (23).

Zaključek

Noben test ocene težavnosti vzpostavitve dihalne poti ne more zagotoviti visokega indeksa občutljivosti in specifičnosti, zato je najbolj zanesljiva uporaba kombinacije več testov. Že dobra anamneza in klinični pregled bolnika nas lahko opozorita na povečano tveganje za težavno oskrbo dihalne poti. Vendar je treba vedeti, da bodo nekateri bolniki z težavno vzpostavitvijo dihalne poti kljub optimalnemu predoperativnemu vrednotenju dihalnih poti ostali neodkriti, zato je potrebno poznavanje algoritma ukrepanja, opreme in pripomočkov za oskrbo dihalne poti (4,30).

Literatura

1. American Society of Anesthesiologists. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 2003; 98: 1269-77.
2. Practice Guidelines for Management of the Difficult airway. An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists. Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiol.* 2013; 118:251-70.
3. Predicting difficult intubation- worthwhile exercise or pointless ritual? *Anaesthesia* 2002; 57: 105-109.
4. Gupta S, Sharma R, Jain D. Airway assessment : predictors of difficult airway. *Indian J. Anesth.* 2005 ;49:257-262.
5. Mekiš D. How to predict a difficult airway. *Acta Medico-biotechnica* 2013; 6 (1):10–19.
6. El-Ganzouri AR, McCarthy RJ, Tuman KJ et al. Preoperative Airway Assessment: Predictive Value of a Multivariate Risk Index. *Anesth Analg* 1996;82:1197-204.
7. Durbin CG, Bell TC, Shilling AM. Elective intubation. *Respiratory care* 2014; 59(6): 825-849.
8. Langeron O et al. Prediction of difficult mask ventilation. *Anesthesiology*. 2000; 9: 1229-36.
9. Kheterpal S, Han R, Tremper KK et al. Incidence and predictors of difficult and impossible mask ventilation. *Anesthesiology*. 2006; 105: 885-91.
10. Valois-Gómez T et al. Incidence of difficult bag-mask ventilation in children: a prospective observational study. *Paediatr Anaesth.* 2013; 23: 920-6.
11. Laschat M in sod. Difficult airway management in paediatric patients. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther.* 2009; 44: 728-34.
12. Djabatey EA in sod. Difficult and failed intubation in 3430 obstetric general anaesthetics. *Anaesthesia*. 2009; 64: 1168-71.
13. Heard AM in sod. The formulation and introduction of a 'can't intubate, can't ventilate' algorithm into clinical practice. *Anaesthesia*. 2009; 64: 601-8.

14. Benumof JL. Definition and incidence of difficult airway. In: JL Benumof. Airway management: Principles and practise. St Louis Mosby 1996: 121-125.
15. Henderson J in sod. Difficult Airway Society guidelines. *Anaesthesia* 2004; 59: 1242-1243.
16. Baker PA, Depuydt A, Thompson JMD. Thyromental distance measurement – fingers don't rule. *Anaesthesia* 2009; 64: 878-82.
17. Honarmand A, Safavi MR. Prediction of difficult laryngoscopy in obstetric patients scheduled for Caesarean delivery. *Eur J Anaesthesiol.* 2008; 25: 714-20.
18. Kim WH, Ahn HJ, Lee CJ, Shin BS, Ko JS, Choi SJ et al. Neck circumference to thyromental distance ratio: a new predictor of difficult intubation in obese patients. *Br J Anaesth.* 2011; 106: 743-8.
19. Mallampati SR in sod. A clinical sign to predict difficult tracheal intubation: a prospective study. *Can Anaesth Soc J.* 1985; 32: 429-434.
20. Ezri T, Cohen I, Geva D, Szmuk P. The incidence of class zero airway and the impact of Mallampati score, age, sex and body mass on prediction of laryngoscopy grade. *Anesth Analg.* 2001; 93: 1073-5.
21. Eberhart LHJ, Arndt C, Cierpka T, Schwanekamp J, Wulf H, Putzke C. The reliability and validity of the upper lip bite compared with the Mallampati classification to predict difficult laryngoscopy: An external prospective evaluation. *Anesth Analg* 2005; 101: 284-9.
22. Cormack RS, Lehane J. Difficult Intubation in Obstetrics. *Anaesthesia* 1984; 39: 1005-11.
23. Kanaya N, Kawana S, Watanabe H, Niiyama Y, Niiya T, Nakayama M et al. The utility of three-dimensional computed tomography in unanticipated difficult endotracheal intubation. *Anesth Analg* 2000; 91: 752-4.
24. Connor CW, Segal S. Accurate classification of difficult intubation by computerised facial analysis. *Anesth Analg.* 2011; 112: 84-93.
25. El-Orbany M, Woehlck HJ. Difficult mask ventilation. *Anesth Analg.* 2009; 109: 1870-80.
26. Murphy C, Wong DT. Airway management and oxygenation in obese patients. *Can J Anaesth.* 2013; 60: 929-45.
27. Iohom G, Ronayne M, Cunningham AJ. Prediction of difficult tracheal intubation. *Eur J Anaesthesiol.* 2003; 20: 31-6.
28. De Hert S, Imberger G, Carlisle J, Diemunsch P, Fritsch G, Moppett I et al. Preoperative evaluation of the adult patient undergoing non-cardiac surgery: guidelines from the European Society of Anaesthesiology. *Eur J Anaesthesiol.* 2011; 28: 684-722.
29. Russo SG, Becke K. Expected difficult airway in children. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2015; 28: 321-6.
30. Green L. Can't intubate, can't ventilate! A survey of knowledge and skills in a large teaching hospital. *European Journal of Anaesthesiology* 2009; 26: 480-483.

5.

Priprava bolnika za oskrbo dihalne poti

Tanja Kuprivec

Ko je postavljena indikacija za oskrbo dihalne poti, je potrebno bolnika na njo ustrezno pripraviti. Pred začetkom oskrbe je nujno preverjanje delovanja celotne opreme in priprava delovišča. Zdravila za uvod v anestezijo izberemo glede na bolnika, njegovo stanje in naše poznavanje zdravil. (3)

Priprava bolnika

Prvi korak priprave bolnika na oskrbo dihalne poti zajema kratko anamnezo in klinični pregled, pozorni smo na morebitne pokazatelje otežene intubacije. Sledi faza preoksigenacije - bolnik vdihuje visoke koncentracije kisika (navadno 100%) pred aplikacijo zdravil za uvod v anestezijo. Cilj preoksigenacije je denitrogenacija in povečanje rezervoarja kisika za čas apneje med poskusom intubacije. Metode preoksigenacije so: 3 minute trajajoče spontano dihanje 100% kisika, 4-5 globokih vdihov v visokopretočnem nepovratnem sistemu, 8 globokih vdihov v izjemno nujnih situacijah, dihanje preko CPAP (continuous positive airway pressure – CPAP) maske, HFNO (angl. high flow nasal oxygenation - HFNO), pri slabo sodelujočem bolniku se lahko poslužimo previdnega asistiranega predihavanja. Zaporednim poskusom intubacije mora slediti predihovanje bolnika preko obrazne maske za vzdrževanje primerne saturacije. (4, 6)

Posteljo bolnika namestimo na ustrezno višino. Direktno laringoskopijo olajšamo, če poravnamo oralno-faringealno-trahealno os, kar pomeni, da je tragus ušesa v isti horizontalni liniji kot jugulum. (6)

Pred uvodom v anestezijo je pomembna zagotovitev venske poti in priprava opreme za oskrbo dihalne poti. Pripravljeni morajo biti: izvor kisika, obrazna maska, dihalni balon/aparat, orofaringealni tubus, aspiracijska cevka z nastavkom, dihalna cevka z brizgo za napihovanje mešička, laringoskop, elastični bougi, vodilo in pripomočki za težko intubacijo. Pred vsako oskrbo dihalne poti je potrebno preveriti delovanje celotne opreme. Ves čas posega se spremlja EKG, neinvazivni krvni tlak, periferna saturacija preko pulznega oksimetra in kapnografija. Če ima bolnik nastavljeno nazogastrično sondo, se pred uvodom posrka morebitne ostanke želodčne vsebine. (3, 4)

Zdravila

A. Propofol

Propofol je derivat fenola, v 98% se veže na plazemske proteine. Na trgu je v obliki 1% in 2% emulzije, vsebuje sojino olje, fosfolipide jajc in glicerol. Propofol je kratkodelujoči splošni anestetik, ki ojača GABA učinek v možganski skorji, talamusu, možganskem deblu in hrbtenjači. Delovat začne približno 30 sekund po injiciranju, prebujanje je hitro (3-5 minut). Povzroča bolečino ob injiciranju. Metabolizem poteka v jetrih, presnovki se izločijo skozi ledvice. Indukcijski odmerek za odrasle je 1,5 - 2,5 mg/kg, za otroke 3-5 mg/kg. Klinični učinki propofola so: depresija dihanja, hipotenzija zaradi sistemske vazodilatacije in negativnega inotropnega delovanja, depresija refleksov v dihalih (bronhospazem je redek), znižan metabolizem in pretok skozi možganovino ter zniževanje intrakranialnega pritiska, antiemetičnost in antikonvulzivnost (1, 2).

Pri dolgotrajnih infuzijah (4 mg/kg/h, >24h) pri rizičnih bolnikih (mlajši, podhranjeni, hranjeni s preparati z visoko vsebnostjo maščobnih kislin) lahko nastopi sindrom zaradi infuzije propofola (angl. propofol infusion syndrome). Za sindrom je značilna depresija miokarda, refraktorna bradikardija, metabolna acidoza, hiperlipidemija, rabdomioliza, akutna ledvična odpoved in visoka smrtnost (7). Absolutna kontraindikacija za uporabo propofola je alergija in obstrukcija dihalne poti. Varen je pri bolnikih s porfirijo in maligni hipertermiji. (1,2)

B. Etomidat

Etomidat je derivat imidazola, v 75% se veže na plazemske proteine. Obstaja v obliki vodotopne in lipidotopne emulzije. Je hitro in kratkodelujoč (5-10 minut), deluje preko ojačevanja učinka GABA receptorjev. Metabolizira se v jetrih in plazmi s pomočjo esteraz. Izloči se preko ledvic. Indukcijski odmerek je 0,2 - 0,3 mg/kg, pogosto povzroča tromboflebitis. Pri zdravih povzroča manjšo depresijo kardiovaskularnega sistema kot propofol in tiopental. Apneja se pojavi le redko. Zmanjša metabolizem, pretok skozi možganovino in intrakranialni pritisk. Zaradi minimalnega učinka na srednji arterijski tlak je učinek na možganski perfuzijski tlak ugoden. Neželeni učinki so kašelj, kolcanje, mioklonus, epileptiformnost, pooperativna slabost in bruhanje. Mioklonus lahko zmanjšamo s sočasno uporabo benzodiazepinov in opioidov. Ni primeren anestetik, če načrtujemo uporabo supraglotičnih pripomočkov. Etomidat zavira sintezo kortizola v nadledvičnici, zato ni prva izbira pri septičnih bolnikih. Absolutna kontraindikacija za uporabo je porfirija (1, 2).

C. Midazolam

Midazolam je kratkodelujoči benzodiazepin, v 96% se veže na plazemske proteine. Metabolizira se v jetrih, izloči se z urinom. Razpolovni čas je 1,5- 2,5 ure, pri starejših je tudi do 4x podaljšan. Tudi midazolam deluje preko ojačitve delovanja GABA receptorjev. Uporabljamo ga za premedikacijo (0,04 - 0,08 mg/kg), sedacijo (0,03 – 0,2 mg/kg/h), za uvod v anestezijo (0,1 - 0,2 mg/kg) in prekinitev epileptičnih krčev. Pri otrocih in starejših se lahko pojavi paradokсна povečana aktivnost. Pri uporabi midazolama moramo biti pozorni pri starejših, oslabeledih bolnikih, bolnikih s kronično srčno, ledvično, jetrno, respiratorno insuficienco. Na trgu je antidot flumazenil, ki deluje kot selektivni kompetitivni antagonist. Ima

krajši razpolovni čas kot midazolam (40 minut), zato je potrebno glede na klinično sliko ponavljanje odmerka. Lahko sproži odtegnitveni sindrom in konvulzije (1,2).

D. Dexmedetomidin

Dexmedetomidin je selektivni agonist alfa-2 receptorjev v možganskem deblu (locus ceruleus). Deluje simpatikolitično z zmanjšanjem sproščanja noradrenalina iz simpatičnih živčnih končičev. Metabolizira se v jetrih, izloči se preko urina. Uporablja se predvsem za sedacijo v enotah intenzivne terapije ter za sedacijo med diagnostičnim ali terapevskimi posegi. Lahko začnemo z enkratnim odmerkom 1 mcg/kg in nato nadaljujemo v odmerku od 0,3 - 1,4 mcg/kg/h. Deluje tudi analgetično, povzroča minimalno depresijo dihanja. V nižjih odmerkih povzroča hipotenzijo in bradikardijo, v višjih pa zaradi povečanja perifernega upora hipertenzijo in poglobljeno bradikardijo. Njegova uporaba je odsvetovana pri bolnikih z AV blokom II. in III. stopnje (brez srčnega vzpodbujevalnika) ter prolongirani hipotenziji (1, 2).

E. Tiopental

Tiopental spada v skupino barbituratov in deluje kot agonist GABA receptorjev v centralnem živčevju. V 80% se veže na plazemske proteine. Metabolizem je počasen, poteka v jetrih, izloča se z urinom. Indukcijski odmerek znaša 3 - 5 mg/kg, za otroke 4 - 6 mg/kg in novorojenčke 2 - 4 mg/kg. Učinek je hiter (<30 sekund), prebujanje nastopi po 5-10 minutah. Tiopental deluje depresorno na kardiovaskularni, respiratorni sistem in centralno živčevje (deluje nevroprotektivno, je zelo potenten antikonvulziv). Nima analgetičnega učinka. Absolutne kontraindikacije so zapora dihalne poti, porfirija in znana alergija. Previdna uporaba je svetovana pri srčnih bolnikih, hipovolemiji, hudih jetrnih, mišičnih obolenjih, starostnikih in astmatikih/KOPB (sproščanje histamina) (2).

F. Ketanest

Ketanest je derivat fenciklidina, ki povzroča disociativno anestezijo, saj "odklaplja" talamus od limbične skorje. Bolnik ob tem deluje buden, odpira oči, požira, se premika, a ne more odgovoriti na senzorični dražljaj. Ketamin zavira delovanje NMDA receptorjev v možganih in hrbtenjači. Obstajata dva stereoizomera: R-ketamin (desnosučni) in S-ketamin (levosučni). Trenutno je v Sloveniji na voljo le s-ketamin, ki je dvakrat potentnejši od racemične oblike, zato so potrebni nižji odmerki. Tako je zbujanje hitrejše, neželenih učinkov je manj, nima pa bronhodilatatornega učinka. Ker je dobro lipidotopen, po intravenski aplikaciji (0,5 - 1 mg/kg) v 30-60 sekundah povzroči anestezijo, učinek traja 10 - 15 minut. Lahko ga apliciramo tudi intramuskularno (2-4 mg/kg), začetek delovanja je po 3 - 4 minutah, traja 20 minut. Metabolizira se v jetrih, izloča se z urinom. Ketamin je močan analgetik že v subanestetični dozi (0,125 - 1,25 mg/kg). Povzroča lahko neprijetne halucinacije, nemirno zbujanje, dezorientacijo in agitacijo, kar lahko traja tudi 24h po anesteziji. V izogib le-teh neželenih učinkov ketanest kombiniramo z enim od depresorjev centralnega živčnega sistema (benzodiazepini, propofol). Uporaba ketamina je indicirana pri šokiranih bolnikih in poškodovancih, saj povzroči najmanjšo hemodinamsko nestabilnost. V otroških anesteziji se uporablja za krajše posege, preglede in boleče intervencije. Kot stranski učinek je opisovana

tudi hipersalivacija, zato je priporočljiva sočasna uporaba antiholinergika. Kontraindiciran je pri bolnikih z zaporo dihalne poti in pri bolnikih s psihozami. Previdnost je potrebna pri bolnikih z arterijsko hipertenzijo, ishemično boleznijo srca, srčnim popuščanjem, aritmijami in pljučno hipertenzijo. Nekoč je veljalo, da je kontraindiciran pri hudi poškodbi glave zaradi možnega povečanja intrakranialnega tlaka. Novejše študije pa kažejo, da bi naj v obliki kontinuirane infuzije deloval celo nevroprotektivno (1, 2).

G. Sevofluran

Sevofluran je hlapni anestetik, ki se uporablja za vzdrževanje anestezije in občasno za uvod v anestezijo, predvsem pri otroški anesteziji. Med uvodom lahko v visokih koncentracijah povzroči nemir, agitacijo, razdražljivost, zato je priporočljiva kombinacija z dušikovim oksidulom. Povzroča bronhodilatacijo, hipotenzijo, znižan metabolizem v centralnem živčevju, slabost in bruhanje. Sevofluran je kontraindiciran pri bolnikih z anamnezo povišane telesne temperature, zlatenice med anestezijo in podatku o maligni hipertermiji v družini. Nefrotoksična bi naj bila substanca A, metabolit, ki nastane pri pri uporabljenih visokih koncentracijah in nizkih pretokih dihalne zmesi (1).

H. Opiodi

Opiodi so naravne, (pol)sintetične snovi, ki vežejo in aktivirajo opioidne receptorje, razporejene po centralnem živčevju, perifernih aferentnih živčnih končičih in različnih organih. Opiodi povzročajo analgezijo, sedacijo, spanje, posamezni evforijo in halucinacije. Delujejo depresorno na dihalni center, predvsem znižujejo frekvenco dihanja. Neželeni učinki so slabost, bruhanje, upočasnjena peristaltika, hemodinamski kolaps pri šokiranih bolnikih zaradi simpatikolitičnega delovanja. Opiodi sproščajo histamin, pogosti so srbečica, bronhospazem, urtikarija. Po hitri intravenski aplikaciji lahko povzročijo rigidnost mišic prsnega koša in oteženo predihovanje bolnika. Pri dolgotrajni uporabi se razvije toleranca in supresija imunskega sistema (1, 2).

Ker so zelo učinkoviti pri supresiji kašlja, se remifentanil lahko uporabi za intubacijo budnega bolnika. Remifentanil je selektivni agonist opioidnega μ -receptorja s hitrim začetkom in zelo kratkim časom delovanja (razpolovni čas 3-10 min). V 70% se veže na plazemske proteine. Metaboliziran je v plazmi, izloči se preko ledvic. Uporabljamo ga za uvod v anestezijo, pri intubaciji budnega bolnika (0,5 - 1 mcg/kg v zelo počasni aplikaciji zaradi nevarnosti mišične rigidnosti), za analgezijo med operativnim posegom (0,3 - 1 mcg/kg/min) in porodom. Neželeni učinki so mišična rigidnost, depresija dihanja, hipotenzija in bradikardija. V primeru predoziranja lahko uporabimo specifični kompetitivni antagonist nalokson v odmerku 0,1 - 0,2 mg. Zaradi zelo kratkega delovanja remifentanila navadno ni potrebe po ponavljajočih odmerkih antidota (1, 2).

I. Mišični relaksansi

Mišični relaksansi so zdravila, ki zavirajo prenašanje akcijskega potenciala z nevronov na skeletne mišice. S svojim delovanjem olajšajo endotrahealno intubacijo, umetno ventilacijo in

zagotavljajo optimalne pogoje za kirurško delo. So kvartarne kemične spojine, ne prehajajo čez krvno možgansko bariero, delujejo predvsem na nikotinske receptorje postsinaptične membrane mišične celice.

Glede na mehanizem delovanja ločimo depolarizirajoče in nedepolarizirajoče mišične relaksanse. Edini depolarizirajoči relaksans je suksinilholin, ki deluje kot agonist nikotinskih receptorjev. Ob depolarizaciji so vidne fascikulacije mišic, sledi faza flakcidne relaksacije. Odmerek za intubacijo pri odraslih znaša 1 – 1,5 mg/kg, pri otrocih 1 - 2 mg/kg, ki povzroči globok blok hitreje in bolj zanesljivo kot katerikoli drugi mišični relaksans. Maksimalni učinek je dosežen v 45-60 sekundah (pogoji za intubacijo so ustvarjeni še hitreje). Blok izzveni po 7 - 15 minutah. Presnavlja se v plazmi (pseudoholinesteraza). Delovanje suksinilholina je podaljšano pri prirojenih/pridobljenih (bolezni jeter, rakavost, nosečnost, srčna obolenja) motnjah holinesteraze. Neželeni učinki so bolečine v mišicah, zvišan intraokularni, intrakranialni tlak, hiperkaliemija z motnjami ritma (predvsem pri opeklinah, mišičnih obolenjih, poškodbah hrbtenjače-varna je uporaba v prvih 24 - 48h), anafilaktične reakcije in maligna hipertermija. Tveganje za regurgitacijo ni povečano, saj sta hkrati povišana tako znotrajželodčni tlak kot tlak v spodnjem sfinktru požiralnika.

Trenutno so več v uporabi nedepolarizirajoči mišični relaksansi, ki delujejo kot antagonisti nikotinskih receptorjev. Najpogosteje uporabljan je rokuronij, ki ima najhitrejši začetek delovanja. Standardni intubacijski odmerek je 0.6 mg/kg, pogoje za intubacijo ustvari po 60-90 sekundah, blok traja 30 - 45 minut. Pri aplikaciji visokega odmerka (1 – 1,2 mg/kg) hitrost nastanka bloka zaostaja za suksinilholinom le za nekaj sekund, učinek traja približno 90 minut. Tako je rokuronij dobra alternativa suksinilholinu pri urgentni intubaciji. Od pojava specifičnega antidota sugamadeksa se je uporaba rokuronija v tej indikaciji razširila. Zdravilo se nespremenjeno izloča skozi ledvice in žolč. Pogostost anafilaktičnih reakcij je največja med vsemi aminosteroidnimi relaksansi.

Med ostalimi mišičnimi relaksansi je še vekuronij, ki ima počasnejši nastop in dlje časa trajajoč učinek kot rokuronij. Redkeje se uporablja atrakurij, ki je zaradi plazemskega metabolizma primeren za bolnike z ledvično in/ali jetrno odpovedjo (1, 2).

Zaključek

Oskrba dihalne poti je ena izmed najpomembnejših nalog anesteziologa. Nujno je dobro poznavanje zdravil, priprava ustreznega načrta izvedbe, prilagojenega za posameznega bolnika in izvajalca.

Literatura:

1. Butterworth JF, Mackey DC, Wasnick JD. Morgan and Mikhail's Anesthesiology. 5th ed. McGraw Hill Medical, 2013
2. Miller RD, Eriksson LI et al. Miller's Anesthesia: Expert Consult Premium Edition - Enhanced Online Features and Print, 2-Volume Set. 7th ed. Churchill Livingstone, 2009
3. Indications and Preparation of the Patient for Intubation. In: Principles of Airway Management. Springer, New York, NY, 2003
4. Durbin CG Jr, Bell CT, Shilling AM. Elective intubation. In: Respiratory Care. June 2014. Vol. 59 No6.
5. Jukes G, Ferns T. Endotracheal Intubation. Nursing Time Journal. March 2003
6. Flannigan C. Intubation Preparation and Equipment. Dostopno na: <http://www.paediatricemergencies.com/intubationcourse/course-manual/intubation-preparation-and-equipment/>
7. Kam PC1, Cardone D. Anaesthesia, Propofol infusion syndrome. 2007; 62: 690-701.

6. Sprostitev dihalne poti, odstranitev tujkov v dihalni poti, predihovanje z obrazno masko in dihalnim balonom

Barbara Pečovnik

Uvod

Prepoznavanje in ustrezna oskrba zaprte dihalne poti je ključnega pomena, saj tako preprečimo hipoksemijo, ki lahko vodi v sekundarno hipoksično poškodbo možganov in ostalih organov. Tako izboljšamo preživetje bolnikov z zaporo dihalne poti. Med ustrezno oskrbo dihalne poti štejemo sprostitve dihalne poti, odstranitev tujkov, vzdrževanje odprte dihalne poti, predihovanje z masko in dihalnim balonom ter zavarovanje dihalne poti.

Zapora dihalne poti je lahko delna ali popolna. Pojavi se lahko na kateremkoli nivoju: od nosu do sapnika. Pri nezavestnem bolniku pride najpogosteje do zapore dihalne poti na nivoju mehkega neba in poklopca. Zaporo lahko povzročajo izbljuvki (regurgitacija želodčne vsebine), kri (poškodbe) ali tujki. Do zapore na nivoju grla lahko pride tudi zaradi edema ob opeklinah, vnetju, anafilaktični reakciji ali ob draženju zgornjih dihalnih poti (laringospazem). Zapora dihalnih poti pod nivojem grla se pojavlja manj pogosto in jo lahko povzroča prekomerna bronhialna sekrecija, edem dihalne sluznice, bronhospazem, pljučni edem ali aspiracija želodčne vsebine (1).

Sprostitev dihalne poti

Ob sumu na zaporo dihalne poti je potrebna takojšnja sprostitve zapore in vzdrževanje odprte dihalne poti. To lahko dosežemo z: zvrnitvijo glave navzad, dvigom brade in trojnim manevrom oz. s prilagojenim trojnim manevrom (1).

a) Zvrnitev glave navzad in dvig brade:

- dlan ene roke položimo na bolniku na čelo, ob robu lasišča,
- konice prstov druge roke namestimo pod brado bolnika in nežno privzdignemo brado ter tako poravnamo sprednje vratne strukture (1).

b) Trojni manever

Je alternativni manever, ki s potegom spodnje čeljusti naprej, sprosti zaporo, ki jo povzroča jezik, mehko nebo in poklopec. V kombinaciji z zvrnitvijo glave navzad je uspešnost največja (1).

Postopek:

- namestimo se za bolnikovo glavo,
- poiščemo si rob spodnje čeljusti,
- dlani položimo na lica, kazalec in ostale prste položimo za rob spodnje čeljusti,
- z obema rokama dvignemo spodnjo čeljust navzgor in navzpred,
- s palcema si odpremo usta, tako da brado rahlo potisnemo navzdol.

Ti enostavni postopki so uspešni v večini primerov, ko je razlog zapore dihalne poti izguba mišičnega tonusa žrela. Po izvedbi manevra, moramo oceniti njegovo učinkovitost. Če so postopki za sprostitev dihalne poti neuspešni, pogledamo v usta za morebitne tujke. Odstranjujemo le vidne tujke v ustni votlini, z orokavičenim prstom, gazo ali z aspiratorjem (1).

c) Prilagojen trojni manever

Izvajamo ga ob sumu ali dokazani poškodbi vratne hrbtenice. To je trojni manever, brez zvrčanja glave nazaj, ob ročni stabilizaciji vratne hrbtenice v osi (MILS – manual in line stabilisation). Če kljub prilagojenemu trojnemu manevru ne pride do odprtja dihalne poti, je dovoljeno minimalno zvrčanje glave, dokler se dihalna pot ne odpre. Odprta dihalna pot ima prednost pred morebitno poškodbo vratne hrbtenice. (1)

Postopek:

- pomočnik z obema rokama s sprednje strani stabilizira vratno hrbtenico v osi
- izvajalec se postavi se za bolnika in izvede trojni manever, brez zvrnitve glave navzad.

Odstranjevanje tujkov iz dihalne poti

Zapora dihalne poti s tujkom je redek, a potencialno odpravljen vzrok nenadne smrti. Pri odraslih predstavlja vodilni vzrok nenadne smrti. Večinoma se zgodi med jedjo in pred pričami. (2, 3) Zapora dihalne poti s tujkom je pogostejša pri otrocih. (1) Najpogostejše se pojavlja pri otrocih med prvim in tretjim letom, pogostejše pri dečkih. (4, 5) Zaporo dihalne poti pri otrocih najpogostejše povzročajo oreščki, koščki zelenjave (do 84% vseh primerov) in majhne igrače (do 15% vseh primerov). (4)

Ob sumu na zaporo dihalne poti s tujkom je najpomembnejša hitra prepoznavna in ustrezno ukrepanje. Ker so osebe na začetku pri zavesti in odzivne, je priložnost za zgodnje posredovanje pogosta, kar lahko reši življenje. (6)

Odstranjevanje tujkov pri zavestnem

Tujki lahko povzročijo delno ali popolno zaporo dihalne poti. Pomembno je, da vprašamo osebo: 'Ali se dušite?' Oseba, ki lahko govori, kašlja in diha, ima blago zaporo dihalnih poti. Oseba, ki ne more govoriti, ima šibek kašelj, se bori in ne more dihati ali je nezavestna ima hudo zaporo dihalnih poti. (1,6)

Kadar posumimo na zadušitev in gre za delno zaporo dihalne poti, spodbujamo osebo, da kašlja (spodbujamo kašelj). Kašelj sproži visok in stalen tlak v dihalnih poteh in lahko izloči tujek.(6) Če postane kašelj neučinkovit ali gre za hudo zaporo dihalne poti in je oseba pri zavesti, izvedemo 5 udarcev po hrbtu (med lopaticama):

- postavimo se ob stran in nekoliko za bolnika
- z eno roko podpremo prsni koš bolnika in ga nagnemo močno naprej, da tujek izleti iz dihal skozi usta in ne še globje v dihalno pot
- z dlanjo močno udarimo med lopaticama

Če 5 udarcev po hrbtu ne razreši zapore dihalne poti, izvedemo 5 stisov trebuha (Heimlichov maneuver):

- postavimo se za bolnika in namestimo obe roki okoli zgornjega dela trebuha
- nagnemo bolnika naprej
- primemo se za obe roki in ju položimo med popek in žličko
- zgrabimo obe roki in močno pritismo navznoter in navzgor

Če se zapora dihalne poti ne razreši, nadaljujemo izmenjaje s 5 udarci po hrbtu in s 5 stisi trebuha (6).

Namen Heimlichovega manevra je da s hitrim stiskom na trebuh, preko prepone povečamo tlak v sapniku in grlu in tako izstrelimo tujek iz dihal (7).

Manevra ne smemo izvajati pri otrocih do 1 leta in pri nosečnicah v 2. in 3. tromesečju. Pri teh izvajamo le udarce med lopaticama. Tveganje za poškodbe ob pritisku na trebuh, je največje pri dojenčkih in zelo majhnih otrocih, saj so pri njih zaradi vodoravnega položaja reber notranji organi v zgornjem delu trebuha bolj izpostavljeni in jih lažje poškodujemo (3). Zato pri otrocih do 1 leta poskušamo odstraniti tujek z udarci med lopaticama, ob hkratnem obračanju glave navzdol ali s pritiski na prsni koš, potem, ko smo otroka obrnili na hrbet (3).

Na kliničnih primerih so pokazali, da so pri popolni zaporu dihalnih poti s tujkom za bolnike pri zavesti in otroke po enem letu starosti učinkoviti udarci po hrbtu, pritiski na trebuh in prsni koš. Verjetnost za uspeh je večja, ko se uporabi kombinacija vseh treh ukrepov (6).

Odstranjevanje tukjov pri nezavestnem

Če oseba kadarkoli postane nezavestna jo nežno položimo na tla, pokličemo nujno medicinsko pomoč in pričnemo s temeljnimi postopki oživljanja s stisi prsnega koša (6).

Študije so pokazale, da se višji tlaki v dihalnih poteh sprožijo pri pritiskanju na prsni koš, kot pa pri pritiskanju na trebuh. Pritiski na prsni koš se morajo začeti takoj, ko oseba postane neodzivna ali nezavestna. Po 30 stisih prsnega koša damo 2 vpiha in nadaljujemo s zunanjo masažo srca, dokler se bolnik ne ovede in diha normalno (6).

V času izvajanja zunanje masaže srca, je potrebno vsakič, ko se dihalna pot odpre preveriti ustno votlino na prisotnost izstreljenega tujka.

Osebe, ki vztrajno kašljajo, imajo težave s požiranjem ali občutek, da imajo predmet v grlu, potrebujejo zdravniški pregled. Pritiski na prsni koš in trebuh lahko povzročijo resne notranje poškodbe, zato morajo biti vse osebe po uporabi teh postopkov pregledane zaradi možnih poškodb (6).

Predihovanje z masko in dihalnim balonom

Z uspešnim predihovanjem preko obrazne maske, zagotovimo zadostno oksigenacijo in tako preprečimo hipoksijo, ki lahko vodi v sekundarno poškodbo organov. Kljub enostavnemu postopku, predstavlja pravilno in učinkovito predihovanje z masko velik izziv zdravnikom. Spretnost dobrega in učinkovitega predihovanja je tudi pri anesteziologih pogosto podcenjena (8).

Pred namestitvijo obrazne maske, je treba sprostiti dihalno pot z ustreznimi manevri, odstraniti morebitne tujke, po potrebi lahko vstavimo tudi ustno-žrelni pripomoček. Poleg sprostitev dihalne poti je ključnega pomena pri zagotovitvi ustreznega predihovanja tudi tesno prileganje obrazne maske (9).

Tehnike držanja obrazne maske

Konvencionalna tehnika držanja obrazne maske je **enoročna C-E tehnika**:

- bolniku na obraz namestimo obrazno masko in jo s palcem in kazalcem objamemo tako, da na maski oblikujemo črko C,
- s preostalimi tremi prsti dvignemo spodnjo čeljust proti maski in ob tem oblikujemo črko E (8).

V primeru da je enoročno držanje maske neučinkovito, se priporoča **dvoročna C-E tehnika**, ali dvoročna V-E tehnika držanja obrazne maske (8).

Dvoročna C-E tehnika:

- izvajalec s palcem in kazalcem obeh rok objame obrazno masko v obliki črke C,
- s preostalimi tremi prsti obeh rok pa privzdigne spodnjo čeljust proti maski – trojni manever,
- pomočnik izvaja predihovanje z ročnim dihalnim balonom (8).

Dvoročna V-E tehnika:

- izvajalec s palcema obeh rok trdno pridrži obrazno masko na obeh straneh,
- hkrati izvaja trojni manever, tako da položi kazalec in sredinec za rob spodnje čeljusti in tako odpre usta ter zvrne glavo navzad,
- pomočnik izvaja predihovanje z ročnim balonom (8).

Rotacija glave je učinkovita alternativa, ki izboljša predihovanje z obrazno masko (10). Težko predihovanje preko obrazne maske lahko pričakujemo pri: moškemu spolu, ITM (indeks telesne mase) > 30, starosti nad 55 let, anamnezi smrčanja/obstruktivne sleep apneje, bradatosti, brezzobih bolnikih, bolnikih po obsevanju vratu, Mallampati 3 ali 4, omejenem premikanju spodnje čeljusti in nezmožnosti iztega vratu (11).

Takojšnja uporaba ustno-žrelnega pripomočka je priporočljiva pri:

- debelih bolnikih s sleep apnejo, za preprečevanje zapadanja mehkega neba,
- brezzobih bolnikih, kot podporo strukturam zgornje dihalne poti in preprečevanju upadanja lic,

- fiksirani vratni hrbtenici (poškodba), za preusmeritev predihovanja od nosne na ustno pot (11).

Ocena učinkovitosti predihovanja z obrazno masko

Subjektivni kazalci (rosenje maske, občutek polnjenosti dihalnega balona, dvigovanje prsnega koša) ne zagotavljajo zgodnje prepoznave nezadostnega oz. neuspešnega predihovanja.

Le objektivni kazalci nam lahko podajo informacijo o uspešnosti predihovanja:

- kapnografija (plato etCO_2)*,
- dihalni volumen (5-6 ml/kg tt); dihalni volumen 100 – 150 ml predstavlja anatomski mrtvi prostor,
- PIP (maksimalni tlak ob vdihu) < 20 cm H_2O ,
- desaturacija (je že pozen znak nezadostne ventilacije)

* 4 stopenjska lestvica ocene oblike kapnografske krivulje, kot objektivna ocena uspešnosti predihovanja z obrazno masko:

Stopnja A: visoka krivulja etCO_2 s platojem

Stopnja B: nizka krivulja etCO_2 (vsaj 10 mmHg) brez platoja

Stopnja C: nizka krivulja etCO_2 (pod 10 mmHg) brez platoja

Stopnja D: ni krivulje etCO_2 (12)

Zgodnja ocena uspešnega predihovanja preko obrazne maske naj temelji na prvih treh objektivnih kazalcih. Odsotnost platoja na kapnogramu, zelo nizki dihalni volumni (okoli 100 ml) in visoki inspiratorni tlaki (> 35 mmHg) kažejo na neučinkovito predihovanje. Potrebno je ponovno preveriti tesnenje maske, maksimalno privzdigniti brado in iztegniti vrat ter uporabiti usno-žrelni pripomoček, saj le tako pripomoremo k boljšemu predihovanju in s tem k boljši oksigenaciji bolnika (11).

Zaključek

Sprostitev dihalne poti in vzdrževanje odprte dihalne poti je ključnega pomena pri kritično bolnem ali poškodovanem bolniku. To lahko storimo s preprostimi manevrom dviga brade in čeljusti z ali brez zvrnitve glave navzad. Kadar je vzrok za zaporo dihalne poti tujek je zgodnje prepoznavanje ključno za učinkovito ukrepanje. Predihovanje z obrazno masko in balonom lahko, kljub na videz preprosti tehniki predstavlja velik izziv izvalajcu. Zgodnja ocena uspešnega predihovanja je ključna, saj le uspešno predihovanje zagotavlja zadostno oksigenacijo in s tem preživetje bolnika.

Literatura

1. Lott C et al. Airway management and ventilation. In Advanced Life support Course Manual, 7 th Edition. ERC Guidelines 2015; 103-114.
2. Igarashi Y, Yokobori S, Yoshino Y. Prehospital removal improves neurological outcomes in elderly patient with foreign body airway obstruction. Am J Emerg Med 2017; 35: 1396-1399.
3. Strnad M, Borovnik Lesjak V et al. Priročnik za prve posredovalce. Slovensko združenje za urgentno medicino 2016; 39-46.
4. Ambrose SE, Raol NP. Pediatric airway foreign body. Oper Tech Otolaryngol Head Neck Surg 2017; (28): 265-269.
5. Mick NW. Aiway Management in Patients With Abnormal Anatomy or Challenging Physiology. Clin Pediatr Emerg Med 2015; 16 (3): 186-194.
6. Monsieurs KG, Gradišek P, Grošelj Grenc M, et al. Smernice za oživljanje 2015 Evropskega reanimacijskega sveta: slovenska izdaja. 1. izd. Ljubljana : Slovensko združenje za urgentno medicino, 2015. Dosegljivo 24.04.2018 na: http://www.szum.si/media/uploads/files/ERC_2015_slo-1.pdf
7. Sternbach G, Kiskaddon RT. Henry Himlich: A life-saving maneuver for food choking, J Emerg Med 1985; 3: 143-148.
8. Fei M, Blair JL, Rice MJ et al. Comparison of effectiveness of two commonly used two handed mask ventilation techniques on unconscious apnoeic obese adults. Br J Anaesth 2017; 118 (4): 618-624.
9. Hart D, Reardon R, Ward C, Miner J. Face mask ventilation: a comparison of three techniques. J Emerg Med 2013; 44 (5): 1028-1033.
10. Matioc AA. Adult face mask ventilation. Dosegljivo 24.04.2018 na <http://www.airwayelearning.com/awel/articles/articles-1.aspx?Action=1&NewsId=2221&PID=71655>

7.

Supraglotični pripomočki

Irena Urbančič

Supraglotični pripomočki omogočajo predihavanje bolnika z dovajanjem zraka in anestezijskih plinov do glasilk. V prispevku bodo omenjeni tudi pripomočki za sprostitvev dihalne poti, ki omogočajo predihovanje s pomočjo obrazne maske.

Prednosti pri vstavitvi so :

- izognemo se laringoskopiji
- manjša možnost poškodbe mehkih tkiv, zob, glasilk, grla in sapnika
- enostavna vstavitev-v primerjavi z intubacijo, še posebej pri neizkušenem osebju
- minimalno povečanje intraokularnega pritiska
- večja hemodinamska stabilnost bolnikov v urgentnih situacijah
- manj kašlja, manj hripavosti, manj možnosti laringospazma in manj boleče grlo – večja toleranca pri bolnikih.

Slabosti pri uporabi supraglotičnih pripomočkov pa so:

- možnost aspiracije
- nezadovoljivo predihavanje pri PPV (angl. Positive Pressure Ventilation).

Ustno-žrelni tubus

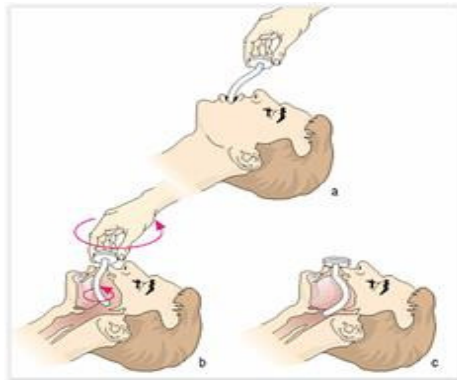
Ustno žrelni tubus (orofaringealni airway, Safarjev tubus) je najenostavnejši pripomoček za vzdrževanje proste dihalne poti pri globoko nezavestni osebi. Je sploščena zavita trda plastična cevka, ki drži odprto dihalno pot, ker odmakne jezik od zadnje stene žrela in hkrati drži odprta usta. Je enostaven za uporabo, vstavimo ga lahko hitro. Obstaja več velikosti ustno žrelnega tubusa, od otroških do velikih odraslih. Velikost izberemo glede na izmerjeno razdaljo od ustnega kota do mečice ušesa ali razdalja med sekalci in kotom spodnje čeljustnice (slika 1).



Slika 1: Izmerjena ustrezna velikost ustno žrelnega tubusa

Prekratek tubus lahko potisne jezik na zadnjo steno žrela in nam tako zapre dihalno pot. Prevelik pa lahko vstavimo v valemulo in si tako zapremo dihalno pot z epiglotisom.

Vstavljamo ga v obratnem položaju, s konkavnim delom navzgor. Potisnemo ga do meje trdega neba, nato ga zasukamo navzdol za 180° in potisnemo naprej do žrela (slika 2). Pri dojenčku in otroku vstavljamo tubus v direktni smeri. Jezik je namreč sorazmerno velik, in strukture so zelo mehke. Da se izognemo poškodbam in za lažjo vstavitve si s pomočjo loparčka potisnemo jezik navzdol.



Slika 2: Pravilna vstavitve ustno-žrelnega tubusa

Ob uporabi ustno žrelnega tubusa se moramo zavedati tudi njegovih slabosti. Nikoli ga ne smemo uporabljati pri zavestnem pacientu, ker lahko sproži bruhanje, zvišanje znotraj lobanjskega pritiska in vagalni refleks z bradikardijo. Ustno žrelni tubus ne zaščiti dihalne poti pred aspiracijo regurgitirane želodčne vsebine. Kot zanimivost, lahko povemo, da sega uporaba ustno-žrelnega tubusa daleč v zgodovino anestezije. Med najstarejšimi ustno-žrelnimi tubusi, ki so ohranjeni kot muzejski primerki najdemo tubuse iz leta 1912, (slika 3) verjetno pa so jih uporabljali tudi veliko prej.



Slika 3: Muzejski primrek ustno-žrelnega tubusa

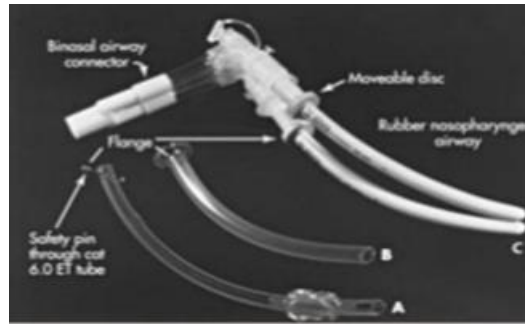
Nosno-žrelni tubus

Pripomoček, ki se sicer redkeje uporablja. Sestavljen iz mehke plastike ali gume. Na zgornji strani ima obroček spodaj pa je poševno odrezan. Konica je mehka, da se izognemo poškodbam med vstavljanjem. Primerna je za pacienta s poškodovano ali stisnjeno čeljustjo. Tudi tu je izbira velikosti pomembna. Primerna velikost je izmerjena z meritvijo od vrha nosu do ušesne mečice. (slika 4.)



Slika 4: Pravilna izbira velikosti in vstavitev nosno-žrelnega tubusa.

Prekratek tubus ne gre preko baze jezika in tako ne odpre dihalne poti. Predolg tubus pa lahko zaide v požiralnik in tako prepreči dobro ventilacijo, povzroči distenzijo želodca in tako kaj hitro privede do aspiracije. Tubus pred vstavitvijo namažemo z gelom ali xilocain spray-om. Odrezani del postavimo na nosni pretin ali dno nosne školjke in tubus počasi ter nežno uvajamo. Sočasno ga minimalno rotiramo levo in desno. Preverimo dihanje in po potrebi apliciramo kisik. Če pacient ne diha spontano, ga lahko ventiliramo s pomočjo obrazne maske. Tubusa nikoli ne uporabljamo pri sumu na zlom lobanjskega dna. Tudi naso-žrelni tubus ima že dolgo zgodovino. Uporabljal se je tudi kot "dvo-lumenski" pripomoček z napihljivim mešičkom, za CPAP tehniko dihanja predvsem pri novorojenčkih, pa tudi odraslih. (Slika 5).



Slika 5: naso-žrelni dvo lumenski tubus z napihljivim mešičkom

Laringealna maska

Kot supraglotični pripomoček, je **klasično laringealno masko** (angl. classical laryngeal mask airway - cLMA) prvi opisal Archibald Brain leta 1981 (slika 6.), kot manjkajoči del med obrazno masko in sapnikom.



Slika 6: Klasična laringealna maska

Veliko avtoritet na področju anestezije je mnenja, da je LMA najpomembnejši dosežek na področju dihalne poti zadnjih 50 let (1). Sestavljena je iz dveh delov, ovalno oblikovane silikonske maske z napihljivim mešičkom in dihalne cevi. Maska leži v hipofarinksu in obkroža in tesni periglотиčno tkivo. Dihalna cevka, ki je na eni strani povezana z masko, na drugi pa se s pomočjo 15 mm konektorja pričvrsti na dihalne cevi anestezijskega aparata. Lahko se večkrat uporabi, po avtoklaviranju. Obstajajo različne velikosti mask glede na težo bolnikov (2).

Različica cLMA, ki je za enkratno uporabo, LMA Unique, je narejena iz polivinilklorida. Uporablja se pri bolnikih z infektivnimi boleznimi in visokim rizikom prenašanja le teh. Druga različica je LMA flexible, za enkratno ali večkratno uporabo s prilagodljivo in upogljivo dihalno cevko za operativne posege na glavi in vratu.

Proseal LMA (PLMA), pri kateri so narejene izboljšave, ima v primerjavi s cLMA modificiran mešiček, za povečanje tesnitve in boljše prilagajanje hipofarinksu, in drenažno cevko za namestitev želodčne cevke. Lahko se uporablja pri spontano dihaajočih bolnikih, pri PPV z ali brez mišičnega relaksanta. Se težje vstavi kot cLMA.

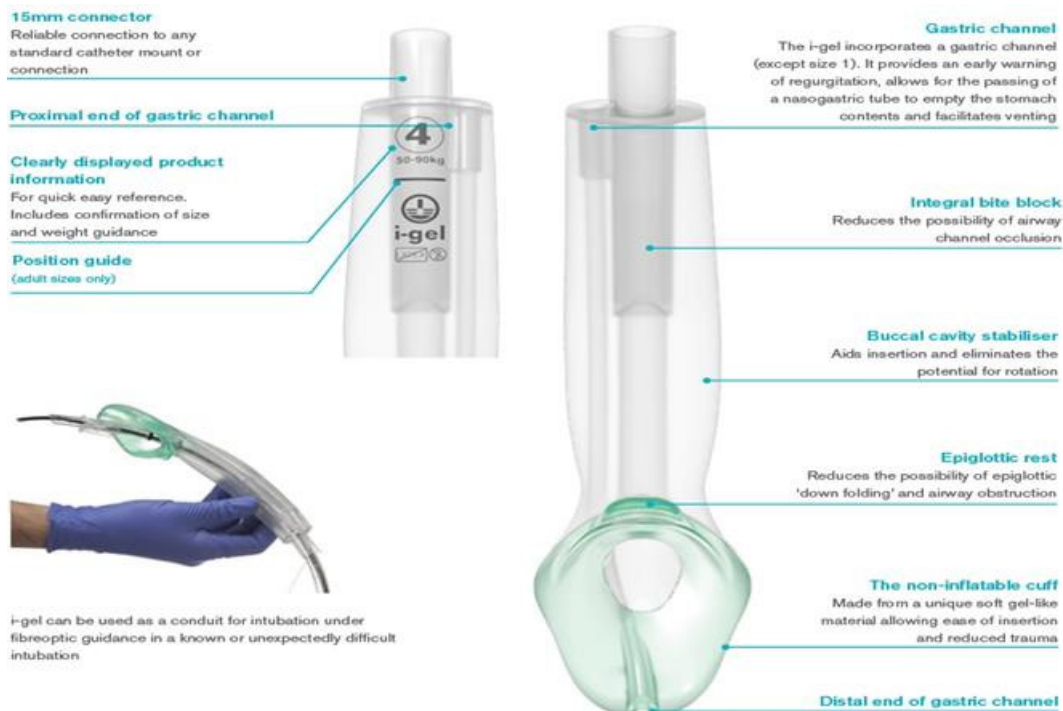


Slika 7: Različni tipi LMA

Supreme LMA je kombinacija Unique, Fastrach in Proseal LMA. Ima ojačan vrh maske za lažje drsenje in manjšo možnost gubanja ob nastavitvi. Poleg dihalne cevke ima tudi dodatno prebavno cev, ki omogoča aspiracijo želodčne vsebine ob upoštevanju pravilne lege maske (sukcijski kanal mora biti nameščen ob zgornji požiralnični zapiralki). Lahko se uporablja pri bolnikih, kjer je potrebno predihavati z višjimi inspiratornimi pritiski v dihalnih poteh.

Fas-trah tubus je različica laringealne maske s pomočjo katere je možno bolnika ventilirati in tudi intubirati. Različica in postopki intubacije preko te maske so opisani v posebnem poglavju.

I-gel je supraglotični pripomoček druge generacije, (Slik 8) narejen iz mehkega, prozornega, gelu podobnega materiala (termoplastični elastomer), ki se tesno prilega perilaringealnim strukturam brez napihljivega mešička. S tem je možnost poškodbe mehkih tkiv zelo majhna. Predstavlja zrcalno sliko faringealnega, laringealnega in perilaringealnega tkiva. Dihalna cev ima vgrajeno ojačitev, ki preprečuje, da bi jo bolnik z zobmi poškodoval in zaprl dihalno pot ter omogoča večjo stabilnost. Kot pokazatelj pravilne vstavitve, je na ojačitvi narisana horizontalna črna črta, ki ponazarja optimalno pozicijo zob. Hkrati znotraj dihalne cevke poteka želodčni kanal, ki omogoča aspiracijo želodčne vsebine. Na dihalni cevi je označena številka maske in teža bolnika. I-gel ima še dodatno izdelan epiglitični nastavek, ki ohranja dvignjen epiglotis in s tem odprto dihalno pot.



Slika 8: I-gel

Skozi I-gel lahko bolnika s pričakovano ali nepričakovano težko intubacijo tudi intubiramo na slepo in s pomočjo bronhoskopa. Pri predihavanju ne smemo preseči tlakov v dihalnih poteh čez 40 cm vodnega stolpca. Vstavitev I-gela je kontraindicirana pri:

- bolnikov, ki niso tešči,
- bolnikov s trizmusom, ognojkom ali poškodbo v predelu žrela in grla,
- posegih, ki trajajo več kot 4 ure
- bolnikov, ki imajo upočasnjeno praznjenje želodca (sepsa, prekomerno povečana telesna teža, hiatalna kila, nosečnost, predhodne operacije v zgornjem delu prebavne cevi)

Laringealni tubus

Je supraglotični pripomoček za večkratno uporabo. Silikonska cevka, ki ima na zgornjem delu 15 mm konektor za povezavo z dihalnimi cevmi anestezijskega aparata, je ukrivljena pod kotom 130 stopinj. Na spodnjem delu, ki se vstavi v požiralnik, se nahajata 2 napihljiva mešička, ki se oba napolnita z zrakom preko ene cevčice. Med njima se nahajata dve ovalni odprtini, preko katerih se odvija predihavanje bolnika. Spodnji (požiralnični) mešček stabilizira spodnji del dihalne cevi in prepreči regurgitacijo, zgornji (orofaringealni) pa omogoči stabilizacijo in ločitev od ustne in nosne votline. (Slika 9)



Slika 9: Laringealni tubus

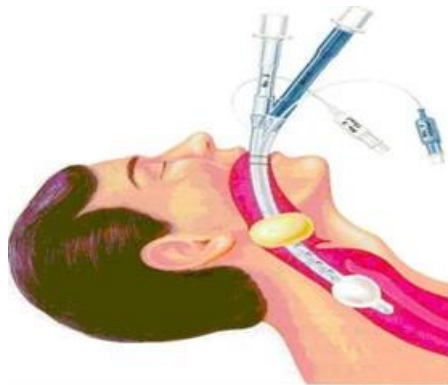


Slika 10: Sukcijski laringealni tubus

Sukcijski laringealni tubus je nadgradnja laringealnega tubusa. Poleg dihalne ima še prebavno cevko, ki omogoča aspiracijo želodčne vsebine in nastavitev želodčne sonde. (Slika 10)

Combitubus (požiralčno-sapnični tubus)

Je dvolumenski pripomoček, ki omogoča predihavanje bolnika, če je nameščen v požiralniku ali pa v sapniku. Ob slepi nastavitvi je skoraj 100 % nameščen v požiralniku. Takrat predihavamo preko daljše modre cevke, ki ima med obema mešičkoma nameščene odprtine za predihavanje in zaprt spodnji del cevi (slika 6.). Če pa ga uvedemo v sapnik, predihavanje poteka preko krajše bele cevi, ki ima odprtino na spodnjem delu. Prednost njegove uporabe je v hitri vzpostavitvi dihalne poti brez premikanja glave ali vratu, majhna nevarnost aspiracije želodčne vsebine in možna hitra nastavitev pri zmanjšanem odpiranju ust. (Slika 11)



Slika11: Combi tubus

Zaključek

Po navodilih Ameriškega združenja anesteziologov, je uporaba supraglotičnih pripomočkov zelo priporočljiva, kadar imamo situacijo »ne morem ventilirati, ne morem intubirati« (cannot ventilate, cannot intubate). Supraglotični pripomočki, predvsem i-gel (na terenu) in Fastrah, so nemalokrat prvi izhod v sili, ko intubacija ni mogoča. Moramo se zavedati, da zaščita dihalne poti ni zagotovljena in pri poškodovancih, ki največkrat niso tešči ali pa imajo krvavitve v zgornjih dihalih, nemalokrat pride do aspiracij. Na možnost intubacije preko i-gel maske se predvsem v prehospitalnem okolju, kjer so pogoji za orotrahealno intubacijo veliko težji, žal, velikokrat pozabi.

Literatura

1. Ferson DZ, Brain AIJ. Laryngeal Mask Airway. Benumofs Airay Management 2007; 21:476-501.
2. Practical guidelines for management of the difficult airway. An updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. Anesthesiology 2003;98:1267-77.
3. Eschertzhuber s, Brimacombe J, Hohlrieder M, Keller C. The laryngeal airway Supreme-a single use laryngeal mask airway with an oesophageal vent. A randomised, cross-over study with the laryngeal mask airway Proseal in paralysed, anaesthetised patients. Anaesthesia 2009; 64:79-83.
4. <http://media.intersurgical.com/igel.com/assets/userguide.pdf>
5. Gaitini L, Vaida S, Somri M, Kaplan V, Yanovski B, Markovits R, Hagberg C. An evaluation of an Laryngeal Tube During General Anesthesia Using Mechanical Ventilation. Anesth Analg. 2003;96:1750-5.
6. Hagberg CA, Johnson S, Pillai D. Effective use of the esophageal tracheal Combitube following severe burn injury. Journal of Clinical Anesthesia 2003; 15: 463-466.
7. Leslie Randell-Baker. MD: From Something Old Something New 3 2000, Vol.92, 913.
8. Kupnik D. Postopki odpiranja dihalne poti. In: Grmec Š. ed. Nujna stanja. 5th ed. Ljubljana: Združenje zdravnikov družinske medicine SZD; 2008. p. 369 – 392.

8.

Orotrahealna intubacija

Vesna Sok

Uvod

Orotrahealna intubacija pomeni vstavitve prožne plastične dihalne cevke v sapnik s pomočjo direktne laringoskopije. Omogoča vzdrževanje odprte dihalne poti in s tem predihovanje pljuč, vključno z mehanskim predihovanjem, preprečuje možnost zadušitve ali obstrukcije dihalnih poti, omogoča toaleta dihalnih poti ter zaščiti dihalno pot pred aspiracijo želodčne vsebine. Najpogosteje se izvaja pri kritično poškodovanih, bolnih ali anesteziranih bolnikih (2,13).

Andreas Vesalius je leta 1543 prvi opisal vstavitve dihalne cevke v sapnik (1). William MacEwan je leta 1878 poročal o prvi elektivni endotrahealni intubaciji po uvodu v anestezijo (4).

Direktno laringoskopijo z vstavitvijo dihalne cevke je v klinično anesteziologijo vpeljal Sir Ivan Whiteside Magill (5).

Priprava pred intubacijo

Ko je bila sprejeta odločitev o intubaciji, pripravljalni ukrepi vključujejo:

1. Ustrezno namestitev bolnika

Za uspešno intubacijo je zaželeno, da se čim bolj poravnajo optične osi ustne votline (angl. oral axis - OA), žrela (angl. faringeal axis - FA) in grla (angl. laringeal axis - LA) (slika 1).



Slika 1. Lega glave pri direktni laringoskopiji, da lahko poravnamo optične osi ustne votline (OA), žrela (FA) in grla (LA).

Bolniku se podloži glava z 5 – 10 cm blazino, tako da doseže fleksijo v vratni hrbtenici za 33° in hkrati ekstenzijo atlantookcipitalnega sklepa, s čimer se poravnajo optične osi.

V primeru poškodbe oziroma suma na poškodbo vratne hrbtenice mora biti glava bolnika imobilizirana med celotnim postopkom intubacije. Zato potrebujemo pomočnika, katerega edina naloga je ročna imobilizacija glave in vratu v osi v nevtralnem položaju (»in-line«). Stati mora na strani ob poškodovanca, da ne ovira osebe, ki intubira (3).

2. Priprava kisika in maske z dihalnim balonom

Pred pričetkom oskrbe dihalne poti je potrebno preveriti tlak kisika v osrednji preskrbovalni enoti, oziroma v jeklenki s kisikom. Prav tako je potrebno preveriti tesnjenje delovanje dihalnega balona in velikost obrazne maske prilagoditi bolniku.

3. Priprava ustreznih pripomočkov:

Za vstavev dihalne cevke je je potreben laringoskop, dihalne cevke različnih velikosti, vodilo, Magillove prijemale, 10 ml injekcijska brizgalka, lepilni trak in orofaringealni tubus za pritrditev dihalne cevke.

3.1. Laringoskop

Za izvedbo intubacije potrebujemo laringoskop, ki nam omogoča neposreden pregled grla.

Za direktno laringoskopijo se najpogosteje uporablja ukrivljen McIntoshev laringoskop (slika 1). Laringoskop sestavljata držalo v katerem sta dve bateriji ali akumulator ter sklop zamenljivih žlic laringoskopa (slika 2). Žlica je lahko ukrivljena - McIntosheva žlica ali ravna - Millerjeva žlica. Obe vrsti žlic sta na voljo v petih velikostih, od 0 za novorojenčke do 4 za odrasle moške (slika 2). Obstaja veliko drugih oblik ravnih in ukrivljenih žlic z dodatki, kot so ogledala za povečanje vidnega polja in celo z nastavki za dovajanje kisika. Zaradi razširjene razpoložljivosti takšnih pripomočkov se tehnika slepe intubacije sapnika danes le še redko izvaja.

Posebna izvedba žlice laringoskopa je McCoyeva žlica, ki ima gibljiv vrh žlice, kar omogoča dodaten dvig epiglotisa in s tem boljšo vizualizacijo grla (slika 2).



a) McIntoshev laringoskop b) Millerjev laringoskop c) McCoyev laringoskop

Slika 2: Pet različnih velikosti MacIntoshevih in Millerjevih žlic laringoskopa, McCoyev laringoskop.

Pri pripravi laringoskopa je potrebno preveriti svetilnost lučke na vrhu žlice laringoskopa. S tem preverimo delovanje žarnice in napolnjenost baterij oziroma akumulatorja v držalu laringoskopa.

3.2. Dihalna cevka ali endotrahealni tubus

Dihalna cevka je pripomoček, ki se vstavi v sapnik za namen vzpostavitve in vzdrževanja odprte in neovirane dihalne poti. Prvotno so bile izdelane iz lateksa, najsodobnejše endotrahealne cevke so izdelane iz polivinilklorida. Za posebne namene so na voljo tudi dihalne cevke iz silikonske gume, ojačane z žico.

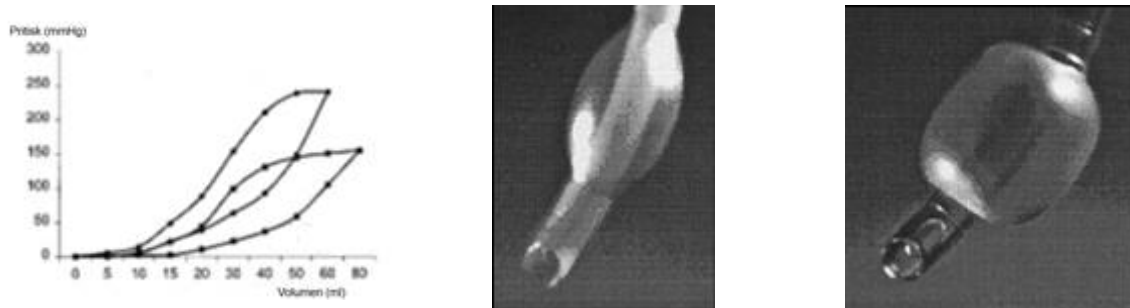
Na dihalni cevki so izpisane vrednosti notranjega premera cevke (angl. internal diameter - ID) in zunanega premera cevke (angl. outer diameter - OD) ter oddaljenost do konca dihalne cevke (slika 3). Na tržišču so dihalne cevke velikost med 2 in 10 mm ID. Otroške dihalne cevke so cevke z ID < 6 mm ter so narejene z ali brez zračnega mešička. Robovi odprtine na konici dihalne cevke morajo biti gladko zaobljeni. Na konici dihalne cevke je odprtina obrnjena v levo in pod kotom 30 – 45 ° glede na vzdolžno os cevke. Na nasprotno desno stran pa je obrnjena stranska odprtina – Murphyjevo oko, ki prepreči popolno zaporo dihalne cevke z bronhialnim izločkom ali zaradi naslonitve glavne odprtine na steno sapnice ali bronha. Murphyjevo oko prepreči zaporo vhoda v desni glavni bronh, kadar je dihalna cevka vstavljena pregloboko in naseda na karino sapnice. Površina stranske odprtine mora biti 80% površine prečnega prereza dihalne cevke (slika 3).



Slika 3: Zgradba dihalne cevke.

Dihalna cevka ima nizkotlačni tesnilni mešiček, v katerega se po vstavitvi v sapnico vbrizga z brizgalko 5 – 10 ml zraka skozi enosmerni ventilček. Za enosmernim ventilčkom je kontrolni balonček s katerim nadziramo tlak v tesnilnem mešičku (slika 3). Nizkotlačni tesnilni mešiček z veliko podajnostjo omogočajo mehko zatesnitev sapnika in preprečuje ishemijo sluznice sapnice zaradi pritiska mešička na steno sapnika (slika 4). Ishemija sluznice sapnika nastane, če tlak v mešičku presega kapilarni tlak, ki je normalno 25 – 35 mmHg, a je ob zmanjšanem krvnem tlaku še nižji. Tlak v tesnilnem mešičku mora biti 25 – 30 cm H₂O. V mešičku z nizko

podajnostjo za zatesnitev sapnika potrebujemo tlak, ki pogosto presega kapilarni tlak, kar lahko povzroči poškodbo sapnika, stenoze sapnika ali fistule med sapnikom in požiralnikom (6). Napihnjena mešiček ohranja položaj glavne odprtine na konci dihalne cevke v sredinski legi, kar preprečuje naslon glavne odprtine na steno sapnice in njeno zaporo.



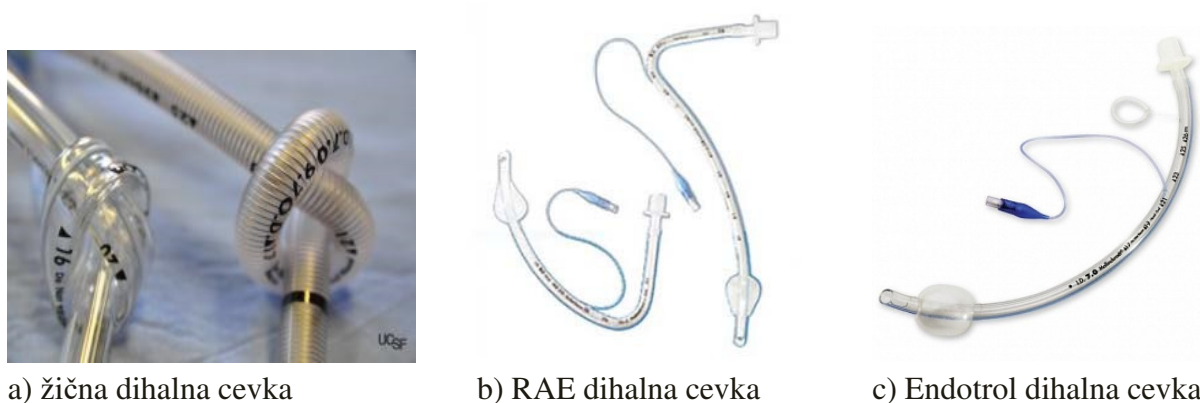
Slika 4. Podajnost tesnilnega mešička opisuje krivulja, ki povezuje pritisk in volumen v mešičku dihalne cevke (A) pri dihalni cevki z nizko podajnostjo mešička (B) in pri dihalni cevki z visoko podajnostjo mešička (C).

Na koncu dihalne cevke je 15 mm nastavke za spojitve dihalne cevke z anestezijskim dihalnim sistemom (slika 3).

V posebnih izvedbah dihalne cevke je lahko v steno vgrajena žična spirala, ki preprečuje stisnjenje cevke, kar vodi v zaporo dihalne cevke (slika 5a). V dihalno cevko je lahko dodatno vgrajena kovinska nitka, kar omogoča boljšo slikovno kontrolo lege cevke.

Ring, Adair in Elwyn so avtorji RAE dihalne cevke, ki je posebne oblike, narejena za oskrbo dihalne poti otrok in odraslih pri operativnih posegih v ustni votlini (slika 5b) (7).

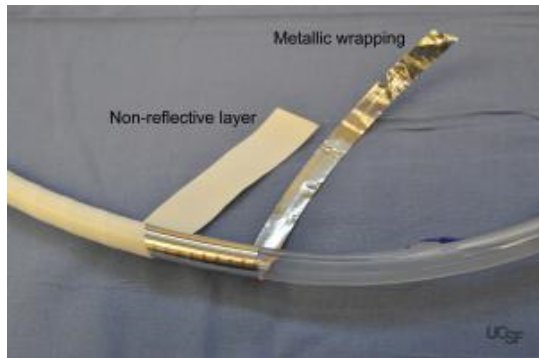
Dihalna cevka Endotrol® ima v steno vgrajeno nitko s katero spreminjamo ukrivljenost dihalne cevke (slika 5c) (8).



Slika 5. Posebne dihalne cevke.

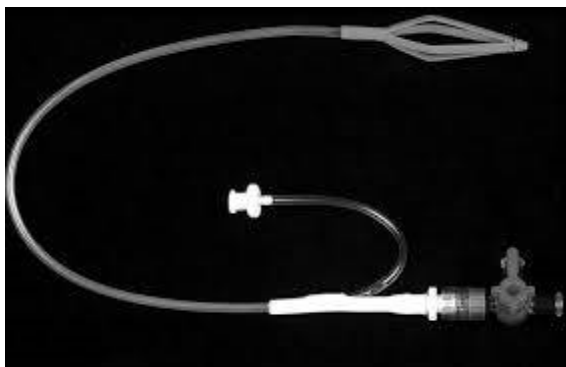
Laserski tubus je izdelan iz polivinilklorida (PVC), ki je vnetljiv v prisotnosti kisika in vira vžiga, kot je laserska svetloba. PVC jedro laserskih tubusov je zato ovito v dve plasti, notranje

plasti kovinske folije, ki ščiti tubus pred lasersko svetlobo in zunanje neprepustne plasti (slika 6)



Slika 6: Laserska dihalna cevka

Dihalna cevka Hunsaker Mon Jet je tanka dihalna cevka z premerom 4.3 mm namenjena za predihavanje s HFJV (angl. high frequency jet ventilation – HFJV) med operacijo sapnika. Vrh dihalne cevke je oblikovan tako, da ohranja lumen v sredini dihalne poti, kar preprečuje poškodbo dihal med HFJV (slika 7) (9).



Slika 7. Dihalna cevka Hunsaker Mon Jet

Poleg oblike in vrste dihalne cevke je potrebno za bolnika izbrati tudi pravilno velikost.

Pri večini odraslih bolnikov lahko uporabimo dihalno cevko z notranjim premerom ≥ 7 mm; le-te so bolj primerne kot manjše, ker:

- omogočajo manjši upor ob prehodu zračnega toka
- omogočajo aspiracijo izločkov iz dihalnih poti
- omogočajo prehod bronhoskopa (13)

Za odrasle ženske se izbere dihalno cevko z ID 7 – 7,5 mm, za moške pa 8 – 8,5 mm.

Pravilna velikost ID je za nedonošenčke 2,5 – 3 mm in za novorojenčke 3 - 3,5 mm. Za otroke pa se ID dihalne cevke brez tesnilnega zračnega mešička (mm) izračuna z enačbo:

$$ID = (\text{starost}/4) + 4; \text{ ID (mm)}$$

Za dihalne cevke s tesnilnim zračnim mešičkom pa se ID izračuna z enačbo:

$$ID = (\text{starost}/4) + 3$$

Izbrano dihalno cevko primerjamo še z otrokovim mezincem, s katerim se morata ujemati v zunanjem premeru.

Pri izbrani dihalni cevki se pred uporabo preveri tesnjenje zračnega tesnilnega mešička, se jo navlaži z lidokainskim pršilom ali raztopino 0,9% NaCl ter se po potrebi vanjo vstavi vodilo.

3.3 Vodilo za dihalno cevko

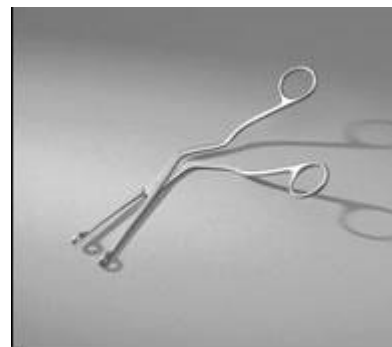
Pri odraslih in tudi pri otrocih je pri včasih potrebno za lažjo izvedbo intubacije v dihalno cevko vstaviti togo vodilo, s katerim si lahko oblikujemo želeno krivino dihalne cevke. Vodilo je narejeno iz upogljive kovinske žice prevlečene s plastiko premera 3,3 – 5 mm (10 – 15F). Da se izognemo poškodbi sapnice, moramo paziti, da vodilo ob namestitvi v dihalno cevko zaustavimo 1-2 cm pred distalnim koncem, tako da konica dihalne cevke ostane mehka. Po vstavitvi vodila si distalni del dihalne cevke upognemo navzgor (kot 35%), v obliki hokejske palice, s čemer si olajšamo vstavev dihalne cevke v trahejo in hkrati ohranimo preglednost ob laringoskopiji (slika 8a).

3.4. Magillove prijemalke

Z Magillovimi prijemalkami po potrebi usmerimo vrh dihalne cevke skozi odprtino med glasilkama v sapnico ali odstranimo tujek v dihalni poti (slika 8b).



a) Vodilo dihalne cevke



b) Magillova prijemalka

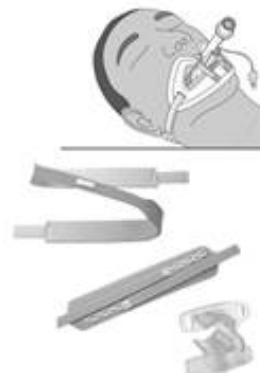
Slika 8. Pripomočki za vstavev dihalne cevke

3.5. Orofaringealni tubus in trak za pritrditev dihalne cevke:

Po vstavitvi v sapnico dihalno cevko pritrdimo s trakom ali adhezivnim trakom na kožo obraza v ustnem kotu. Boljšo pritrditev dihalne cevke dosežemo, če bolniku vstavimo še orofaringealni tubus ter dihalno cevko pritrdimo na njega in na kožo obraza v ustnem kotu (slika 9a). Na tržišču obstajajo tudi posebni nastavki za pritrditev dihalne cevke (slika 9b).



a) Pritrditev dihalne cevke



b) Nastavki za pritrditev dihalne cevke

Slika 9: Načini pritrditve dihalne cevke

4. Priprava aspiratorja in aspiracijske cevke

5. Priprava zdravil:

Intubacija je invaziven in boleč postopek, zato jo običajno izvedemo v splošni anesteziji po dodajanju ustreznih zdravil. Lahko pa se izvede tudi pri budnem pacientu z lokalno anestezijo ali v nujnih primerih brez anestezije.

Pripravimo si anestetik (etomidat, propofol ali tiopental), analgetik (fentanil ali sufentanil) in mišični relaksant (sukcinilholin ali rokuronij) za sedacijo, analgezijo in mišično relaksacijo bolnika pred direktno laringoskopijo. Potrebujemo tudi lidokainsko pršilo ali raztopino 0,9% NaCl za navlažitev dihalne cevke.

Direktna laringoskopija in vstavev dihalne cevke v sapnik

1. Preoksigenacija

Dva do štiri minutna preoksigenacija bolnika podaljša čas varne apnee, v katerem moramo izvesti orotrahealno intubacijo, ne da bi prišlo do zmanjšanja nasičenja periferne arterijske krvi s kisikom (SpO_2).

2. Uvod v anestezijo

Bolnika se uvede v splošno anestezijo z intravenskim sedativom (propofol 2 – 2,5 mg/kg t.t. ali etomidat 0,2 – 0,3 mg/kg t.t.), opiatnim analgetikom (sufentanil 10 mcg ali fentanil 100 mcg) in mišičnim relaksantom (rokuronij 0,6 – 1,2 mg/kg t.t. ali sukcinilholin: 1 – 1,5 mg/kg).

Kadar po klinični oceni pričakujemo težavno orotrahealno vstavev dihalne cevke, pred direktno laringoskopijo bolnika sediramo z odmerkom propofola 0,5 – 1 mg/kg t.t. ali z nekaj minutnim vdihavanjem dihalne zmesi 8 vol% sevoflurana in 100% kisika in analgeziramo z 10 mcg sufentanila ali 100 mcg fentanila.

V zadovoljivi globini sedacije si z direktno laringoskopijo prikažemo vhod v grlo in glasilki ter se šele zatem uporabi mišični relaksant.

3. Direktna laringoskopija:

Držalo laringoskopa držimo v levi roki, z desno roko odpremo usta in žlico počasi ob levem ustnem kotu po jeziku, ki si ga hkrati odrivamo proti sredini ust. Ob tem se izogibamo stiku žlice laringoskopa z zobmi in prevelikemu pritisku na laringealne strukture. Na bazi jezika se prikažejo vlekule in epiglotis. Identifikacija epiglotisa je ključna, ker nam omogoči orientacijo oziroma prepoznavo ključnih delov dihalne poti. Dvigovanje epiglotisa s katerokoli tehniko razkriva zadnje laringealne strukture, grlo in glasilke. Če je konica žlice preveč globoko, se lahko laringealne orientacijske točke popolnoma premaknejo, vhod v požiralnik pa lahko zamenjamo za odprtino grla.

McIntoshevo žlico se uvede do vlekul pred epiglotis. Dvig laringoskopa povzroči ekstenzijo atlanto-okcipitalnega sklepa in indirektno dvig epiglotisa ter prikaz vhoda v grlo in obeh glasilk (slika 10). Millerjevo žlico se potisne globlje na in preko epiglotisa, ki ga z dvigom laringoskopa direktno dvignemo ter si prikažemo vhod v grlo in glasilki. Millerjeva žlica se pogosto uporablja pri otrocih, ker imajo relativno velik epiglotis, oziroma takrat, ko se z ukrivljeno žlico ne more dvigniti epiglotisa.

Če je prepoznavna struktur težka, si lahko prikaz grla izboljšamo z manevrom BURP (angl. Backward, Upward, Rightward Pressure - BURP), pri kateri nam pomočnik pritisne tiroidni hrustanec v nasprotni smeri dviga žlice laringoskopa pritisne tiroidni hrustanec v dorzalni, kranialni in desni smeri (12), oziroma si lahko tudi sami s pritiskom desne roke na tiroidni hrustanec optimiziramo pregled struktur grla. V optimalnem prikazu jasno vidimo vhod v grlo in glasilke, če nismo prepričani, da vidimo ustrezne strukture, dihalne cevke ne vstavljamo.



Slika 10. Uvajanje žlice laringoskopa in direktna laringoskopija

4. Vstavitve dihalne cevke:

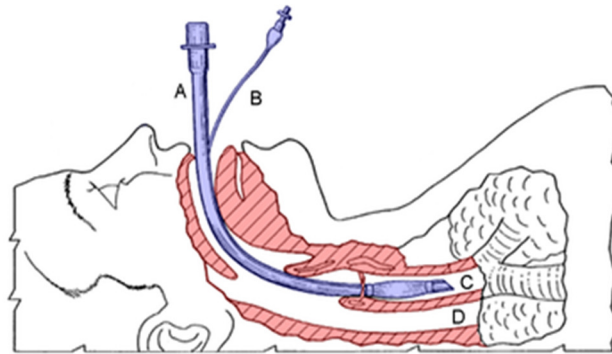
Ko dosežemo optimalni pogled na vhod v grlo in glasilke, z desno roko vstavimo dihalno cevko ob žlici laringoskopa nežno med obema glasilkama v sapnik do globine 21 – 25 cm od ustnega kota. Če dihalna cevka ne zdrsi zlahka skozi glasilke, jo poskušamo obrniti za 90° v smeri urinega kazalca ali zamenjati z manjšo. Tesnilni mešiček mora ležati v sapnici pod glasilkama (slika 11).

Pri otrocih se izračuna globina vstavitve dihalne cevke z enačbo:

$$12 \text{ cm} + (\text{starost}/2)$$

Pri nasotrahealni intubaciji se pred direktno laringoskopijo vstavi dihalna cevka skozi nosno votlino v žrelo. Po prikazu grla in glasilk se z Magillovimi prijemalkami dihalno cevko usmeri med glasilke v sapnik do globine 27 – 32 cm od nosnice.

Po vstavitvi dihalne cevke se takoj napihne tesnilni mešiček.



- A – endotrahealni tubus
- B – enosmerni ventilček s kontrolnim balončkom
- C – sapnik
- D – požiranik

Slika 11: Pravilna lega dihalne cevke v sapniku

5. Potrditev pravilne lege in pritrditev dihalne cevke:

Po orotrahealni ali nasotrahealni vstavitvi dihalne cevke se potrdi pravilno lego dihalne cevke v sapniku z:

- dobrim vizualnim prikazom vhoda v grlo in glasilki ter dihalne cevke med njima
- klinično oceno simetričnega dvigovanja prsnega koša
- prisotnostjo enakih dihalnih šumov na prsnem košu v aksilarni liniji obojestransko
- odsotnostjo šumov pretakanja zraka v želodcu v epigastriju
- kondenzacijo vodne pare izdihanega zraka v dihalni cevki
- merjenjem koncentracije CO₂ v izdihanem zraku ali barvni indikator prisotnosti CO₂ v izdihanem zraku
- bronhoskopijo
- detektorjem požiralnika
- Rtg sliko prsnega koša

6. Pritrditev dihalne cevke

Po potrditvi pravilne lege se dihalna cevka pritrdi z adhezivnim trakom na kožo obraza v ustnem kotu (slika 7).

Zapleti med vstavitvijo dihalne cevke

Čeprav predstavlja orotrahealna intubacija najbolj varen in zanesljiv način vzdrževanja dihalne poti, lahko, kljub ustrezni izvedbi in izkušnosti izvajalca, pride do številnih zapletov. Večina zapletov je blagih in so prehodne narave, nekateri pa lahko ogrozijo življenje in povzročijo dolgotrajne posledice pri bolniku (predrtje sapnice, laringospazem, aspiracija želodčne vsebine, motnje srčnega ritma).

Zapleti, ki se lahko zgodijo med vstavitvijo dihalne cevke:

- poškodb oči, zobovja, ustnic, jezika, mehkega neba, žrela, glasilk, sapnice
- poškodba vratne hrbtenice, temporomandibularnega sklepa
- vstavitve dihalne cevke v napačno lego
- puščanja zračnega mešička
- hipoksije in hiperkapnije
- aspiracije želodčne vsebine in/ali krvi
- brohospazma, laringospazma
- porasta krvnega tlaka
- porast znotrajlobanjskega in znotrajočesnega tlaka
- ishemije miokarda
- tahikardnih ali bradikardnih motenj srčnega ritma
- srčnega zastoja

Zaključek

Direktna laringoskopija in vstavev dihalne cevke v sapnik nam omogoča vzdrževanje odprte dihalne poti in s tem predihovanje pljuč, z vsemi oblikami asistiranega in kontroliranega predihavanja. Preprečuje možnost zadušitve ali obstrukcije dihalnih poti, omogoča toaleta dihalnih poti ter zaščiti dihalno pot pred aspiracijo želodčne vsebine.

Življenjsko ogrožajoči zapleti niso posledica neuspešnih poskusov direktne laringoskopije in orotrahealne vstavitve dihalne cevke, temveč neustreznega predihavanja in oksigenacije bolnika.

Literatura

1. Vesalius A. De vivorum sectione nonniulla. In. De humani corporis fabrica, Libri VII. 1543Basel: Johannes Oporinus; 658-63.
2. Durbin CG, Bell TC, Shilling AM. Elective intubation. Respiratory care 2014; 59(6): 825-849.
3. Wall RM, ed. Manual of emergency airway management, 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2004.

4. MacEwen W. "Clinical Observations on the Introduction of Tracheal Tubes by the Mouth, Instead of Performing Tracheotomy or Laryngotomy". BMJ 1880; 2: 163-5.
5. Magill IW. Endotracheal Anaesthesia. Proc R Soc Med. 1928; 22: 83–88.
6. Jaeger JM in Durbin CG. Special Purpose Endotracheal Tubes. Respir Care 1999; 44: 661-683.
7. Ring WH, Adair JC, Elwyn RA. A new pediatric endotracheal tube. Anesthesia & Analgesia 1975; 54: 273-4.
8. Sanuki T in sod. The ParkerFlex-tip tube for nasotracheal intubation: the influence on nasalmucosal trauma. Anaesthesia 2010;65:8-11.
9. Hass CF in sod. Endotracheal tubes: Old and new. Respir Care 2014; 59: 933-955.
10. Jaeger JM in Durbin CG. Specialized Endotracheal Tubes. Clin Pulm Med 2000; 166-176.
11. Khine HH in sod. Comparison of cuffed and uncuffed endotracheal tubes in young children. Anesthesiology 1997; 86: 627-31.
12. Levitan RM in sod. Laryngeal view during laryngoscopy: a randomized trial comparing cricoid pressure, backward-upward-rightward pressure, and bimanual laryngoscopy. Ann Emerg Med. 2006; 47: 548-55.
13. Bortle DC. Tracheal intubation. dosegljivo na <https://www.msmanuals.com/professional/critical-care-medicine/respiratory-arrest/tracheal-intubation>

9. Protokol ukrepanja v primeru težke oskrbe dihalne poti

Andreja Möller Petrun

Zagotavljanje zadovoljive oksigenacije bolnika je nujno stanje najvišje prioritete, saj je povezano z velikim tveganjem za bolnika. Težka dihalna pot je tako eden od največjih izzivov za zdravnika, ki se z njo sreča.

“Vsak anesteziolog ve, da bolniki ne umrejo zaradi tega, ker jih ni bilo možno intubirati, ampak zato, ker jih ni bilo možno predihovati (oksigenirati).”

Williamson R., Br J Anaesth 1993

Definicija težke dihalne poti temelji na nezmožnosti predihavanja z obrazno masko ter nezmožnosti vstavitve dihalne cevke s pomočjo direktne laringoskopije. *Po definiciji Ameriškega anesteziološkega združenja (ASA) govorimo o težki dihalni poti, kadar anesteziolog s povprečnimi izkušnjami bolnika ne more predihavati preko obrazne maske, laringoskopirati in/ali vstaviti dihalne cevke v treh poskusih ali potrebuje za vstavev več kot 10 minut ne glede na prisotnost/odsotnost anatomskih posebnosti ali patologije dihal.*

Znaki težkega predihavanja so nezadostnost ali odsotnost gibanja prsnega koša ali dihalnih šumov, znaki zapore dihalne poti, cianoza, napihovanje želodca, zmanjševanje zasičenosti arterijske krvi s kisikom, nizek ali odsoten CO₂ v izdihanem zraku, nezadosten ali odsoten pretok zraka v izdihu.

Za **nezmožnost predihavanja** z obrazno masko ali supraglotičnim pripomočkom gre, kadar je predihavanje nezadostno ali celo nemogoče (masivno uhajanje zraka, visok upor).

Težka vstavitev supraglotičnega pripomočka je definirana kot neuspešnost predihavanja preko pripomočka kljub večkratnim poskusom vstavitve le-tega, ne glede na prisotnost/odsotnost anatomskih posebnosti ali patologije v zgornjih dihalnih poteh.

Za **težko laringoskopijo** gre, ko si je nemogoče vsaj delno prikazati strukture grla z direktno laringoskopijo. Po Cormack-Lehane lestvici gre v tem primeru za stopnjo 3 ali 4.

O **težki vstavitvi dihalne cevke** govorimo, ko potrebujemo več poskusov za uspešno vstavev ali je le-ta celo nemogoča (angl. „failed intubation“).

Pojavnost težke vstavitve dihalne cevke in težkega predihavanja z obrazno masko je zaradi različnih definicij težko ugotavljati. Po podatkih iz literature naj bi bilo predihavanje preko obrazne maske težko v 2% pri elektivnih bolnikih, nemogoče pa v 0,15%. Pojavnost težke direktne laringoskopije je 1,5 – 8%, težke vstavitve dihalne cevke pa nekoliko nižja. Do življenjsko nevarnega stanja za bolnika, kjer ni možno ne predihavanje preko obrazne maske niti vstavitve dihalne cevke pride v 0,008% do 0,004% (1.13:000-1:25.000). (angl. – „cannot ventilate, cannot intubate“)

Napovedni dejavniki za težko laringoskopijo in vstavitve dihalne cevke

Obstaja več točkovnih sistemov za napovedovanje predvidene težke vstavitve dihalne cevke in predihavanja s pomočjo obrazne maske, vendar nobeden nima visoke napovedne vrednosti. Najbolj zanesljiv je pojav zapletov med samo oskrbo dihalne poti, zaradi česar je zelo pomemben podatek o težki oskrbi dihalne poti v preteklosti. Več kot je omenjenih dejavnikov prisotnih, večja je možnost težke laringoskopije in/ali vstavitve dihalne cevke. Edini do sedaj znani dejavnik za težko indirektno laringoskopijo (videolaringoskop) je omejeno odpiranje ust. Otežujejo jo tudi izločki v ustni votlini in žrelu (slina, kri, izbruhanina, gnoj). Natančnejši opis je v poglavju Ocena tveganja za težavno oskrbo dihalne poti.

Protokol ukrepanja v primeru težke dihalne poti

Najpomembnejši dejavnik pri oskrbi težke dihalne poti je ustrezno izšolano osebje, ki pozna opremo ter postopke za oskrbo dihalne poti. Veščine se najlažje pridobijo s pomočjo šolanja na simulatorju, kjer gre za resničnosti zelo primerljive pogoje brez ogrožanja bolnika. Pridobljene veščine je potrebno tudi redno obnavljati. Seveda je neprecenljivega pomena možnost prisostvovanja in sodelovanja, ko se težka dihalna pot pojavi v resničnem življenju in jo rešuje ustrezno usposobljen zdravnik z izkušnjami.

Obstajajo različni protokoli za oskrbo težke dihalne poti. **Pomembno je, da ima vsaka ustanova enega od teh protokolov, ki je prilagojen možnostim v ustanovi, ga vsi poznajo, obnavljajo znanje ter protokol uporabljajo!**

Eden od protokolov ukrepanja pri težki dihalni poti je prikazan na sliki 2. Razdeli se v dva dela, glede nato, ali je bila težka dihalna pot predvidena (anamneza, klinični pregled) ali nepredvidena. Ne glede na predvidljivost pojava težke dihalne poti moramo pred vsako oskrbo dihalne poti vedno razmišljati o možnosti težav pri preoksigenaciji, predihavanju z obrazno masko, vstavljanju supraglotičnega pripomočka, laringoskopiji, vstavljanju dihalne cevke, vzpostavljanju kirurške dihalne poti. **Varnost bolnika je vedno na prvem mestu!**

Preoksigenacija

Prvi korak pred oskrbo dihalne poti je vedno anamneza in klinični pregled. Sledi preoksigenacija s 100% kisikom, s katero pri zdravih odraslih bolnikih podaljšamo čas apneje, v katerem še ne pride do hipoksije (SpO_2 92% ali manj). Cilj preoksigenacije je $\text{O}_2 > 80\%$ v izdihanem zraku. Med preoksigenacijo mora biti pretok svežih plinov vsaj 5 l/min (bolje 10 l/min), obrazna maska mora dobro tesniti, bolnik naj mirno in globoko diha, preoksigenacija naj traja 3-4 minute. V nujnih primerih naj bi zadostovalo že 8 globokih vdihov pri pretoku kisika vsaj 10 l/min. Posebej ogroženi so bolniki z zmanjšano funkcionalno rezidualno kapaciteto, pri katerih je čas, ko se med apnejo pojavi hipoksija, bistveno skrajšan. V to skupino

spadajo **otroci, nosečnice, bolniki z boleznimi pljuč, kritično bolni ter debeli**. Pri slednjih je pomembno podlaganje pod ramena, saj s tem zmanjšamo možnost kolapsa dihalnih poti med izdihom. Dokazano je sicer, da s preoksigenacijo povzročimo nastanek resorpcijskih atelektaz ter posledičnega obvođa krvi skozi nepredihane predele v pljučih (šant), ki jih pogosto ne uspemo popraviti z mehanskim predihavanjem. Vendar je v izogib hipoksiji preoksigenacija vedno predpogoj pri oskrbi dihalne poti.

V literaturi se pojavlja vse več kvalitetnih podatkov o koristnosti visokopretočnega dovajanja kisika (angl. – high flow oxygenation) bolniku v fazi apneje, če bolnika zaradi velike možnosti zatekanja želodčne vsebine v pljuča v fazi apneje ne smemo predihavati. Če imamo na voljo običajno binazalno kanilo, naj bo pretok kisika 15 l/min. Še bolje je, če imamo na voljo posebne binazalne kanile in ustrezne pretočne sisteme ali aparat za mehansko predihavanje, na katerih lahko nastavimo pretoke dihalne zmesi tudi do 60 l/min.

Predvidena težka dihalna pot

V primeru, da na podlagi anamneze ter kliničnega pregleda obstaja verjetnost težke dihalne poti, se priporoča regionalna anestezija, če je to le možno. Seveda je potrebno kljub vsemu imeti pripravljen dober načrt oskrbe težke dihalne poti, če bi bila le-ta kljub regionalni anesteziji vseeno potrebna. V primeru, da regionalna anestezija ne pride v poštev, se med oskrbo dihalne poti priporoča ohraniti spontano dihanje. Običajno se v takem primeru odločimo za vstavev dihalne cevke s pomočjo fiberoptičnega bronhoskopa. Ob tem bolnika analgosediramo (remifentanil 0,05-0,1 µg/kg/min, ali sufentanil 0,07-0,2 µg/kg v kombinaciji z midazolamom 0,015-0,05 mg/kg ali propofolom 1-3mg/kg/h) ter omrtvimo dihala s pomočjo lokalnega anestetika. Z omenjeno kombinacijo analgosedacije in lokalne anestezije se lahko lotimo tudi retrogradne vstavitve dihalne cevke. V tem primeru po predhodnem omrtvičenju z lokalnim anestetikom s pomočjo Seldingerjeve metode vstavimo žico preko krikotiroidne membrane skozi glasilke v usta ali nos. Preko žice nato skozi usta ali nos vstavimo dihalno cevko v sapnik. Za kirurško oskrbo dihalne poti s traheotomijo v lokalni anesteziji se odločimo praviloma le, kadar gre za patologijo v področju zgornje dihalne poti (tumorji, ožnjojki, zlomi s hudimi potplodbami).

Nepredvidena težka dihalna pot

Za nepredvideno težko dihalno pot gre, ko to ugotovimo šele potem, ko je bolnik že v splošni anesteziji. V takih primerih je potrebno izjemno hitro odločanje o nadaljnjih postopkih, ki bolnika rešujejo pred hipoksijo in usodnimi posledicami. **Takoj pokličemo pomoč!**

V primeru pojava nepredvidene težke dihalne poti imamo dve možnosti:

- predihavanje preko obrazne maske je možno, ni pa mogoča vstavev dihalne cevke

- ni možno niti predihavanje preko obrazne maske niti vstavitve dihalne cevke („cannot ventilate, cannot intubate“) – **gre za življenje ogrožujoče stanje!!!** s potrebo po takojšnjem ukrepanju

Predihavanje z masko JE možno

Predihavanje z masko si poskušamo olajšati z retrofleksijo glave in dvigom spodnje čeljusti (t.i. trojni manever ali “jaw-thrust-maneuver” ali Esmarchov manever). V primeru, da to ne zadošča, si pomagamo z ustnožrelna (angl. airway, Guedelov tubus) ali redkeje nosnožrelna cevko. Če kljub temu nismo uspešni, ena oseba drži masko, medtem ko druga poskuša predihavati.

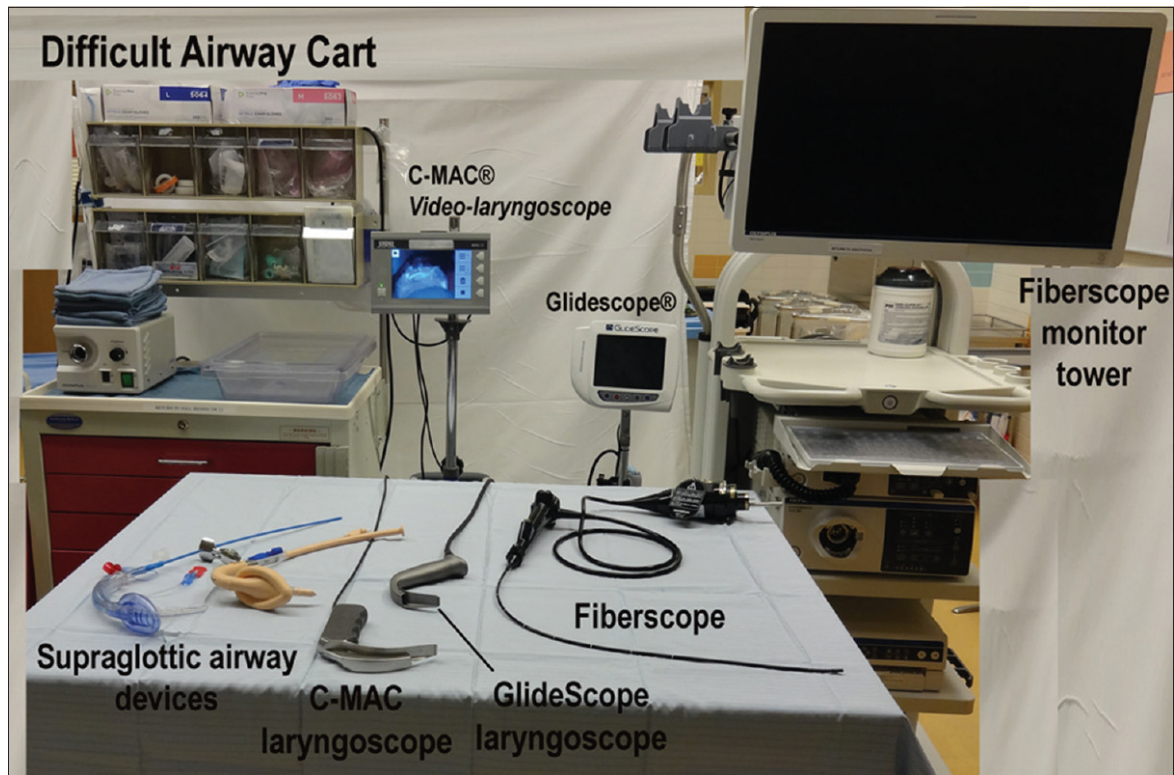
Če je predihavanje uspešno, bolniku odmerimo mišični relaksant in poskušamo vstaviti dihalno cevko. Če vstavitve dihalne cevke v prvem poskusu ni uspešna, bolnika pa je možno predihavati preko obrazne maske, si priskrbimo pripomočke za oskrbo težke dihalne poti, ki jih imamo na voljo. Prav tako si pokličemo pomoč, če je do tedaj še nismo. Če nimamo pripomočkov za oskrbo težke dihalne poti poskušamo z direktno laringoskopijo vstaviti dihalno cevko največ še enkrat. Še bolje je, če v drugem poskusu uporabimo videolaringoskop, če je seveda na voljo in ga znamo uporabljati. Vsak ponovni poskus direktne laringoskopije namreč poveča možnost poškodbe dihalne poti in nastanek otekline in/ali krvavitve, ki še dodatno otežujeta oskrbo dihalne poti.

Na tržišču je na voljo veliko pripomočkov za oskrbo težke dihalne poti. Kateri od njih je najučinkovitejši, je težko reči. Bistveno bolj pomembno je, da dobro poznamo tistega ali tiste, ki jih imamo dejansko na voljo.

Izbiramo lahko med (Slika 1):

- različnimi žlicami laringoskopov (Miller, McCoy),
- gumijastim elastičnim vodilom („gum elastic bougie“), katetri za menjavo dihalne cevke ali vodilom s svetlobno konico,
- intubacijsko laringealno masko brez videoopreme (Fastrach) ali z njo (C-Trach),
- videolaringoskopi (Glidescope, McGRATH, Airtrach) in/ali intubacijski endoskopi (Bonfils),
- fiberoptičnim bronhoskopom – dodatna uporaba Mainzovega adapterja nam omogoča vstavitve dihalne cevke s fiberoptičnim bronhoskopom ob sočasnem predihavanju bolnika z dihalno masko.

Če operacija ni nujno potrebna, lahko bolnika tudi zbudimo. Takemu bolniku kasneje vstavimo dihalno cevko v analgosedaciji in lokalni anesteziji s pomočjo fiberoptičnega bronhoskopa, kot je to opisano zgoraj.



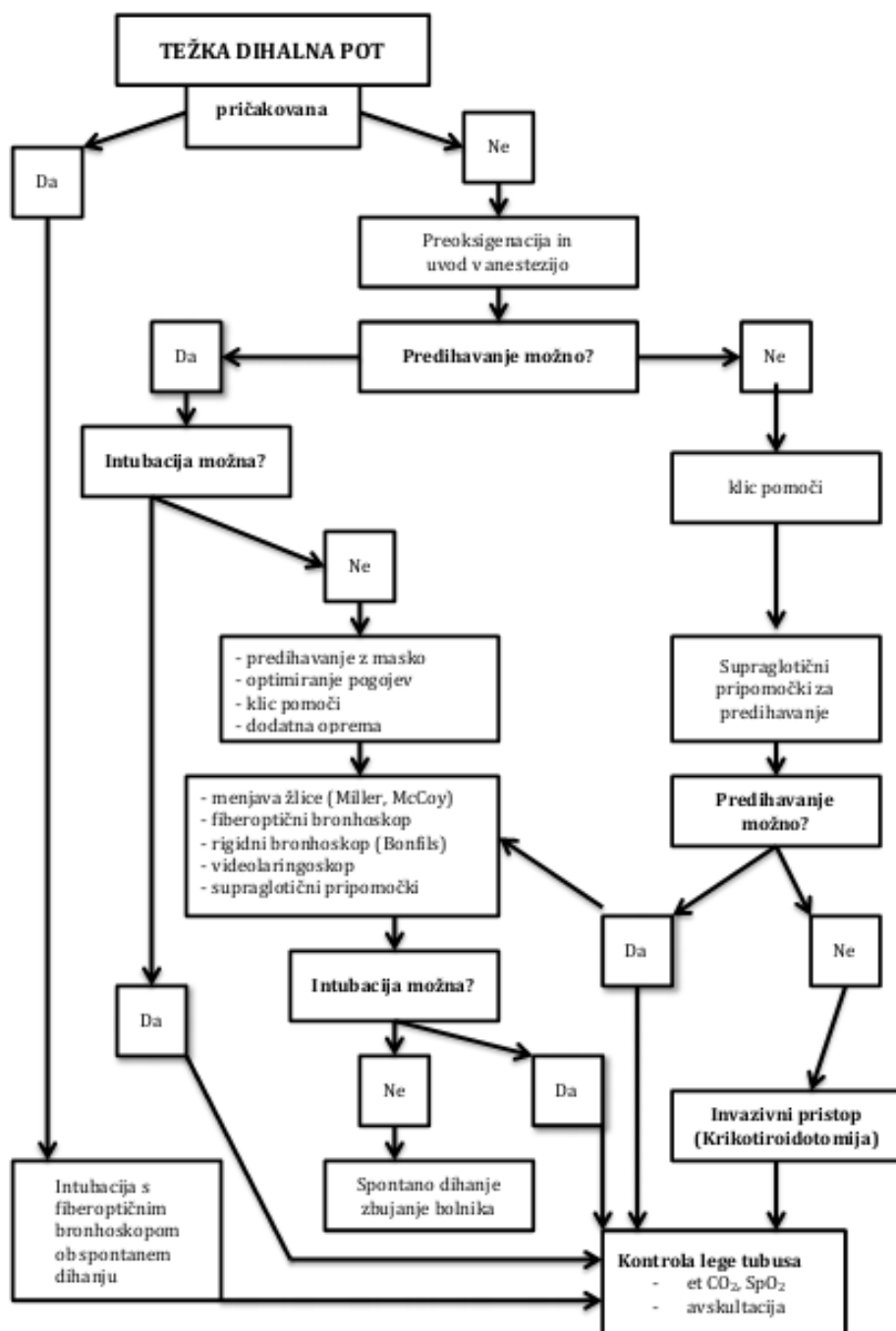
Slika 1: Pripomočki za oskrbo težke dihalne poti, ki so na voljo na University of Minnesota (4)

Predihavanje z masko NI možno

Če predihavanje z obrazno masko ni možno, pokličemo pomoč in skušamo vstaviti enega od supra(ekstra)glotičnih pripomočkov ter preko njega predihavati bolnika. Če smo s tem ukrepom uspešni, se moramo odločiti ali je možno in varno predihavati bolnika med operacijo preko supraglotičnega pripomočka. Odločitev zavisi tudi od stopnje nujnosti operacije (npr. urgentni carski rez, ustavljanje življenjsko ogrožujoče krvavitve...). S pomočjo fiberoptičnega bronhoskopa lahko poskušamo vstaviti dihalno cevko v sapnik preko supraglotičnega pripomočka. Tudi na tej stopnji se lahko odločimo in zbudimo bolnika, če operacija ni življenjsko potrebna in predihavanje preko supraglotičnega pripomočka ni varno za bolnika. V primeru, da tudi s pomočjo supraglotičnega pripomočka ne moremo zagotoviti zadovoljivega predihavanja in zadovoljive oksigenacije bolnika, se odločimo za kirurško vzpostavitev dihalne poti (krikotiroidotomija=konikotomija). Zanj obstajajo različni seti, v skrajnem primeru se je lotimo z vensko kanilo, preko katere je nato potrebno predihavanje z jet ventilacijo. Zavedati se moramo, da je neuspeh konikotomije in pojav zapletov glede na literaturo več 50%.

Zaključek

Pred vsako oskrbo dihalne poti se moramo na podlagi anamneze in statusa odločiti, kako se bomo same oskrbe lotili. Vedno je treba misliti na možne zaplete na vseh stopnjah oskrbe dihalne poti in imeti jasen načrt ukrepanja. V primeru urgentne potrebe po oskrbi dihalne poti je še toliko bolj pomembno, da poznamo protokol ukrepanja v primeru težke dihalne poti. Prvo vodilo pri tem naj nam bo vedno BOLNIKOVA VARNOST!



Slika 2: Protokol oskrbe težke dihalne poti (2)

Literatura

1. Piepho T, Cavus E, Noppens R, Byhahn C, Dörger V, Zwissler B, Timmermann A. S1 Leitlinien: Atemwegsmanagement. Dostopno na http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/001-0281_S1_Atemwegsmanagement_2015-04_01.pdf
2. Kamenik M. Protokol ukrepanja pri težavni orotrahealni intubaciji. V: MEKIŠ, Dušan (ur.), et al. *Dihalna pot 2017: zbornik vabljenih predavanj, 17. in 18. marec 2017*. Maribor: Univerzitetni klinični center. 2017, str. 59-64.
3. https://das.uk.com/files/das2015intubation_guidelines.pdf
4. Richtsfeld M, Belani KG. Anesthesiology and the difficult airway - Where do we currently stand?. *Ann Card Anaesth* 2017;20:4-7.
5. Oliveira J E Silva L, Cabrera D, Barrionuevo P. Effectiveness of Apneic Oxygenation During Intubation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Annals of emergency medicine*. 2017; 70(4):483-494.e11
6. White LD, Melhuish TM, White LK, Wallace LA. Apnoeic oxygenation during intubation: a systematic review and meta-analysis. *Anaesthesia and intensive care*. 2017; 45(1):21-27.
7. <https://litfl.com/apnoeic-oxygenation/> (dostop 23.3.2019)
8. Lavery GG, McCloskey BV. The difficult airway in adult critical care. *Crit Care Med* 2008; 36(7): 2163-73.
9. Paal P, Herff H, Mitterlechner T, von Goedecke A, Brugger H, Lindner KH, Wenzel V. Anaesthesia in prehospital emergencies and in the emergency room. *Resuscitation* 2010; 81(2): 148-54.
10. American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 2013; 118(2): 251-70.
11. Schälte G, Rex S, Henzler D. [Airway management]. *Anaesthesist* 2007; 56(8): 837-55.
12. Langeron O, Masso E, Huraux C, Guggiari M, Bianchi A, Coriat P, Riou B. Prediction of difficult mask ventilation. *Anesthesiology* 2000; 92(5): 1229-36.
13. Rose DK, Cohen MM. The airway: problems and predictions in 18,500 patients. *Can J Anaesth* 1994; 4: 372-83.
14. Strauss RA, Noordhoek R. Management of the difficult airway. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2010; 18(1): 11-28.
15. Dörger V, Bein B. [Clinical management of the difficult airway]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2006; 41(9): 564-75.
16. Anderson J, Klock PA Jr. Airway management. *Anesthesiol Clin* 2014; 32(2): 445-61.
17. Schüttler J. [Training in a simulator. Play or indispensable component of the medical learning process?]. *Anaesthesist* 1999; 48(7): 431-2.
18. Schenk A, Markus CK, Kranke P. Awake fiberoptic intubation - gold standard for the anticipated difficult airway. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2014; 49(2): 92-9.
19. Collins SR, Blank RS. Fiberoptic intubation: an overview and update. *Respir Care* 2014; 59(6): 865-78.

20. Davies JD, Costa BK, Ascianto AJ. Approaches to manual ventilation. *Respir Care* 2014; 59(6): 810-22
21. Collins SR. Direct and indirect laryngoscopy: equipment and techniques. *Respir Care* 2014; 59(6): 850-62
22. Schwarzkopf K. [Supraglottic airway devices]. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 2012; 107(7): 531-6.
23. Artine CA, Hagberg CA. Is there a gold standard for management of the difficult airway? *Anesthesiol Clin*. 2015 Jun;33(2):233-40.

10.

Intubacijska laringealna maska

Jožica Wagner Kovačec

Intubacijska laringealna maska (ILMA) je supraglotični pripomoček, ki je namenjen predihavanju in nam v primeru nepredvidene težke vstavitve dihalne cevke služi kot rešilni pripomoček. Najbolj je razširjena uporaba ILMA- Fastrach (Slika 1), preko katere vstavimo dihalno cevko s slepim postopkom ali pa s pomočjo fiberoptičnega bronhoskopa. Na tržišču je tudi ILMA C-Trach (Slika 2), ki ima vgrajen fiberoptični kanal in monitor, preko katerega si posredno prikažemo vstop med glasilki in s tem olajšamo postopek vstavitve dihalne cevke.



a. Sestavni deli ILMA- Fastrach



b. Vstavitev dihalne cevke preko ILMA- Fastrach

Slika 1: ILMA- Fastrach



Slika 2: ILMA C- Trach

ILMA- Fastrach je po obliki podoben LMA, ima pa nekaj posebnosti: ima rigidni kovinski ročaj in kovinsko oporo v dihalni cevi, preko katere se uvede žičnato dihalno cevko s tesnilnim

mešičkom in posebej oblikovano konico. Rigidni ročaj olajša izvajanje manevrov z eno roko. ILMA ima na koncu dihalne cevi masko z napihljivim mešičkom. Posebnost maske je elevator epiglotisa, ki omogoča uspešnejšo vstavitv dihalne cevke v sapnik. V setu je še stabilizator, ki je namenjen stabilizaciji dihalne cevke v sapniku, ko odstranjujemo masko. Uspeh slepe vstavitve dihalne cevke je pri ILMA zaradi rigidne navzgor zakrivljene oblike bistveno večji kot pri običajnih LMA, a se kljub temu priporoča uporaba fiberoptičnega bronhoskopa. Obstajajo tri velikosti ILMA- Fastrach, med katerimi izbiramo glede na težo bolnika (Tabela 1).

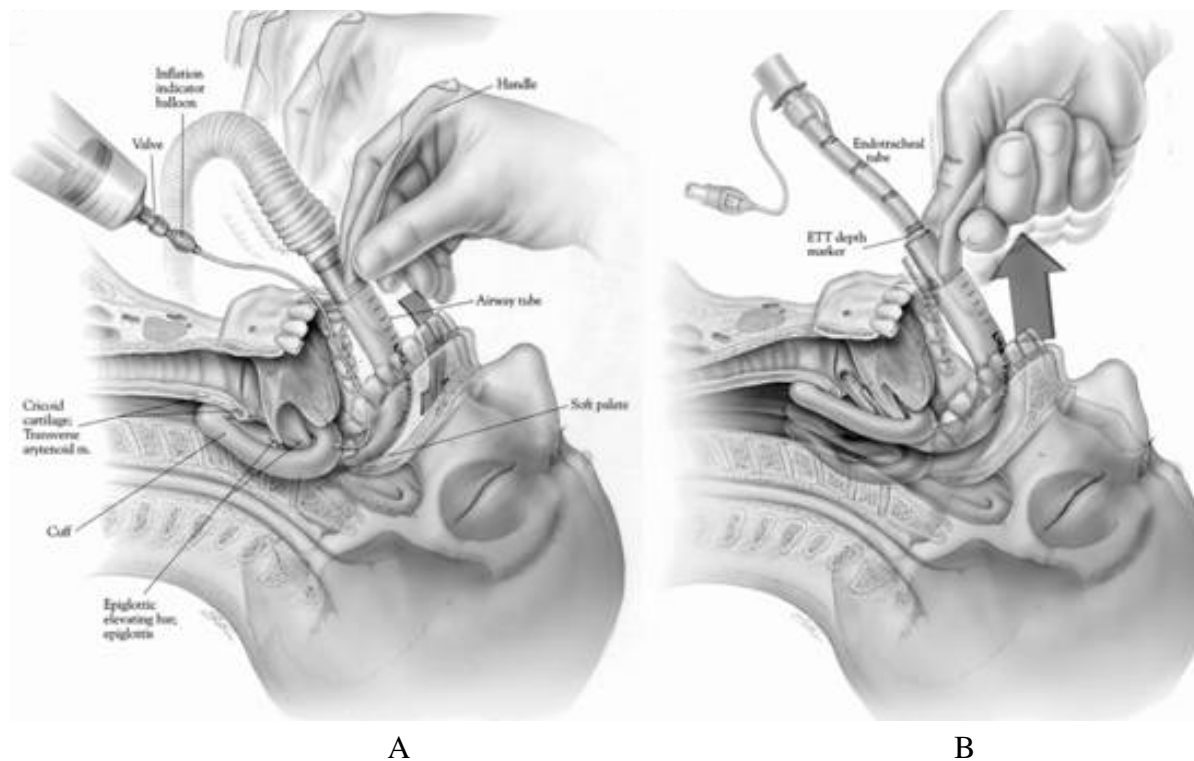
Številka maske	Teža bolnika (kg)	Največja količina zraka (ml)
3	30 - 50	20
4	50 - 70	30
5	70 - 100	40

Tabela 1: Velikost ILMA- Fastrach glede na težo bolnika in največja količina zraka, ki jo je priporočeno vpihniti v masko

Pred postopkom vstavitve pripravimo:

- ILMA- Fastrach: preverimo, da oba mešička tesnita (maska, dihalna cevka); zadnji del maske namažemo z lubrikantom
- bolnikovo glavo postavimo v nevtralno lego.

Stojimo za bolnikovo glavo in po odprtju bolnikovih ust masko, ki jo držimo za ročaj, nežno potiskamo po trdem nebu in zadnji steni žrela, dokler ne začutimo upora (maska »se vsede«). Nato napihnemo mešiček maske (upoštevajoč navodila glede količine zraka) in pričnemo predihavati bolnika. Za optimizacijo uspešnosti slepe vstavitve dihalne cevke v sapnik izvedemo Chandyjev manever (ime po avtorju izvedbe), ki poteka v dveh zaporednih korakih (Slika 3). Prvi Chandy-jev manever, s katerim masko rotiramo znotraj sagitalne ravnine s pomočjo ročaja, omogoči predihavanje z minimalnim uporom in postavitv odprtine maske pred vhod v sapnik. Če je lega maske pravilna, ni pomembnega uhajanja zraka. Drugi Chandyjev manever, pri katerem masko s pomočjo ročaja dvignemo navzgor-stran od zadnje stene žrela, pa omogoča gladek prehod dihalne cevke v sapnik. Priporoča se uporaba priložene dihalne cevke.



Slika 3: Prvi maneuver po Chandyju (A) in drugi maneuver po Chandyju (B).

Skoraj 100% uspešno pa vstavimo dihalno cevko preko ILMA- Fastrach s pomočjo fiberoptičnega bronhoskopa.

Uspešno vstavitvev dihalne cevke v sapnik preverimo s predihavanjem, avskultacijo pljuč in kapnografijo. ILMA odstranimo s pomočjo priloženega stabilizatorja, ki ga pred odstranitvijo maske potisnemo v dihalno cevko. Z odstranitvijo ILMA preprečimo poškodbe mehkega tkiva grla in žrela (razjede zaradi pritiska).

Literatura:

1. <http://www.lmaco.com/sites/default/files/31817-LMA-Fastrach-A4Data-0214-LORES-fnl.pdf> [spletni dostop 22. 4. 2019]
2. Möller Petrun, Andreja. Intubacijska laringealna maska. V: MEKIŠ, Dušan (ur.), et al. Dihalna pot 2018: Zbornik vabljenih predavanj, 2018. Maribor: Univerzitetni klinični center. 2018, str. 76-79.
3. Hagberg CA, Artime CA, Aziz MF. Hagberg and Benumof's Airway Management. Elsevier. 4 th Ed. Philadelphia 2018. p.328- 348.
4. Liu EHC, Goy EWL, Chen FG. The LMA CTrach™, a new laryngeal mask airway for endotracheal intubation under vision: evaluation in 100 patients. British Journal of Anaesthesia, Vol. 96, Issue 3, 2006, p. 396–400.

11.

Videolaringoskopski pripomočki

Darjan Kos

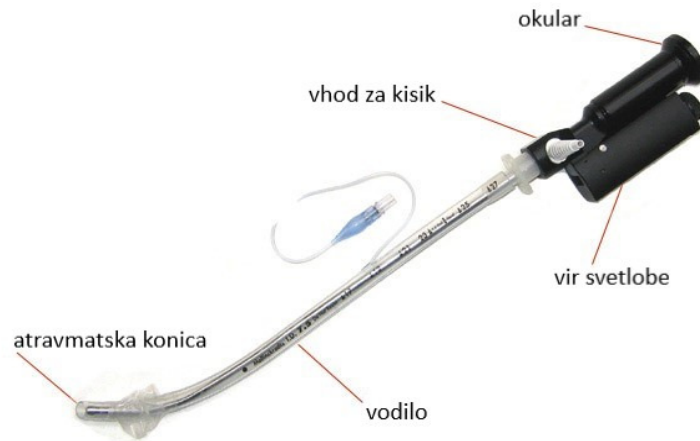
Oskrba dihalne poti je eden ključnejših in bolj kritičnih korakov pri izvajanju splošne anestezije ali med oskrbo poškodovanca. Najbolj zanesljiva oblika oskrbe dihalne poti je trahealna intubacija oziroma vstavev dihalne cevke (tubusa) z napihljivim mešičkom v trahejo. To omogoča ventilacijo in oksigenacijo ter preprečuje aspiracijo želodčne vsebine, krvi oziroma drugih izločkov ali snovi v pljuča.

Vstavev dihalne cevke lahko poteka slepo, vendar večinoma izvajamo to pod kontrolo očesa. Zlati standard pri oskrbi dihalne poti je vstavev dihalne cevke s pomočjo direktne laringoskopije. Klasični laringoskopi so v osnovi sestavljeni iz ročaja in različnih oblik žlic z virom svetlobe. Natančnejši opis žlic ni namen tega poglavja, pri opisovanju postopkov in primerjavah se bomo nanašali na Macintoshevo ukrivljeno žlico. Za večjo verjetnost uspešne vstavitve dihalne cevke je pri direktni laringoskopiji potreben čim boljši neposredni prikaz struktur dihalne poti. To dosežemo z določenimi manevri, in sicer fleksijo spodnjega dela bolnikove vratne hrbtenice, ekstenzijo zgornjega dela vratne hrbtenice in manipulacijo grla. Na ta način se izravna različne osi dihalne poti (usta, žrelo, grlo). Z laringoskopom si pomagamo pri retrakciji jezika in mehkih tkiv proti ustnemu dnu kar skupaj z opisanim položajem bolnika omogoča direkten pogled v grlo in vstavev dihalne cevke mimo glasilk v trahejo. Vizualizacija grla je glede na to, katere strukture vidimo, razdeljena v štiri kategorije po Cormack-Lehane klasifikaciji (1).

Kljub optimalni izvedbi postopka lahko občasno pride do težke laringoskopije (CL III ali IV) ter težke (več kot trije poskusi ali 10 minut) ali neuspešne intubacije. V različnih študijah se deleži nekoliko razlikujejo. Po pregledni študiji je bila pojavnost težke intubacije do 6% primerov in pojavnost neuspešne intubacije do 0,3% primerov (2). Dejavniki, ki vodijo do težav so razdeljeni na dejavnike bolnika, okolja in zdravnika, ki izvaja oskrbo dihalne poti. Bolnikovi dejavniki, ki so povezani z večjo verjetnostjo težke ali neuspešne intubacije, so debelost (3,4), omejena gibljivost vratu, omejeno odpiranje ust, povečan jezik, slaba mobilnost tkiv, stanje po operativnih posegih ali obsevanju v predelu ustne votline, žrela in vratu ter infekti v tem anatomskem področju. Posebna, bolj tvegana skupina bolnikov so poškodovanci, opečenci in bolniki v intenzivnih terapijah, kjer lahko oskrba dihalne poti otežijo nestabilna vratna hrbtenica, poškodbe ali opekline obraza ter dihalne poti. Potencialno težko oskrbo dihalne poti pri bolniku lahko z določeno verjetnostjo predvidimo z uporabo različnih, najbolje s kombinacijo več ocen oziroma testov. Natančen opis testov je obravnavan v ločenem poglavju. Zaradi razmeroma nizke pozitivne napovedne vrednosti teh testov in preiskav se občasno zgodi tudi nepredvidena težka ali neuspešna intubacija.

Težka ali neuspešna intubacija je povezana z zapleti kot so padec nasičenosti krvi s kisikom, povišan krvni tlak, sprejem v intenzivno enoto ali smrt. Večja je tudi verjetnost poškodbe tkiv in zobovja, bolečega grla ter hripavosti.

Z namenom izboljšati prikaz grla so se v preteklosti razvili različni pripomočki (McCoyev laringoskop, različni rigidni in fleksibilni intubacijski endoskopi in optična vodila), ki so predstavljali poleg fiberbronhoskopa v zadnjem desetletju tehnični odgovor na težko intubacijo. V tej skupini pripomčkov velja omeniti fiberoptični intubacijski endoskop po Shikani-ju (slika 1).



Slika 1: *Shikanijev intubacijski endoskop*

Kombinacija sodobne optične tehnika z modifikacijo klasičnih laringoskopov pa je vodila v nastanek videolaringskopov, alternativnih pripomočkov, ki omogočajo indirektno laringoskopijo. S pomočjo digitalne tehnologije (ali pa tudi sistemom leč) omogoča prenos slike s konice žlice laringoskopa do ekrana, ki je del laringoskopa ali pa ločena enota. Tako je mogoč pogled na grlo oziroma strukture zgornjega dela dihalne poti brez potrebe po izravnavi osi dihalne poti oziroma ni potrebno nahajanje struktur v neposrednem vidnem polju. Na ta način se izognemo pretiranim premikom vratne hrbtenice. Potreba po pritisku oziroma sili na bazo jezika je manjša, posledično je manj verjetna stimulacija stresnega odziva in tudi poškodba tkiva je manjša (5). Videolaringskopi so uvrščeni v skupine glede na različne klasifikacije (6,7,8), vendar se običajno uporablja delitev na tri skupine (5): Macintosheva modifikacija, skupina z večjo ukrivljenostjo žlice in skupina z žlebom za dihalno cevko.

Pri Macintoshevi modifikaciji gre za klasičen Macintoshev laringoskop, ki sta mu bila dodana kamera in zaslon. Zaradi video sistema dodatno omogoča indirektno videolaringskopijo, v primeru prevelike količine izločkov na leči ali ob okvari video sistema pa je še vedno mogoča direktna laringoskopija. Primeri takšnih videolaringskopov so McGrath MAC (slika 2), Storz V-Mac in Storz C-Mac (slika 3).



Slika 2: *McGrath MAC*



Slika 3: *Storz C-MAC*

Videolaringoskopi z večjo ukrivljenostjo žlice imajo žlico ukrivljeno pod večjim kotom kar omogoča še boljši prikaz grla z minimalnimi premiki bolnikove glave in vratu. Dihalna cevka mora v tem primeru imeti vedno vstavljeno vodilo in biti tako nekoliko bolj ukrivljena kot sicer, da jo lahko pod večjim kotom vstavimo skozi grlo v trahejo. V to skupino spadajo GlideScope GVL (slika 4), GlideScope Cobalt, GlideScope Ranger (slika 5), McGrath Series 5 (slika 6) in Storz C-Mac D-Blade (slika 7).



Slika 4: *GlideScope GVL*



Slika 5: *GlideScope Ranger*



Slika 6: McGrath series 5



Slika 7: Storz C-MAC D-blade

Videolaringoskopi z žlebom za dihalno cevko imajo poseben žleb, ki predhodno vstavljeno dihalno cevko usmeri proti grlu. Vodila tako na potrebujemo. Primera sta Pentax AWS (slika 8) in Airtraq (slika 9). Airtraq ima lahko le sistem leč, video sistem je možen kot dodatna oprema.



Slika 8: Pentax AWS



Slika 9: Airtraq

Prednosti videolaringoskopije so boljši pogled na vhod v grlo, še posebej v okoliščinah, ko je pri bolniku omejeno odpiranje ust in gibljivost vratne hrbtenice. Učna krivulja je krajša in večja je stopnja uspešne intubacije pri začetnikih (3) in tistih, ki nimajo pogostega stika z oskrbo dihalne poti oziroma niso izkušeni v direktni laringoskopiji. Možno je tudi snemanje postopka, kar omogoča podatke v potencialnih sodno-medicinskih postopkih. Slabosti so možen

podaljšan čas intubacije ter ob pogosti uporabi izguba prakse v uporabi direktna laringoskopije. Kljub boljšemu pogledu na vhod v grlo je lahko vstavev tubusa težja, še posebej pri žlicah z večjo ukrivljenostjo. Omogoča le dvo-dimenzionalni pogled z izgubo občutka za globino, pogled je lahko moten zaradi rošenja leče ali zamazanja z izločki. Videolaringoskopi so dražji in lahko dajejo lažen občutek varnosti in vodijo k slabši pripravi na oskrbo pričakovane težke dihalne poti.

Trenutni dokazi kažejo na signifikantno manj neuspešnih intubacij pri bolnikih s pričakovano težko oskrbo dihalne poti in pri simulirani težki dihalni poti (9). Razlike v uspešnosti intubacije pri bolnikih brez pričakovane težke oskrbe dihalne poti so neprepričljive (9). Videolaringoskopija omogoča v večjem deležu boljši pregled grla po Cormack- Lehan klasifikaciji (C/L I in II) kot direktna laringoskopija (8,10). Pri enostavni direktni laringoskopiji (C/L I in II) videolaringoskopija ni imela nobene prednosti, le podaljšal se je čas potreben za intubacijo. Pri težki direktni laringoskopiji (C/L III ali IV) je videolaringoskopija izboljšala pregled grla z višjo stopnjo uspešne intubacije z enakim ali krajšim časom potrebnim za intubacijo (7). Pri analizi tipov videolaringoskopov je bilo značilno manj neuspešnih intubacij pri uporabi STORZ C-MAC-a v primerjavi z drugimi videolaringoskopi. Med preostalimi videolaringoskopi značilnih razlik ni bilo (9). Videolaringoskopija je v primerjavi z direktno laringoskopijo manj verjetno povzročila poškodbe ustne votline, žrela ali grla, manj je bilo pooperativne hripavosti (9). Trenutno ni dokazov, da bi uporaba videolaringoskopije zmanjšala število poskusov intubacije, pojavnost hipoksije ali respiratornih komplikacij (9). Dokazano manj je bilo premikov vratne hrbtenice z uporabo Aitraq-a ali Pentax AWS (11,12) ter manjša potreba po dodatnih manevrih oziroma optimizaciji lege pri uporabi GlideScope-a (13). GlideScope olajša trahealno intubacijo pri bolnikih z ankilozirajočim spondilitisom (14). Pri bolnikih s prekomerno telesno težo (BMI 40 ali več) je videolaringoskopija bila povezana z izboljšanim pregledom grla, krajšim časom intubacije in manjšim številom poskusov vstavitve tubusa (5). Nižji je bil delež bolnikov pri katerih je prišlo do padca nasičenosti krvi s kisikom (5). V študijah, ki so primerjale uporabo videolaringoskopov z direktno laringoskopijo v urgentnih situacijah (teren ali bolnišnična urgenca) ali v intenzivnih terapijah niso dokazali značilno boljših izidov glede stopnje uspešnosti intubacije (5,15). Za uspešno intubacijo v omenjenih posebnih okoliščinah pa je bilo potrebno manjše število poskusov in krajši čas, manj je bilo tudi vstavev tubusa v požiralnik pri uporabi videolaringoskopov (15).

Nadaljnje študije so potrebne za natančnejšo določitev indikacij za uporabo videolaringoskopov in za bolj jasne rezultate izidov pri uporabi video pripomočkov v primerjavi s klasično laringoskopijo. Videolaringoskopi so že vključeni med alternativne pripomočke v smernicah za oskrbo težke dihalne poti. Njihova uporaba oziroma razpoložljivost lahko izboljša varnost pri oskrbi težke dihalne poti. Vprašanje za prihodnost ostaja ali bodo videolaringoskopi kdaj v celoti nadomestili klasične Macintoshove laringoskope.

Literatura

1. Cormack RS, Lehane, J. Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia* 1984; 39 (11): 1105–11.
2. Shiga T et al. Predicting difficult intubation in apparently normal patients: a meta-analysis of bedside screening test performance. [Anesthesiology](#) 2005;103(2):429-37.
3. Lundstrom LH et al. High body mass index is a weak predictor for difficult and failed tracheal intubation: a cohort study of 91,332 consecutive patients scheduled for direct laryngoscopy registered in the Danish Anesthesia Database. [Anesthesiology](#). 2009 Feb;110(2):266-74.
4. Cook TM, Woodall N, Frerk C. Major complications of airway management in the UK: results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. Part 1: Anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia* 2011;106 (5):617–31.
5. Chemsian RV, Bhananker S, Ramaiah R. Videolaryngoscopy. *Int J Crit Illn Inj Sci*. 2014;4(1):35-41
6. Hurford W. The video revolution: A new view of laryngoscopy. *Respir Care* 2010;55:1036-45.
7. Niforopoulou P et al. Video-laryngoscopes in the adult airway management: A topical review of the literature. *Acta Anaesthesiologica Scand*. 2010;54:1050-61.
8. Paolini JB, Donati F, Drolet P. Video-laryngoscopy: Another tool for difficult intubation or a new paradigm in airway management? *Can J Anaesth*. 2013;60:184-91.
9. Lewis SR et al. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for adult patients requiring tracheal intubation. *Cochrane Systematic Review*. November 2016
10. Nouruzi-Sedeh P, Schumann M, Groeben H. Laryngoscopy via Macintosh blade versus GlideScope: Success rate and time for intubation in untrained medical personnel. *Anesthesiology* 2009;110:32-7.
11. Hirabayashi Y et al. A comparison of cervical spine movement during laryngoscopy using the Airtraq or Macintosh laryngoscopes. *Anesthesia* 2008;63:635-40.
12. Maruyama K et al. Randomized cross-over comparison of cervical-spine motion with the AirWayScope or Macintosh laryngoscope with in-line stabilization: A video-fluoroscopic study. *Br J Anaesth* 2008;101:563-7.
13. Robitaille a et al. Cervical spine motion during tracheal intubation with manual in-line stabilization: Direct laryngoscopy versus GlideScope videolaryngoscopy. *Anesth Analg* 2008;106:935-41.
14. Lai HY et al. The use of the GlideScope for tracheal intubation in patients with ankylosing spondylitis. *Br J Anaesth* 2006;97:419-22.
15. Jiang J et al. Video laryngoscopy does not improve the intubation outcomes in emergency and critical patients – a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit Care* 2017;21:288.

12.

Vstavitev dihalne cevke z upogljivim bronhoskopom

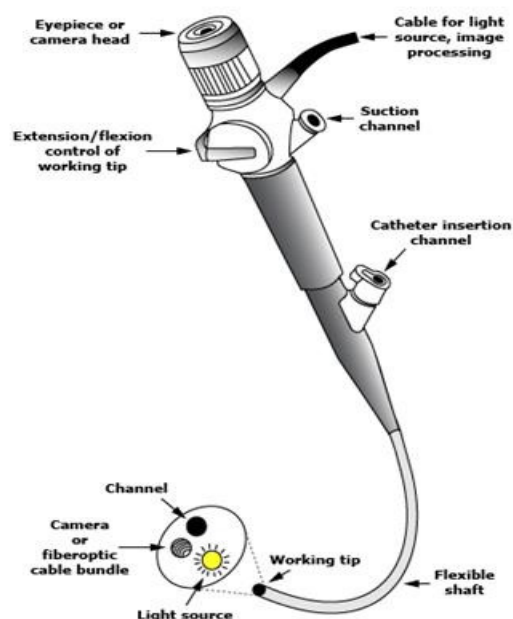
Vesna Sok

Uvod

Pri bolniku, pri katerem obstaja na podlagi anamneze in kliničnega pregleda velika verjetnost za težave pri vzpostavitvi dihalne poti se praviloma odločamo za intubacijo z upogljivim bronhoskopom ob spontanem dihanju pri budnem bolniku. Tudi v primeru, ko klasična intubacija z laringoskopom ne uspe, je možno z upogljivim bronhoskopom v večini primerov dobro prikazati grlo in glasilke ter sorazmerno enostavno preiti z vrhom bronhoskopa mimo glasilk v sapnik.

Klasični upogljivi bronhoskop je sestavljen iz povsma steklenih niti in kablov, ovitih v vodotesen ovoj iz plastike. Po steklenih vlaknih se prenašata svetloba iz vira svetlobe in slika z vrha bronhoskopa. Znotraj povsma je cevka, ki jo uporabljamo kot delovni kanal za uvedbo različnih dodatnih instrumentov in za aplikacijo tekočine ali zdravil. Drugo ustje delovnega kanala omogoča stalno aspiracijo iz kanala.

Del bronhoskopa, ki je bliže očesu, imenujemo glava bronhoskopa. V distalnem delu ali vrhu bronhoskopa, ki ga uvedemo v dihalno pot, je ustje delovnega kanala in izhod optičnega dela z osvetljevalnim delom povsma steklenih niti (slika 1).



Slika 1: Sestava upogljivega bronhoskopa

Telo bronhoskopa je prosto upogljivo v vse smeri. Sistem kablov omogoča usmerjanje vrha bronhoskopa s pomočjo ročice na glavi bronhoskopa. Upogibalni mehanizem omogoča upogibanje vrha bronhoskopa v ravnini navzdol 60° - 130° in navzgor 120° - 180°. Dodatno vrh bronhoskopa usmerjamo z zasukom glave bronhoskopa levo ali desno (1).

Indikacije za intubacijo z upogljivim bronhoskopom:

- predvidena težka intubacija (npr. omejeno odpiranje ust)
- spremenjena anatomije zgornjih dihalnih poti ali spremembe v ustni votlini, ki otežujejo preglednost
- nestabilna vratna hrbtenica, ko ni zaželeno manipuliranje (ekstenzija) vratu
- poškodba dihalnih poti, kjer želimo pregledati dihalne poti pred vstavitvijo dihalne cevke
- v primeru potrebe po intubaciji, ko je bolnik v neugodnem položaju za klasično intubacijo z laringoskopom (bočni položaj, položaj na trebuhu) (10)
- uporabljamo ga lahko tudi za rutinsko intubacijo (2).

Ne obstajajo absolutne **kontraindikacije** za intubacijo z upogljivim bronhoskopom, je pa lahko le-ta otežena:

- ob pomanjkanju izkušenj izvajalca
- ob pomanjkljivi opreми
- če med postopkom pri bolnika ne moremo vzdrževati zadovoljive oksigenacije (potreba po hitri vzpostavitvi ustrezne dihalne poti)
- v primerih krvavitve ali obilnega izločka zgornjih dihalnih poti, ki moti vidljivost
- v primeru neustreznega sodelovanja bolnika

Izvedba intubacije z bronhoskopom

Za izvajanje intubacije z upogljivim bronhoskopom mora biti bolnik ustrezno anesteziran. Z upogljivim bronhoskopom lahko intubiramo budnega bolnika v lokalni anesteziji ali spečega bolnika v splošni anesteziji. Bolj se priporoča lokalna anestezija zgornjih dihalnih poti, saj ob tem bolnik zadovoljivo spontano diha in ga tudi eventualno podaljšano izvajanje postopka ne ogroža (3).

V večini primerov izvedemo intubacijo skozi usta. Intubacija budnega bolnika skozi usta pride v poštev pri bolnikih z Mallampati III ali IV stopnje. Pri teh bolnikih zadnja stena žrela ni vidna, tiromentalna razdalja pa je manj kot 6 cm. Intubacija budnega bolnika skozi usta je indicirana tudi pri bolnikih z nestabilnim ali bolezensko in anatomsko spremenjenim vratom (zamaščen, kratek vrat, absces na vratu). Intubacija anesteziranega bolnika skozi usta pride v poštev, če anesteziranega bolnika nismo uspeli intubirati z direktno laringoskopijo (2).

Postopek intubacije anesteziranega bolnika skozi usta lahko olajšamo s pomočjo intubacijske laringealne maske (8) ali s pomočjo drugih supraglotičnih pripomočkov (I – gel).

Pri bolnikih z izrazito omejenim odpiranjem ust ali močnim refleksom požiranja, je lahko prednostna pot za intubacijo skozi nos. Intubacija budnega bolnika skozi nos pride v poštev pri bolnikih pred ali po operaciji v ustih ali ustni votlini. Intubacija anesteziranega bolnika skozi nos pride prav tako v poštev pri bolnikih pred posegom v ustni votlini. Poleg tega je indicirana tudi po neuspeli intubaciji anesteziranega bolnika skozi usta. Izvedba intubacije skozi nos je enostavnejša, ker je preglednost boljša in ker je nos dobro vodilo za bronhoskop, zato se zanjo mnogokrat odločimo tudi iz tega razloga. Nosno intubacijo lahko bolnik celo bolje prenaša kot intubacijo skozi usta. Ovira so lahko le preozke nosnice, na kar naletimo redko. Tveganje pri intubaciji skozi nosu vključuje epistakso, poškodbo notranjih nosnih struktur in submukoze nazofarinksa (3, 4).

Priprava bolnika

1. Pripomočki za izvedbo intubacije z upogljivim bronhoskopom:

- upogljiv bronhoskop z ali brez video zaslona – za lokalizacijo struktur in kot vodilo za dihalno cevko
- posebni ustno-žrelni tubus ali ustnik – preprečuje ugriz bronhoskopa in usmerja bronhoskop
- nosni kateter/obrazna maska (standardna ali prirejena z odprtino za uvajanje bronhoskopa) – omogoča zadovoljivo oksigenacijo med izvajanjem postopka
- dihalna cevka
- zdravila – lokalni anestetik, analgetik, anestetik, mišični relaksans, zdravila za preprečevanje slinjenja

2. Priprava bolnika za intubacijo v budnem stanju

Bolniku jasno razložimo ves postopek. Oksigenacijo izboljšamo z dodajanjem kisika preko nosnega katetra ali obrazne maske, predvsem pri bolnikih z znižano fiziološko rezervo in funkcionalno rezidualno kapaciteto pljuč (nosečnice, prekomerno prehranjeni, otroci). Za zmanjšanje slinjenja damo bolniku glycopyrolat (4 mcg/kg t.t. IV) vsaj 15 minut pred pričetkom postopka. Sedacijo lahko izvedemo s kombinacijo sledečih zdravil:

- midazolam (1-2 mg IV) 30 minut pred lokalno anestezijo
- analgetik fentanyl (50 – 200 mcg IV) ali sufentanyl (5 -10 mcg IV)
- kontinuirana infuzija analgetika remifentanila (0,05 – 0,1 mcg/kg/min)
- Dexmedetomidin: bolus 1 mcg/kg t.t. IV, nato kontinuirana infuzija 0,2- 1 mcg/kg/h (2)

Lokalna anestezija

Za intubacijo z upogljivim bronhoskopom v budnem stanju je lokalna anestezija zelo primeren način preprečevanja draženja. Želimo, da bolnik spontano diha in da je dobro anesteziran v območju zgornjih dihalnih poti. Pri intubaciji v budnem stanju bolnika največkrat namestimo v polsededeči ali bočni položaj, kar nam izboljša preglednost dihalnih poti.

Lokalno anestezijo izvedemo v področju jezika, orofaringsa, hipofaringsa in struktur grla, lahko z razpršilcem ali gelom (3). Največkrat uporabimo 2 % - 4 % lidokain (5). Skupni odmerek lidokaina naj ne presega 5-7 mg/kg t.t. Tudi pri intubiranju skozi nos lahko anesteziramo na isti način, s tem da za anestezijo nosne sluznice ob lidokain gelu v nosnico kanemo tudi nekaj kapljic raztopine, ki ji je dodan vasokonstriktor, da zmanjšamo možnost krvavitve. Nadalje anesteziramo kontinuirano preko bronhoskopa ob uvajanju le-tega.

Grlo in glasilki lahko anesteziramo tudi translaringealno, tako da preko krikotireoidne membrane vbrizgamo 3-5 ml 2- 4 % lidokaina v grlo (2).

Kot dodatek lokalni anesteziji lahko izvedemo tudi blokado laringealnih živcev: blokada glosofaringealnega živca, sfenopalatini živčni blok, sprednji etmoidalni živčni blok.

Reaktivnost dihalne sluznice pa lahko zmanjšamo tudi z odmerjanjem lidokaina intravenozno. Pri odmerkih 1-1,5 mg /kg t.t. niso zasledili toksičnih učinkov, bistveno sta se zmanjšala kašelj in nemir bolnika (4, 6).

3. Priprava bolnika za intubacijo v splošni anesteziji

Pri splošni anesteziji je potrebno učinkovine previdno odmerjati, da ne povzročimo zastoja dihanja. Bolniku, ki ne diha spontano in je globoko sediran, zapade jezik, in s svojo težo bolniku v ležečem položaju zapre dihalno pot. To je manj moteče, kadar poskušamo vstaviti bronhoskop in dihalno cevko skozi nos. Pri intubaciji z bronhoskopom v splošni anesteziji je bolnik največkrat v ležečem položaju, izvajalec stoji za njegovo glavo (10).

Zaradi motečega jezika nam mora pri uvajanju bronhoskopa pomagati pomočnik, ki odpira dihalno pot, tako da povleče jezik navzven (2). Ta maneuver mnogokrat omogoča lažji dostop do grla tudi pri bronhoskopiji v lokalni anesteziji.

Pri bolnikih, kjer obstaja povišano tveganje za aspiracijo želodčne vsebine (netešči, GERB, nosečnost, zapora črevesja) 30-40 minut pred posegom dodamo še antagonist H₂ receptorjev (ranitidin 50 mg IV), metoklopramid 10 mg IV in 30 ml natrijevega citrata per os.

Izvedba intubacije z upogljivim bronhoskopom

1. Priprava bronhoskopa in tubusa

Pred vsako uporabo preverimo upogljivost bronhoskopa in se prepričamo, če je zavora, ki omejuje gibanje vrha instrumenta, sproščena. Preverimo, ali deluje sesalni sistem skozi delovni kanal, ali deluje osvetljevalni del povsma in ali je vidno polje prosto. Instrument obrizgamo s silikonskim razpršilom, da lažje zdrsne skozi dihalno cevko.

Pred pričetkom izvajanja bronhoskopije vstavimo tubus na bronhoskop, tako da iz tubusa gleda vsaj 10 cm dolžine bronhoskopa. Prepričamo se, da je upogibna ravnina bronhoskopa v sagitalni ravnini in da je izrazitejši upogib možen navzdol, če stojimo pred bolnikom oz. navzgor, če smo za bolnikom (1).

2. Uvajanje bronhoskopa in tubusa

Pri uvajanju držimo bronhoskop s tremi prsti leve roke za konico, z desno roko pa držimo glavo instrumenta. Ves čas uvajanja skušamo obdržati mediano linijo.

Ko smo konico bronhoskopa med glasilkama vstavili v sapnik tako daleč, da zagledamo razcepišče sapnika (glavna karina), s tubusom zdrsimo preko bronhoskopa do željene globine in bronhoskop previdno izvlečemo (1).

Pri intubaciji skozi nos bronhoskop vstavimo praviloma v nosnico, skozi katero bolnik lažje diha in ga vodimo po spodnjem ali srednjem nosnem hodniku. Bronhoskop vodimo pod kontrolo očesa, da se ne zatika in da gladko drsi po nosni sluznici. Na koncu nosnega hodnika obrnemo konico bronhoskopa navzdol. Na tem mestu vbrizgamo nekaj ml 2 ali 4% lidokaina, ki se razlije po sluznici nosnega predela žrela (4).

Nato potujemo še nekaj cm naprej, da zagledamo epiglotis z vhodom v grlo. Nežno potujemo naprej do glasilk. Nad glasilkama ponovno vbrizgamo lokalni anestetik (5). Počakamo kratek čas, posrkamo tekočino in pod kontrolo očesa zdrsimo med glasilkama v sapnik. Sapnik predhodno anesteziramo z nekaj ml 2 % lidokaina.

Bronhoskop namestimo do spodnje tretjine sapnika. Bolnika lahko pred vstavitvijo dihalne cevke uspavamo. Dihhalno cevko, premazano s lidokain gelom ali pršilom, nežno z rahlimi krožnimi gibi potiskamo vzdolž bronhoskopa v sapnik do željene globine. Lego preverimo z bronhoskopom, nato pa bronhoskop nežno izvlečemo. Nekateri priporočajo, da najprej uvedemo dihalno cevko v nazofarinks in šele nato skozi njo še bronhoskop.

Pri intubaciji skozi usta je osnovni postopek podoben postopku intubacije skozi nos, razlikujejo se le anatomske strukture do vhoda v grlo. Pomembno je, da zaščitimo bronhoskop pred ugrizom. Med bolnikove zobe vstavimo poseben ščitnik, skozi katerega ali ob katerem vstavimo bronhoskop in dihalno cevko. Če je bolnik v dihalni stiski, ga lahko med postopkom predihavamo preko maske s posebnim nastavkom za uvajanje bronhoskopa (4).

Bronhoskop vstavimo do baze jezika in z njim potujemo pod kontrolo očesa v srednji liniji, dokler ne zagledamo epiglotisa in vhoda v grlo. Motečo slino sproti posrkamo. Ves nadaljnji postopek je enak kot pri vstavljanju bronhoskopa skozi nos.

Zaradi večjega kota, pod katerim je bronhoskop vstavljen v grlo skozi usta, se lahko dihalna cevka zatakne na zadnjo steno grla (7). To se pogosteje zgodi, če imamo veliko razliko med premerom dihalne cevke in bronhoskopa (4). V tem primeru dihalno cevko rahlo obračamo v eno in drugo smer, dokler ne zdrsne naprej (9).

Zapleti

Bronhoskopija je invaziven poseg, ob katerem moramo nujno nadzorovati bolnikove življenjske funkcije. Ob vsaki motnji je potrebno postopek prekiniti in ga nadaljevat le, če motnjo uspešno odpravimo.

Posebni zapleti med intubacijo z upogljivim bronhoskopom niso poznani (1). Pri intubaciji z upogljivim bronhoskopom je možna krvavitev iz sluznice dihalnih poti, posebno pri intubaciji skozi nos. Pri daljšem manipuliranju med prehodom med glasilkama je možen tudi spazem glasilk. Z dobro lokalno anestezijo in s primerno mero previdnosti med postopkom lahko te zapleta v veliki meri preprečimo.

Zaključek

Intubacija z upogljivim bronhoskopom je posredna tehnika vstavitve dihalne cevke, posebej uporabna pri bolnikih, pri katerih je lahko direktna laringoskopija težavna ali nevarna. Predpogoji za dobro izvedbo bronhoskopske intubacije so popolno poznavanje anatomije, popolno poznavanje opreme ter veliko kliničnih izkušenj.

Samo veliko število uspešnih intubacij z upogljivim bronhoskopom je način, da si pridobimo dovolj izkušenj. Ker je bolnikov, pri katerih je indicirana bronhoskopska intubacija, sorazmerno malo, se lahko za bronhoskopsko intubacijo anesteziranega bolnika odločimo tudi pri mnogih bolnikih ASA I in ASA II, pri katerih je sicer možna intubacija z direktno laringoskopijo (2).

Med samim postopkom moramo omogočiti dobro oksigenacijo bolnika s pomočjo obrazne maske, zato naj vsak poskus intubacije ne traja več kot eno minuto. Dokler nismo dovolj samostojni, postopek izvajamo pod nadzorom izkušenega operaterja, ki nas nadzoruje in vodi ob pogledu na monitor.

Literatura:

1. Fiberoptic intubation at the Department of Anesthesiology University Hospital University of Washington Seattle, WA; Dosegljivo na <http://faculty.washington.edu/pcolley/>
2. Šorli J. Osnovne smernice za bronhoskopsko tehniko. Učna delavnica o posebni intubaciji, Maribor 1995:20-21.
3. Zupančič M. Anestezija: Uvod u tehniko fiberbronhoskopije, Golnik 1990.
4. Avsec Letonja D. Intubacija z upogljivim instrumentom. Učna delavnica o posebni intubaciji, Maribor 1998:33-40.
5. Ovassapian A, Mesnick PS. The art of fiberoptic intubation. The difficult airway 1. Anaesthesiology clinics of North America. 1995; 13:391-411.
6. Jacobsen CJ, Ahlburg P, Holdgard HO, Olsen KH, Thomsen A. Comparison of intravenous and topical lidocaine as a suppressant of coughing after bronchoscopy during general anaesthesia. Acta Anaesthesiol Scand 1991; 35: 238- 41.
7. Ovassapian A. Flexible bronchoscopic intubation of awake patients. Journal of bronchology. Raven press LTD New York 1994; 1: 240-5.
8. Jae Lin Lee, Byung Gun Lim, Mi Kyoung Lee et al. Fiberoptic intubation through a laryngeal mask airway as a management of difficult airway due to the fusion of the entire cervical spine. Korean J Anesthesiol. 2012; 62(3):272-276.
9. Schwartz D, Johnson C, Roberts J. A maneuver to facilitate flexible fiberoptic intubation. Anesthesiology 1989; 71:470.
10. Hung MH, Fan SZ, Lin CP, et al. Emergency airway management with fiberoptic intubation in the prone position with a fixed flexed neck. Anesth Analg 2008; 107:1704.

13.

Retrogradna intubacija, slepa nazalna intubacija, konikotomija in perkutana traheotomija

Matejka Barbara Pogorevc

Uvod

O težki intubaciji govorimo kadar poskušamo intubirati bolnika pri slabi preglednosti grla. S tem so povezani številni poskusi številnih strokovnjakov, prisotne so grobe manipulacije in uporabljajo se številni pripomočki. Kakšna je incidenca težke intubacije na urgentnih oddelkih je težko oceniti. Številne anesteziološke študije nakazujejo, da pride pri 1 na 10000 bolnikov do nepričakovane oz otežene oskrbe dihalne poti (1, 2). Podatki urgentnih oddelkov pa kažejo, da pride v 1% do neuspele intubacije, kar pomeni, da bolnik ni intubiran v treh poskusih. V multicentrični študiji National Emergency Airway Registry (NEAR) so analizirali 6000 intubacij. Ugotovili so, da se je 0,9% težkih intubacij končalo z konikotomio (3). Podobna študija iz leta 2002 govori o 30% težkih intubacij. Podatki so zelo različni. Razlike v izkušenosti, ter subjektivne ocene težke intubacije dostikrat vplivajo na uporabo dodatne opreme in osebja (4).

Težave pri direktni laringoskopiji korelirajo z vizualizacijo rime, ki jo definiramo po Cormack-Lehane skali (5). V operacijskih dvoranh z direktnim laringoskopiranjem ocenimo stopnjo 3 po Cormack-Lehane skali v 5%, oceno 4 pa manj kot v 1% (6). To so podatki pri načrtovanih posegih, ko so bolniki že izbrani. Na urgentnih oddelkih je incidenca višja.

Med ukrepe pri težki intubaciji sodijo retrogradna intubacija, slepa nazalna intubacija, konikotomija in perkutana traheotomija.

Retrogradna intubacija

O uspešni trahealni intubaciji z retrogradno intubacijo poročajo že približno 50 let. Obstajajo številna poročila o različnih tehnikah izvajanja retrogradne intubacije.

V osnovi gre za tehniko kjer preko žice oziroma vodila, ki je bil skozi krikotiroidno membrano uveden retrogradno v usta ali nos vstavimo trahealni tubus (7, 8). Funkcija vodila je, da vzdržuje vrh tubusa v srednji liniji v ustih in žrelu in s tem omogoča napredovanje tubusa skozi zgornjo dihalno pot v grlo. Vizualizacija grla ob tem ni potrebna.

Potek retrogradne intubacije

Ob izvajanju retrogradne intubacije je potrebno bolnika dobro namestiti ter si prikazati mesto punkcije. Punkcija krikotiroidne ali krikotrahealne membrane je najpogostejši pristop do grla. Poškodbe glasilk in okolnega tkiva so pogostejše ob izvajanju te tehnike skozi krikotiroidno membrano, ker je razdalja majhna. V študiji na kadavrih je bila incidenca poškodb glasilk 8% pri igelni punkciji krikotireoidne membrane. Prednost punkcije krikotrahealne membrane je v manj pogostih poškodbah žil in glasilk. Poškodbi ščitnice se izognemo tako, da punktiramo čim bližje krikoidnemu hrustancu (9).

Za punkcijo se najpogosteje uporabljajo epiduralne igle, igle v setih za centralni venski pristop in žilni katetri velikosti 16-20G.

Pri budnem bolniku kožo in lokalno tkivo analgeziramo z lokalnim anestetikom 2% lignocainom. Prav tako analgeziramo mukozno membrano v ustih, žrelu in vstop v grlo z Xylocainskim sprejem ter v nosu, če bomo izvedli nasalno intubacijo. S tem preprečimo reflekse v grlu, glasilkah in zgornjem delu sapnice. Retrogradno intubacijo lahko izvajamo v sedaciji in splošni anesteziji.

Punkcijo izvedemo tako, da stojimo na desni strani bolnika, z levo roko si potipamo in fiksiramo grlo. Z desno roko izvedemo punkcijo. Iglo na katero imamo priključeno brizgalko napolnjeno s fiziološko raztopino uvajamo skozi kožo pod kotom 90%. Med uvajanjem istočasno aspiriramo. Ko poaspiriramo zrak vemo da smo v lumnu grla. Sedaj iglo usmerimo pod kotom 45% ter vodilo uvajamo v smeri glave, iglo rahlo izvlečemo. Vodilo lahko uvajamo v usta ali nos. Ko imamo uvedeno vodilo lahko preko njega uvedemo tubus v traheo skozi usta ali nos. Da lažje uvedemo tubus, laho retrogradno vodilo ojačamo z anterogradnim vodilom (aspiracijski kateter, večlumenski kateter, nosni kateter..). Retrogradna intubacija je relativno varna tehnika in ima svoje mesto v primeru težke intubacije. Retrogradna intubacija je manj invazivna kot igelna in kirurška krikotireotomia in se izvede relativno hitro (10, 11).

Komplikacije, ki so povezane z retrogradno intubacijo:

- boleče grlo in hripavost
- manjše krvavitve na mestu punkcije in v sapnici
- peritrahealni hematoma
- mediastinalni hematoma
- peritrahealni absces
- lokalni emfizem
- pneumomediastinum...

Indikacije za izvedbo retrogradne intubacije so:

- težka intubacija (anatomija, poškodbe...)
- krvavitev v zgornjih poteh
- sum na poškodbo vratne hrbtenice

Kontraindikacije:

- težak subglotični dostop
- motnje v koagulaciji,
- infekt ali tumor na mestu punkcije ali na poti v grlo

Retrogradno intubacijo priporoča v algoritmu težke intubacije ameriško anesteziološko združenje (angl. The American Society of Anesthesiologists - ASA) kot alternativno neinvazivno metodo intubacije, kadar bolnika ne morejo intubirati se ga pa lahko ventilira (12). Kanadsko združenje anesteziologov priporoča retrogradno intubacijo, kadar ventilacija ni možna (13).

Navodila francoskih, italijanskih anesteziologov omenjajo retrogradno intubacijo kot alternativno tehniko pri budnem bolniku. Ni pa omenjena v algoritmih težke intubacije pri nemškem združenju (angl. German Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine) in angleškem združenju za anesteziologijo in intenzivno medicino (angl. Difficult Airway Society UK; 14).

V situaciji težke intubacije, kadar nimamo na voljo fiberoptičnega bronhoskopa, ali smo ga nevešči uporabe, ali kri, izločki motijo vidljivost lahko retrogradna intubacija prepreči hipoksijo, poškodbo dihalne poti, odprto krikotiroidotomijo ali traheostomijo kjerkoli na svetu.

Slepa nasalna intubacija

Slepa nazalna intubacija je tehnika intubacije traheje skozi nos brez vizualizacije rime. Nazotrahealno intubacijo je prvi opisal Magill leta 1920. Osnovna tehnika se je v vseh teh letih zelo malo spremenila.

Tubus lahko vstavimo slepo ali s pomočjo laringoskopa ali bronhoskopa. Slepa nazalna intubacija je najobičajnejša tehnika v urgentnih situacijah. Je zahtevnejša tehnika za zagotavljanje ustrezne dihalne poti in zahteva dosti izkušenj in spretnosti izvajalca. Osnovna prednost slepe nazalne intubacije je minimalno gibanje vratu in ne zahteva odpiranja ust.

Indikacije:

- bolniki z kratkim, debelim vratom
- bolniki z določenimi anatomskimi karakteristikami
- težave pri odpiranju ust, majavi zobje
- sum na poškodbo vratne hrbtenice
- sedeči bolnik (prednost pri bolniku z kongestivnim srčnim popuščanjem, ki ne more tolerirat ležečega položaja)

Kontraindikacije:

- hude poškodbe obraza
- zlom baze lobanje, kjer lahko nasotrahealni tubus vstopi v možgane
- motnje koagulacije

Danzl in Thomas poročata o 92% učinkovitosti nazalne intubacije v urgentnih oddelkih (15).

Izvedba:

Preden vstavimo nazotrahealni tubus z lokalnim anestetikom anesteziramo sluznico obeh nosnic. Izberemo nosnico, ki je bolj prehodna. Buden bolnik nam sam pove preko katere nosnice lažje diha. Če imamo dovolj časa, predhodno vstavimo nosni airway in ga pustimo nekaj časa, tako je vstavljanje tubusa lažje. Tubus vstavljamo tako, da je konica obrnjena navzad in proti septumu, s tem se izognemo poškodb v nosu. Najbolj boleč je vstop v nosni del žrela, kar je potrebno izvesti zelo nežno. Ko z tubusom napredujemo proti glasilkam postajajo dihalni šumi vse glasnejši. Tubus vstavimo v trahejo v inspiriju, ker so takrat glasilke maksimalno odprte. Ko se prepričamo, da je cevka pravilno vstavljena napihnemo balonček in tubus fiksiramo.

Nasotrahealni tubus lahko gladko drsi v traheo. Vendar nam v prvem poskusu uspe le v 50% . Poznamo štiri najpogostejša mesta, ki ovirajo drsenje tubusa:

- epiglotis, valekula
- aritenoidni hrustanec-desni ali glasilke)
- piriformni sinus
- požiralnik

Ob spreminjanju smeri tubusa, tubusa ne izvlečemo iz nosu, ker bi s tem povzročili dodatno travmo mehkih tkiv v nosu.

Komplikacije:

- krvavitev najobičajnejša komplikacija (16)
- raztrganine mehkih tkiv v nosu
- znotraj možganska vstavitvev tubusa pri zlomu baze lobanje
- retrofaringealne poškodbe

Nasotrahealna intubacija se izvaja v manjši meri kot v preteklosti, vendar ostaja učinkovita tehnika v primeru ohranjanja življenja pri težki intubaciji.

Konikotomija

Leta 1909 je Dr. Chevalier Jackson laringolog predstavil kirurško tehniko in smernice za izvedbo traheotomije. Opisal je tehniko, ki jo je imenoval visoka traheostomia.

Konikotomija je poseg, pri katerem prerežemo krikotiroidno membrano med tiroidnim in krikoidnim hrustancem grla in v nastalo odprtino vstavimo kanilo, da zagotovimo dihalno pot za predihavanje in oksigenacijo. Ta poseg je le začasen ukrep, ki ga naredimo le v največji nuji, ko je bolnik življensko ogrožen in ga neuspemo intubirati. Konikotomija se opravlja redko. V 5 letnem pregledu so v urgentnih enotah pri vseh intubacijah ugotavljali 1% konikotomij, v prehospitarnih enotah 10,9% (17).

Konikotomija je indicirana, kadar je potrebno urgentno vzpostaviti dihalno pot, ki je z oro ali nasotrahealno intubacijo ne uspemo, oziroma je kontraindicirana.

Indikacije:

- obilna krvavitev iz ust ali nosu
- trismus

- laringospazem
- stenoza dihalne poti
- deformacije orofarinksa (kongenitalne, pridobljene)
- edem orofarinksa
- tujek v dihalni poti
- tumorske mase
- poškodbe obraza

Kontraindikacije:

- Absolutne:
 - kadar lahko bolnika varno intubiramo
 - poškodba traheje, larinksa
- Relativne:
 - lajši otroci
 - motnje v koagulaciji

Konikotomija se opravi v lokalni anesteziji, če je potrebna (pacient je navadno nezavesten) ali tudi brez nje, kadar ni dovolj časa. Bolnik naj leži na hrbtu s podloženimi rameni. Roke in glavo naj mu držita v stabilnem položaju dve osebi. Kožo je potrebno razkužiti. Otipamo spodnji rob tiroidnega in zgornji rob krikoidnega hrustanca, nato pa s palcem in kazalcem leve roke grlo umirimo. Režemo s koničastim skalpelom. Koža se prereže navpično v mediani črti v dolžini 3-5 cm, nato pa se napravi prečni rez v membrano med tiroidnim in krikoidnim hrustancem. Ko se svetlina doseže, hrustanca odmaknemo in v nastalo odprtino vložimo primerno široko kovinsko ali gumijasto cevko. To cevko je potrebno primerno učvrstiti, da ne pade navzven ali v sapnik. V zelo nujnih primerih se lahko konikotomija naredi s kakršnimkoli rezilom, v odprtino pa vloži kakršnakoli cev, samo da pride zrak v dihala.

Poznamo različne metode konikotomije:

- standardna
- hitra z 4 koraki
- po Seldingerju

Poseg je najlažje narediti s posebnim, za konikotomijo prirejenim trokarjem., ki ga zabodemo v krikotiroidno membrano, lahko pa tudi neposredno v sapnik pod krikoidnim hrustancem.

Po posegu je bolnika potrebno takoj poslati v bolnišnico, saj je to le začasen ukrep. Komplikacije konikotomije vključujejo krvavitev, raztrganine tiroidnega, krikoidnega in trahealnih hrustancev, perforacijo zadnjega dela traheje, podkožni emfizem, pnevmotoraks in pnevmomediastinum.

Perkutana traheotomija

Okoliščine kjer nujno potrebujemo urgentni dostop do dihalne poti in ne moremo intubirati so redke a življenjsko ogrožujoče. Te izjemne situacije rešujemo z konikotomijo. Vendar v

določenih okoliščinah konikotomije ni potrebno izvesti. Takrat lahko izvedemo traheotomijo, ki je tudi dokončen poseg.

Perkutana traheotomija v izkušenih rokah je lahko rešitev za bolnika v urgentnih situacijah, kjer nujno potrebujemo dostop do dihalne poti. Po navadi se izvaja v enotah intenzivne terapije, pri bolnikih kjer se predvideva potreba po dolgotrajni intubaciji (pljučnica neodzivna na zdravljenje, huda kronična obstruktivna pljučna bolezen, ARDS- acute respiratory distress syndrome, hude poškodbe glave, odpovedovanje številnih organskih sistemov MOF) oz. pri bolnikih pri katerih smatramo, da bo s traheostomo lažje odvajanje od dihalnega aparata. Ameriško združenje Council on Critical Care of the American College of Chest Physicians priporoča traheotomijo pri bolnikih pri katerih se pričakuje umetno predihavanje več kot 7 dni. Traheotomija je eden najstarejših kirurških posegov. Prvi zapisi o tej tehniki izhajajo že iz leta 3600 p.n.š.

Perkutane tehnike so se začele razvijati kmalu potem, ko je Seldinger opisal metodo vstavitve katera po žilki za arterijsko kateterizacijo leta 1953. Leta 1955 je Shelden s sodelavci poročal o prvem poskusu perkutane traheotomije (18). Z napredovanjem tehnologije in povečanim zanimanjem za minimalno invazivnimi posegi je prišlo do različic v izvajanju traheotomij in s tem do zmanjševanja števila komplikacij.

Od leta 1985, ko je Ciaglia s sodelavci predstavil perkutano traheotomijo je ta postala izredno popularna v številnih centrih za intenzivno terapijo in travma centrih (19).

Leta 2000 je Byhahn s sodelavci predstavil modificirano verzijo Ciaglia iz leta 1985. V tej tehniki dilatacijo stome napravimo v enem samem koraku (angl. single dilatator blue Rhino; 20). S to tehniko se je zmanjšal čas posega, zmanjšale so se poškodbe zadnje stene traheje, krvavitve in zmanjšal se je vpliv na oksigenacijo, ki nastane ob uporabi številnih dilatatorjev. Indikacija za nujno traheotomijo je življensko ogrožajoče stanje, pri katerem je potreben urgentni dostop do dihalne poti, ki ga nismo uspeli zagotoviti z drugimi tehnikami.

Zaključek

O težki intubaciji govorimo kadar poskušamo pri slabi preglednosti grla intubirati bolnika. S tem so povezani številni poskusi številnih strokovnjakov, prisotne so grobe manipulacije in uporabljajo se številni pripomočki. Neuspeh pri zagotovitvi varne dihalne poti se lahko konča s hudimi posledicami za bolnika in tudi s smrtjo. Zato so v tistih težkih trenutkih poleg orotrahealne intubacije dobrodošle še druge tehnike zagotavljanja proste dihalne poti.

Literatura

1. Caplan RA, Benumof JL, Berry FA, et al. Practice guidelines for management of the difficult airway: a report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 1993;78:597-602

2. Crosby ET, Cooper MR, Douglas MJ, et al. The unanticipated difficult airway and recommendations for management. *Can J Anesth* 1998;45:757-776
3. Sagarin, MJ, Barton, ED, Chang, YM, Walls, RM, National Emergency Airway Registry Investigators. Airway management by US and Canadian emergency medicine residents: a multicenter analysis of more than 6000 endotracheal intubation attempts. *Ann Emerg Med* 2005; 46:328
4. Orebaugh, SL. Difficult airway management in the emergency department. *J Emerg Med* 2002; 22:31.
5. Cormack, RS, Lehane, J. Difficult tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia* 1984; 39:1105
6. Burkle, CM, Walsh, MT, Harrison, BA, et al. Airway management after failure to intubate by direct laryngoscopy: outcomes in a large teaching hospital. *Can J Anaesth* 2005; 52:634
7. Waters DJ. Guided blind endotracheal intubation. *Anaesthesia* 1963; 18: 159–62.
8. Powell WF, Ozdil T. A translaryngeal guide for tracheal intubation. *Anesthesia and Analgesia* 1967; 46: 231–4.
9. Llewellyn JC, Forrester M, Pottecher T, Otteni JC. Retrograde intubation using the subcricoid region (Correspondence). *British Journal of Anaesthesia* 1992; 69: 542–5.
10. Barriot P, Riou B. Retrograde technique for tracheal intubation in trauma patients. *Critical Care Medicine* 1988; 16: 712–3
11. Heller EM, Schneider K, Saven B. Percutaneous retrograde intubation. *The Laryngoscope* 1989; 99: 554–5
12. American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. Practice guidelines for management of the difficult airway. an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 2003; 98:1269–77.
13. Crosby ET, Cooper RM, Douglas J, Doyle J, et al. The unanticipated difficult airway with recommendations for management. *Canadian Journal of Anaesthesia* 1998; 45: 757–76.
14. Heidegger T, Gerig HJ, Henderson JJ. Strategies and algorithms for management of the difficult airway. *Best Practice & Research. Clinical Anaesthesiology* 2005; 19: 661–74.
15. Danzl DF, Thomas DM. Nasotracheal intubations in the emergency department. *Crit Care Med* 1980; 11: 677-82
16. Tintinnalli JE, Claffey J. Complications of nasotracheal intubation. *Ann Emerg Med* 1981; 10: 142-4
17. Bair AE, Panacek EA, Wisner DH et al. Cricothyrotomy: a 5-year experience at one institution. *J Emerg Med* 2003; 24:151
18. Shelden CH, Pudenz RH, Freshwater DB. A new method for tracheostomy. *J Neurosurg.* 1955;12:428-31.
19. Ciaglia P, Firsching R, Syniec C. Elective percutaneous dilatational tracheostomy. A new simple bedside procedure; preliminary report. *Chest.* Jun 1985;87(6):715-9
20. Byhahn C, Wilke HJ, Halbig S, et al. Percutaneous tracheostomy: ciaglia blue rhino versus the basic ciaglia technique of percutaneous dilatational tracheostomy. *Anesth Analg.* Oct 2000;91(4):882-6.

14.

Hitrosekvenčni uvod v anestezijo in vstavitev dihalne cevke

Darjan Kos

Hitrosekvenčni uvod v anestezijo (angl. rapid sequence induction) in hitrosekvenčna vstavitev dihalne cevke (angl. rapid sequence intubation) sta izraza, ki se pogosto uporabljata v literaturi, vendar v omenjeni obliki nista popolna. Hitrosekvenčni uvod v anestezijo se uporablja pretežno v literaturi povezani z anesteziologijo, hitrosekvenčna vstavitev dihalne cevke pa v literaturi povezani z urgentno medicino. Bolj natančen in opisno dosleden izraz je hitrosekvenčna indukcija in intubacija, saj zajame tako proces indukcije v anestezijo kot tudi trahealno intubacijo, ki je tehnika oskrbe dihalne poti.

Namen hitrosekvenčnega uvoda v anestezijo in vstavitve dihalne cevke je zmanjšati tveganje za aspiracijo pri bolnikih, kjer je to tveganje višje kot običajno. Najbolj kritično obdobje za aspiracijo želodčne vsebine v pljuča je časovni interval med izgubo zaščitnih refleksov dihalne poti in trahealno intubacijo. Postopek hitrosekvenčne indukcije in intubacije je zasnovan tako, da čim bolj skrajša ta časovni interval, kjer je tveganje za pasivno regurgitacijo in aspiracijo želodčne vsebine največje. Aspiracija želodčne vsebine lahko vodi do zapletov po treh mehanizmi. Delci vsebine lahko fizično zaprejo pot v dihalne poti, kar vodi do nastanka večjega ali manjšega obvoda (angl. shunta) in kasneje atelektaz za zaporo. Kisla vsebina sproži vnetni proces, ki lahko vodi celo do nastanka ARDS in dihalne odpovedi. Ob aspiraciji je možentudi vnos bakterij ter sledeča okužba (1). Natančnejša razlaga patofiziologije ni namen tega prispevka.

Koncept se je postopoma razvijal od začetkov uporabe sukciniholina leta 1951 in opisa pritiska na krikoidni hrustanec leta 1961 (2). Strukturirana tehnika hitrosekvenčnega uvoda in vstavitev dihalne cevke, ki je vključevala vse komponente, je bila prvič omenjena leta 1970 (3). Komponente tradicionalne tehnike, kot je bilo opisano v izvirnem delu in tudi sodobnejših učbenikih, so:

- izpraznjenje želodca z želodčno cevko, ki jo takoj nato odstranimo
- pozicioniranje bolnika v pol-sedečo V lego (dvignjena sta trup in noge)
- preoksigenacija s kisikom
- hitra aplikacija vnaprej določenega odmerka tiopentala, ki mu takoj sledi sukciniholin
- sočasen pritisk na krikoidni hrustanec
- izogibanje predihavanju s pozitivnim tlakom pred vstavitvijo dihalne cevke
- vstavitev dihalne cevke

Koncept hitrosekvenčnega uvoda v anestezijo in vstavitve dihalne cevke široko sprejet, vendar dandanašnji le redko v celoti sledimo klasičnemu postopku. Raziskave so pokazale, da obstaja

v klinični praksi precej različic (4). Razlike obstajajo tudi v dojemanju standardne tehnike. Vzrok za razlike v dojemanju in izvajanju hitrosekvenčnega uvoda v anestezijo in vstavitve dihalne cevke je verjetno vsaj delno v dejstvu, da še vedno ni širšega konsenza o najboljši izvedbi. Nasprotujočisi izsledki raziskav glede učinkovitosti oziroma varnosti posameznih komponent tradicionalnega postopka hitrosekvenčnega uvoda v anestezijo in vstavitve dihalne cevke so verjetno ključni razlog, da še vedno nimamo standardiziranega protokola za postopek. Za različne variante tradicionalnega postopka občasno uporabljamo izraz modificiran hitrosekvenčen uvod v anestezijo in vstavev dihalne cevke. Običajne modifikacije so:

- odsotnost uporabe želodčne cevke pred indukcijo
- različni položaji bolnika (na noge, na glavo, ravno)
- uporaba različnih hipnotikov (propofol, ketamin, etomidat, midazolam)
- titracija odmerka hipnotika do izgube zavesti
- uporaba visokega odmerka rokuronija
- opustitev pritiska na krikoidni hrustanec

Hitrosekvenčen uvod v anestezijo in vstavev dihalne cevke je indicirana pri bolnikih, ki potrebujejo oskrbo dihalne poti zaradi kateregakoli razloga in so hkrati podvrženi povečanemu tveganju za regurgitacijo in aspiracijo želodčne vsebine. Indikacija je tudi možnost aspiracije drugih snovi, na primer krvi pri obsežnejših krvavitvah v zgornjih dihalih.

Bolniki s povečanim tveganjem za regurgitacijo in aspiracijo želodčne vsebine so:

- bolniki, ki niso tešči ali nimamo podatka o teščnosti (poškodovanci, bolniki predvideni za urgentne operacije, bolniki z zmanjšano stopnjo zavesti)
- bolniki z gastro-ezofagenalno patologijo (hiatalna kila, gastro-ezofagealnarefluksna bolezen*, obstrukcija tankega črevesa in pilorusa želodca)
- stanja, ki vodijo do upočasnjene praznjenja želodca (anamneza bariatričneoperacije, bolniki s hudimi bolečinami in bolniki, ki so prejeli opioide, gastropareza ob sladkorni bolezni ali Parkinsonovi bolezni)
- bolniki s povečanim intraabdominalnim tlakom (ascites, ekstremna debelost)
- nosečnost (od 20 tedna dalje)

Pri bolnikih z gastro-ezofagealno refluksno boleznijo je odločitev za hitrosekvenčen uvod v anestezijo in vstavev dihalne cevke individualizirana, odvisna od razmerja med obsegom simptomov (aktivni refluks, endoskopski dokaz bolezni) in tveganjem za zaplete povezane s postopkom.

Postopek hitrosekvenčnega uvoda v anestezijo in vstavitve dihalne cevke je ne glede na modifikacije razdeljen v več faz, ki jih lahko za lažje pomnjenje poimenujemo »sedem p-jev« (angl. sevenp's):

- **Priprava** (angl. preparation)
- **Preoksigenacija** (angl. preoxygenation)
- **Premedikacija in Pozicioniranje** (angl. pretreatment & positioning)
- **Uvod v anestezijo** (angl. put to sleep)

- **Paraliza prečno progastih mišic** (angl. paralyse)
- **Vstavitev dihalne cevke** (angl. pass the tube)
- **Potrditev pravilne lege dihalne cevke** (angl. post-intubation management)

Priprava

Priprava zajema oceno dihalne poti, saj moramo v primeru predvidene težke oskrbe dihalne poti oceniti tveganje za aspiracijo v razmerju do tveganja težke oskrbe dihalne poti in po potrebi izbrati drugačno strategijo (na primer bronhoskopska vstavitev dihalne cevke budnemu bolniku). Zagotoviti moramo ustrezno in normalno delujočo opremo (obrazne maske različnih velikosti, laringoskop, žlice različnih velikosti, trahealne dihalne cevke različnih velikosti, ustno- ali nosno-žrelne cevke različnih velikosti, supraglotični pripomočki, vodila, aspirator z aspiracijsko cevko...). Pripravljeni moramo biti tudi na nepričakovano težko oskrbo dihalne poti, tako da potrebujemo v bližini tudi alternativne pripomočke za težko intubacijo (videolaringoskop, bronhoskop, set za urgentno kriko-tirotomijo...)

Preoksigenacija

Preoksigenacija ali denitrogenacija pomeni dodatek kisika, ko je bolnik še buden oziroma spontano diha. V tem primeru damo bolniku 100% kisik, saj na ta način zagotovimo, da se spremeni sestava plinov funkcionalne rezidualne kapacitete iz običajne sestave zraka v večinski delež kisika. Na ta način zagotovimo večjo zalogo kisika, ki ostane za izmenjavo med fazo apneje in podaljšamo čas do desaturacije. Pri postopku hitrosekvenčne indukcije in intubacije je to še posebej pomembno, saj bolnika med fazo apneje pred intubacijo velikokrat ne predihavamo na masko. Bolnika preoksigeniramo tri minute normalnega dihanja z dihalno kapaciteto ali pa bolnik naredi osem vdihov z vitalno kapaciteto v eni minuti. Preoksigenacijo, kot je bila opisana lahko v določenih primerih tudi nadgradimo, še posebej pri bolnikih z višjim tveganjem za hiter padec nasičenosti hemoglobina s kisikom (SpO_2). Dokazano je, da lahko z uporabo metode CPAP (angl. continous positive airway pressure - CPAP) povečamo učinkovitost in skrajšamo čas preoksigenacije pri ekstremno debelih bolnikih (5). Izogibati se moramo previsokim tlakom, da ne pride do napihovanja želodca. Aktualen je tudi princip pasivne ali apnoične oksigenacije, ki značilno podaljša čas do desaturacije pri vseh skupinah bolnikov z izjemo bolnikov s primarno dihalno odpovedjo (6 - 8). Temelji na metodi dovajanja visokih pretokov kisika po nosnem katetru v fazi apneje. Razlage mehanizma po katerem je metoda učinkovita še niso neizpodbitno dokazane. Ena možnost je, da visoki pretoki ustvarjajo turbulenten tok zraka oziroma kisika v zgornjih dihalnih poteh in s tem vrtince, ki se prevajajo v spodnje dihalne poti ter tako dosežejo alveole, čeprav bolnik ne diha niti ga ne predihavamo (9). Druga razlaga oksigenacije v apneji pa temelji na razliki v volumnu kisika, ki prehaja iz alveolov v kri, in ogljikovega dioksida iz krvi v alveole, kjer izrazito več kisika prehaja iz alveolov kot ogljikovega dioksida v alveole. Posledica je subatmosferski tlak v alveolah, ki predstavlja osnovo za gradient tlaka po katerem prihaja do toka kisika iz zgornjih dihal v alveole med apnejo (10). Na voljo je tudi metoda THRIVE (angl. transnasal humidified rapid insufflation ventilatory exchange - THRIVE), ki se lahko uporablja tako za preoksigenacijo kot za pasivno oksigenacijo, saj zagotavlja visok pretok vlaženega kisika preko nosnega katetra.

Premedikacija in Pozicioniranje

Premedikacija vključuje dajanje različnih zdravil pred uvodom v anestezijo. Hemodinamsko stabilnim bolnikom lahko damo benzodiazepine za pomiritev in/ali sedacijo in opioide za lajšanje bolečin v kombinaciji z benzodiazepini za sedacijo. Opioidi so še posebej uporabni za zmanjšanje hemodinamskega odziva na manipulacijo dihalne poti. Obe skupini zdravil, še posebej če jih dajemo skupaj, je potrebno pazljivo titrirati, da ne pride do depresije dihanja in izgube zaščitnih refleksov dihalnih poti. Alternativa opioidom za zaviranje hemodinamskega odziva na laringoskopijo in intubacijo je lidokain intravensko, vendar trdnih dokazov o učinkovitosti ni. Občasno lahko za premedikacijo damo tudi atropin, saj lahko večji odmerki sukcinilhoilna ali manipulacije dihalne poti sprožijo vagalno reakcijo. Ta je pogostejša pri otrocih, še posebej pri mlajših od enega leta, pri odraslih je zelo redka. Občasno pri bolnikih z višjim tveganjem za aspiracijo apliciramo antacide in/ali prokinetike. Namen antacidov je zvišanje pH-ja želodčne vsebine kar ob morebitni aspiraciji prispeva k zmanjšanju poškodbe pljuč. Običajno uporabljamo natrijev citrat, ki ga bolnik zaužije neposredno pred indukcijo, in ranitidin (antagonist histaminskih-2 receptorjev), ki ga je za doseganje želenega učinka potrebno dati intravensko vsaj 40 minut pred indukcijo. Kot prokinetik se uporablja metoklopramid intravensko, saj naj bi povečal tonus spodnje zapiralke požiralnika, pospešil peristaltiko in praznjenje želodca. Trdnih dokazov, da je dajanje metoklopramida povezano z boljšim izhodom zdravljenja v primeru hitrosekvenčne indukcije in intubacije, ni.

Bolnike namestimo v primerno lego. Ležijo na hrbtu, saj imamo na ta način najenostavnejši pristop do dihalne poti. Glede nagiba bolnika obstajajo različni pristopi in vsak ima svojo razlago. V izvirnem postopku je bila predvidena lega bolnika v obliki črke V. Noge naj bi bile dvignjene zaradi preprečevanja padca krvnega tlaka po indukciji. Zgornji del telesa pa naj bi bil dvignjen, tako da je grlo višje kot spodnja požiralnikova zapiralka, da bi se tako preprečila pasivna regurgitacija. V primeru aktivnega bruhanja ta položaj ne ščiti dihalni poti, saj gredo izločki iz želodca pod višjim tlakom in tako kljub višini dosežejo grlo ter nato z gravitacijo zaidejo v spodnja dihala. Nekateri posledično zagovarjajo Trendelenburgov položaj, saj naj bi v primeru regurgitacije in bruhanja izločki manj verjetno zašli v spodnja dihala, ki v tem primeru ležijo višje od vhoda v grlo. Sinteza bi bila, da je bolnik ob indukciji nagnjen na noge, da se tako zmanjša možnost regurgitacije. V primeru masivne regurgitacije ali bruhanja pa se bolnika hitro nagne na glavo in če je mogoče glavo obrne vstran ter čimprej z aspiratorjem odstrani izločke.

Uvod v anestezijo

V izvirni metodi je bil za uspavanje uporabljen vnaprej določen odmerek tiopental. Tiopental so dandanes v veliki meri nadomestili drugi hipnotiki, predvsem propofol. Poleg omenjenih so alternativne možnosti ketamin, etomidat in midazolam. Tiopental ima od vseh hipnotikov najhitrejši učinek, kar ni zanemarljivo. Ima pa vrsto neželenih učinkov kot je sproščanje histamina ter ob sočasnem širjenju krvnih žil padec krvnega tlaka. Midazolam se redko uporablja samostojno, ker je potrebno dalj časa za učinek. Propofol od vseh hipnotikov najbolj dodatno pripomore k dobrim pogojem za intubacijo, saj najbolj zavira žrelne reflekse in reflekse grla ter je hkrati antiemetik, tako da se ga največ uporablja. Neželen učinek je izrazit padec krvnega tlaka in neposredno zmanjšanje krčljivosti srca. Zaradi tega je njegova uporaba vprašljiva pri cirkulatorno nestabilnih bolnikih kot so bolniki v različnih vrstah šokovnih stanj.

Boljšo cirkulatorno stabilnost omogočata ketamin in etomidat. Ketamin neposredno zmanjša krčljivost srčne mišice, vendar ima centralni stimulativni učinek na simpatično živčevje, tako da je celokupni učinek porast krvnega tlaka in srčne frekvence. Ta učinek je manj izražen pri šokiranih bolnikih, kjer so rezerve kateholaminov izčrpane. Nekoč je bil ketamin kontraindiciran pri bolnikih s povišanim znotraj lobanjskim tlakom, vendar je zaradi potrebe po ohranjanju možganske perfuzije v tem primeru ta kontraindikacija vprašljiva. Pri šokiranih bolnikih je zaradi manjšega vpliva na krvni tlak pogosto hipnotik izbora etomidat, vendar njegovo uporabo pod vprašaj postavlja prehodna zavora sinteze glukokortikoidov v nadledvični žlezi že po enem odmerku. Dokazali so, da en sam odmerek etomidata pri kritično bolnih značilno zviša stopnjo insuficiencie nadledvičnice, vendar to naj ne bi vplivalo na obolevnost in umrljivost (11). Zanesljivih dokazov v primeru bolnikov s septičnim šokom ni. Vrsto hipnotika je v prvi vrsti potrebno prilagajati bolnikovemu stanju, nianse v izboljšanju pogojev za intubacijo so drugotnega pomena. Pomembna modifikacija je, v primerjavi s tradicionalno metodo, poleg izbora hipnotika tudi odmerek. Vnaprej določen odmerek prinaša tveganje za poddoziranje in s tem zavedanje bolnika ali pa predoziranje in izrazitejše neželene učinke. Titriranje odmerka do izgube zavesti zmanjša omenjena tveganja, vendar se čas postopka podaljša, kar po drugi strani ni v skladu s hitrosekvenčnim postopkom. Ponovno se priporoča individualna ocena razmerja vseh tveganj za posameznega bolnika.

Paraliza prečno progastih mišic

Uporaba živčno-mišičnega relaksanta je priporočljiva ni pa nujna. V primeru kontraindikacij ali pričakovane težke dihalne poti lahko uporabimo visoke odmerke ultra-kratkodelujočega opioida remifentanila, ki zaradi zavore žrelnih in refleksov grla omogoča zadovoljive pogoje za intubacijo in hkrati v primeru neuspešne oskrbe dihalne poti hiter prehod do spontanega dihanja in povrnitve zaščitnih refleksov dihalne poti. Od živčno-mišičnih relaksantov se najpogosteje omenjata sukcinilholin in rokuronij. Ostali nedepolarizirajoči relaksanti potrebujejo značilno daljši čas do zadovoljivih pogojev za intubacijo, tako da jih tukaj ne bomo posebej omenjali. V tradicionalnem postopku se uporablja sukcinilholin, ki je sicer edini od depolarizirajočih relaksantov v klinični uporabi in je najhitreje delujoč in z najkrajšim časom učinka (7-10 minut) v primerjavi z ostalimi relaksanti. Povezan je z vrsto neželenih učinkov kot so bolečine v mišicah, hiperkaliemija in redko maligna hipertermija. Kontraindiciran je v primerih deregulacije nikotinskih receptorjev kot na primer pri opeklinah, politravmi in po poškodbi hrbtenjače, saj lahko povzroči visok porast kalija in srčni zastoj. Previdnost je potrebna v primeru ledvične okvare. Pri majhnem deležu bolnikov (<1%) z gentsko predispozicijo ima sukcinilholin zaradi močno upočasnjene razgradnje podaljšan učinek. V primerjalnih študijah z rokuronijem (12) ni bilo značilnih razlik med relaksantoma glede uspešnosti intubacije, če je bil uporabljen visok odmerek rokuronija (>1,2 mg/kg). Sukcinilholin je bil povezan z nekoliko večjim deležem odličnih pogojev za vstavev dihalne cevke, v primerjavi odličnih in zadovoljivih pogojev za vstavev dihalne cevke med obema relaksantoma. Pred uvedbo rokuronija, ki v visokih odmerkih omogoča hiter učinek, so bili v primeru, da je bil sukcinilholin kontraindiciran, primorani uporabljati starejše nedepolarizirajoče relaksante, ki imajo počasnejši učinek in so tako, zaradi podaljšanja časa do vstavitve dihalne cevke, povezani z večjim tveganjem za aspiracijo. V želji po hitrejšem učinku

je bilo preizkušenih nekaj tehnik, in sicer »priming« in »timing« tehnike. Pri »priming« tehniki naj bi dali desetino običajnega odmerka 3 – 5 minut pred intubacijskim odmerkom, kar naj bi znižalo odmerek potreben za intubacijo in skrajšalo čas do intubacije. Rezultati študij so bili nasprotujoči, poleg tega je prvi odmerek lahko povzročil precejšnje neugodje pri velikem deležu bolnikov in je lahko vodil tudi do zastoja dihanja ali aspiracije. Pri »timing« tehniki se je poskušalo skrajšati čas do intubacije z dajanjem relaksanta pred hipnotikom. Občasno se je celo počakalo, da so se pojavili klinični učinki relaksanta (ptoza ali oslabeledost rok). Tehnika ima enake neželene učinke in tveganja kot »priming« tehnika, posledično se je po uvedbi rokrona v klinično prakso uporaba obeh tehnik zelo zmanjšala ali ponekod celo prenehala. Z namenom zmanjšati pojav fascikulacij in bolečin v mišicah po odmerku sukciniholina se je občasno dajalo majhen odmerek, približno desetino normalnega odmerka, nedepolarizirajočega relaksanta 3 minute pred sukciniholinom, čemur rečemo defascikulacija. V veliko primerih, kjer je potreba po hitrosekvenčni indukciji in intubaciji, nimamo časa za tovrstne ukrepe. Defascikulacijski odmerek relaksanta je povezan z možnostjo enakih neželenih učinkov in zapletov kot »priming« in »timing« tehniki. Kljub temu je priporočen, če se uporablja sukciniholin pri bolnikih s povišanim znotrajlobanjskim ali znotrajočesnim tlakom, saj je so fascikulacije povezane z dvigom omenjenih tlakov (13). V slučaju uporabe defascikulacijskega odmerka nedepolarizirajočega relaksanta je potrebno zaradi antagonizma odmerek sukciniholina zvišati za 0,5 - 1 mg/kg. Trenutno sta v primeru hitrosekvenčnega uvoda v anestezijo in vstavitve dihalne cevke priporočljiva sukciniholin in rokuronij v visokem odmerku, izbira je prilagojena posameznemu bolniku glede na možne kontraindikacije. Rokuronij se priporoča v primeru kontraindikacij za sukciniholin in v primeru verjetne daljše oskrbe dihalne poti, saj ima daljši učinek (12). Vedno je potrebno biti pozoren na možnost alergij, saj naj bi bil rokuronij od vseh relaksantov najbolj alergen. V slučaju, da ni možna vstavitev dihalne cevke in predihavanje na masko ter želimo čimprejšnje spontano dihanje bolnika, je bil kratek čas delovanja sukciniholina v primerjavi z rokuronijem do nedavnega prednost. Od začetka rutinske uporabe sugamadexa je mogoče tudi relativno hitro izničenje učinka rokuronija, vendar so dokazi uporabe v omenjenem scenariju pomanjkljivi.

Sočasno z uvodom v anestezijo, še pred dajanjem hipnotika, je bil v tradicionalnem pristopu priporočen pritisk na krikoidni hrustanec, poimenovan po avtorju Sellickov maneuver. Namen manevra je, da se s pritiskom na krikoidni hrustanec stisne požiralnik ob vratno hrbtenico ter fizično prepreči aspiracijo do vstavitve tubusa (2). Glede manevra obstaja veliko protislovij, saj so rezultati študij nasprotujoči. Osnovna predpostavka o učinkovitosti manevra je predvsem teoretična, saj je študij, ki bi potrdile učinkovitost manevra malo. Trdni dokazi obstajajo, da je maneuver povezan s težjo laringoskopijo, težjo vstavitvijo supraglotičnih pripomočkov in težjo ventilacijo na masko ter podaljšanim časom do intubacije (14). Težavo predstavlja tudi izvedba manevra, saj je potencialno učinkovit le v primeru pravilne izvedbe, ki pa je v veliki meri vprašljiva. Pritisk naj bi imel točno določeno silo in smer, kar je težko izvesti. V nekaterih študijah so dokazali, da pravzaprav ni razlik v pojavnosti aspiracij z uporabo manevra ali brez (15). Anatomske študije so dokazale, da je bil pri polovici bolnikov požiralnik lociran lateralno od mediane linije in da je pritisk na krikoidni hrustanec potisnil požiralnik še bolj v stran (16). Po drugi strani pa je podobna študija pokazala, da s pritiskom na krikoidni hrustanec ne

pritiskamo požiralnika, ampak spodnji del žrela, tako da je položaj požiralnika nerelevanten (17). Zelo malo študij je potrdilo možen željen učinek manevra (18). Enotnih napotkov za uporabo Sellickovega manevra ni, saj ga v določenih smernicah sploh ne priporočajo več. Spet drugje ga priporočajo, vendar mora biti v primeru začetnih težav pri laringoskopiji ali ob bruhanju takoj popuščen.

Vstavitev dihalne cevke

Vstavljanje nosno-želodčne cevke pred uvodom v anestezijo prav tako nima enotne podpore. Po mnenju nekaterih vstavljena nosno-želodčna cevka moti delovanje spodnje in zgornje zapiralke požiralnika in tako olajša regurgitacijo. Drenaža po nosno-želodčni cevki ne zagotavlja praznega želodca niti ne omogoča odstranitve večjih delcev vsebine. Lahko pa omogoči vsaj delno odstranitev vsebine želodca in v primeru da je ne odstranimo pred indukcijo omogoča zračenje želodca ter tako prepreči napihovanje v primeru potrebe po ventilaciji na masko. Uporaba je ob odsotnosti enotnih smernic prepuščena presoji zdravnika klinika.

Predihavanje na masko je bilo v tradicionalni metodi odsvetovano, saj naj bi s tem povečali možnost za napihovanje želodca ter posledično regurgitacijo. Ni dokazov, da predihavanje na masko ob uporabi nizkih inspiratornih pritiskov ($< 20 \text{ cm H}_2\text{O}$) povzroča napihovanje želodca in zviša tveganje za aspiracijo. Pri zdravih bolnikih, kjer ni tveganja za hitro desaturacijo, in oskrba dihalne poti ni težka, predihavanje na masko večinoma ni potrebo niti ni v osnovi upravičeno. Nežno predihavanje na masko pride v poštev pri bolnikih, kjer se zaradi težke oskrbe dihalne poti podaljša čas do vstavitve dihalne cevke ali pa pri bolnikih, kjer obstaja tveganje za hitro desaturacijo zaradi višjega metabolizma ali zmanjšane funkcionalne rezidualne kapacitete (nosečnice/porodnice, otroci, septični in febrilni bolniki, povišan znotraj-trebušni tlak). V starejših študijah so dokazali, da lahko v primeru potrebe po višjih inspiratornih pritiskih s pritiskom na krikoidni hrustanec učinkovito zmanjšamo napihovanje želodca (19, 20).

Možni zapleti hitrosekvenčnega uvoda v anestezijo in vstavitve dihalne cevke so težka ali neuspela oskrba dihalne poti, hipoksemija, padec krvnega tlaka, zavedanje bolnika, regurgitacija in aspiracija. Metoda hitrosekvenčnega uvoda v anestezijo in vstavitve dihalne cevke je zasnovana z namenom zmanjšati verjetnost regurgitacije in aspiracije, vendar tveganje kljub optimalnim ukrepom ostaja. V primeru regurgitacije bolnika nagnemo na glavo in usmerimo glavo vstran ter čimprej odstranimo izločke z aspiracijsko cevko. V primeru bruhanja je ukrepanje enako. Če uporabljamo Sellickov manever, ga ob bruhanju takoj popustimo, da zmanjšamo možnost raztrganin požiralnika. Obravnava v primeru aspiracije presega namen prispevka. V primeru padca saturacije lahko pričnemo bolnika predihavati na masko ob uporabi čim nižjih inspiratornih tlakov. V primeru težke dihalne poti je najbolje poklicati pomoč in slediti smernicam DAS (angl. Difficult Airway Society). Ne priporoča se več kot treh poskusov intubacije (z različnimi pripomočki). V primeru neuspele vtavitve dihalne cevke in nenujne operacije, se ne priporoča vstavitev supraglotičnega pripomočka, ampak čimprejšnje zbujanje bolnika. V primeru padca saturacije bolnika predihavamo z masko in nadaljujemo z zbujanjem. V slučaju, da predihavanje z obrazno masko ni zadostno, poizkusimo z vstavitvijo supraglotičnega pripomočka in zbujaemo bolnika. Ob odpovedi vseh omenjenih ukrepov se v sili zatečemo h kirurški oskrbi dihalne poti. V kolikor je predihavanje s supraglotičnim

pripomočkom mogoče in je operacija nujna, nadaljujemo ob zavedanju večjega tveganja za aspiracijo.

Vse bolnike, kjer je bila izvedena hitrosekvenčna indukcija in intubacija, enako previdno obravnavamo tudi pri ekstubaciji, saj je tudi v tej fazi tveganje za regurgitacijo in aspiracijo veliko. Bolnike zbujamo na boku ali na hrbtu v polsedečem položaju. Nobena od obeh možnosti glede položaja ni dokazano varnejša (21). Bolnikom odstranimo dihalno cevko, ko so pri zavesti in sodelujoči ter imajo vzpostavljene zaščitne reflekse dihalne poti.

Protokol metode hitrosekvenčnega uvoda v anestezijo in vstavitve dihalne cevke je ob odsotnosti enotnih smernic prepuščen presoji posameznih zdravnikov oziroma standardom posameznih ustanov. Univerzalnih smernic vse do razjasnitve učinkovitosti in varnosti vseh posameznih komponent metode niti ni pričakovati.

Literatura

1. Marik PE. Pulmonary aspirationsyndromes.CurrOpinPulm Med 2011;17(3):148-54
2. Sellick BA. Cricoid pressure to control regurgitation of stomach contents during induction of anaesthesia. Lancet 1961;2:404-6
3. Stept WJ, Safar P. Rapidinduction/intubation for prevention of gastric-content aspiration. AnesthAnalg 1970;49:633-6
4. KoerberJp et al. Variation in rapid sequence induction techniques:current practice in Wales. Anaesthesia 2009;64:54-9
5. Delay JM et al. The effectiveness of noninvasive positive pressure ventilation to enhance preoxygenation in morbidly obese patients: a randomized controlled study. AnesthAnalg 2008;107:1707.
6. Mir F et al. A randomised controlled trial comparing trans nasal humidified rapid insufflation ventilatory exchange (THRIVE) preoxygenation with face mask preoxygenation in patients undergoing rapid sequence induction of anaesthesia. Anaesthesia 2017;72:439.
7. Patel A, Nouraei SA. Trans nasal Humidified Rapid-InsufflationVentilatory Exchange (THRIVE): a physiological method in increasing apnoea time in patients with difficult airways. Anaesthesia 2015;70(3):323-9
8. Gleason JM, Christian BR, Barton ED. Nasal Cannula Apneic Oxygenation Prevents Destauraion During Endotracheal Intubation: An Integrative Literature Review. West J Emerg Med 2018;19(2):403-11.
9. FarkasJ. High-flow nasal cannula for apneic oxyventilation. (Accessed on July 24,2015). Dosegljivo na: <http://emcrit.org/pulmcrit/high-flow-nasal-cannula-for-apneic-oxyventilation/>
10. Gill S, Edmondson C. Re: preoxygenation, reoxygentaionanddelayedsequenceintubation in theEmergencyDepartment. J Emerg Med 2013;44(5): 992-3.

11. Jabre P et al. Etomidate versus ketamine for rapid sequence intubation in acutely ill patients: a multicentre randomised controlled trial. *The Lancet* 2009;374 (9686): 293-300.
12. Perry JJ et al. Rocuronium versus succinylcholine for rapid sequence induction intubation. *Cochrane Data base of Systematic Reviews* 2015;10:Art.No.:CD002788.
13. Smith CE. Rapid-sequence intubation in adults: indications and concerns. *ClinPulm Med* 2001;8:147-56.
14. Haslam N, Parke L, Duggan JE. Effect of cricoid pressure on the view at laryngoscopy. *Anaesthesia* 2005;60:41.
15. Birenbaum A, Hajage D, Roche S. Effect of Cricoid Pressure Compared With a Sham Procedure in the Rapid Sequence Induction of Anesthesia. *JAMA Surg* 2019;154(1):9-17
16. Smith KJ et al. Cricoid pressure displaces the esophagus: an observational study using magnetic resonance imaging. *Anesthesiology* 2003;99:60.
17. Rice MJ et al. Cricoid pressure results in compression of the post cricoid hypopharynx: the esophageal position is irrelevant. *AnesthAnalg* 2009;109:1546.
18. Neelkanta G. Cricoid pressure is effective in preventing esophageal regurgitation. *Anesthesiology* 2003;99:242
19. Lawes EG, Campbell I, Mercer D. Inflation pressure, gastric insufflation and rapid sequence induction. *Br J Anaesth* 1987;59:315
20. Moynihan RJ, Brock-Utne JG, Archer JH. The effect of cricoid pressure on preventing gastric insufflation in infants and children. *Anesthesiology* 1993;78:652
21. Wallace C, McGuire B. Rapid sequence induction: its place in modern anaesthesia. *Cont Edu Anaest Crit Care Pain* 2014;14(3):130-5.

Dihalne cevke

Prvi zabeležen primer uporabe dihalne cevke za predihavanje pljuč sega v leto 1542, ko je Andreas Vesalius vstavil bambusovo cevko v trahejo prašiča s pnevmotoraksom in ugotovil, da se pljuča s predihavanjem razširijo in da je srce mogoče ponovno pognati (1). Dihalna cevka (angl. tracheal tube) je medicinski pripomoček, ki predstavlja umetno dihalno pot in ga največkrat vstavimo skozi žrelo v sapnik. Omogoča predihavanje s pozitivnim tlakom in ščiti pljuča pred aspiracijo želodčne vsebine in drugimi tekočinami, ki lahko vsebujejo patogene bakterije. Cevka predstavlja mehanično breme za bolnika, ki spontano diha, ali ga predihavamo. Poveča se upornost, kar vpliva na povečanje dela dihanja/predihavanja v večji meri, kot pa sam dihalni sistem (2). Posebej ima povečanje upornosti (dolžina dihalne cevke in notranji premer) vpliv pri pediatričnih bolnikih (3). Notranji premer cevke je parameter, ki najbolj vpliva na povečanje dela. Nekoliko se upornost sicer zmanjša, če cevko odrežemo, vendar to zmanjšanje ni izrazito. Cevka skupaj s spojkami zmanjša mrtvi prostor, saj je njen premer manjši od fizioloških dihalnih poti. Pri pediatričnih bolnikih, pa se mrtvi prostor lahko poveča zaradi dolgih cevk (4). Cevke so okroglih oblik, saj so ovalne oblike bolj podvržene stisnjenju. Ko proti sebi obrnemo odprtino na distalnem delu dihalne cevke vidimo različne oznake na cevki (ID – notranji premer, OD – zunanji premer, razdalja do distalnega dela v *cm*, starejše oznake biokompatibilnosti: IT (Implant Testing) Z79 in F29, nazalna ali oralno/nazalna uporaba). Še vedno tržišče ponuja dihalne cevke za večkratno uporabo iz gume. Cevko lahko čistimo in steriliziramo. Ni transparentna in čez čas postane rigidna, lepljiva in hitro se lahko prepogne/stisne, vsebuje lateks in se ne zmehča na telesni temperaturi.

Cenovno so najbolj ugodne različice dihalnih cevk iz polivinil klorida (PVC). So manj občutljive za prepogčenje v primerjavi z gumijastimi cevkami. Material je transparenten in vidimo v notranjost cevke (vlaga, tujki). Če je PVC cevka ohlajena je bolj čvrsta med intubacijo, ča pa je segreta, pa je lažje uvajanje na intubacijski bronhoskop (5). Dražje cevke so iz silikona, omogočajo pa sterilizacijo in ponovno uporabo.

Na bolnikovem koncu (distalni del) je dihalna cevka poševno odrezana v levo stran (odprtina od 30° do 45° glede na vzdolžno os). Ko med vstavljanjem dihalno cevko držimo v desni roki, se nam zaradi tega poševnega reza, poveča vidno polje proti glasilkam. Zaradi prilagajanja anatomskim strukturam je ukrivljenost standardnih dihalnih cevk med 12° in 16°. *Murphy* tip dihalne cevke pomeni cevko z odprtino (mora biti vsaj 80% površine notranje svetline dihalne cevke - ID), *Magillov* tip dihalne cevke, pa je brez odprtine. *Cole* tip dihalne cevke ima zoženje na distalnem delu (slika 1). RAE (Ring, Adair in Elwin) dihalne cevke spadajo v preoblikovane dihalne cevke in se prilagajajo anatomiji nosu ali ust, za lažje izvajanje kirurških posegov v

ustih ali žrelu. Pregib RAE dihalnih cevk je na takem mestu, da dihalni sistem priključimo na čelu ali bradi. Tem cevkam pravimo tudi *polarne*, zaradi smeri proti polom (sever, jug) (slika 1).



Slika 1: Posebne dihalne cevke (od leve proti desni: angl. RAE South Facing, RAE North Facing, Cole tube in Mallinckrodt EVAC).

Dihalne cevke imajo gladko površino zaradi zmanjšanja upora zraka in lažjega uvajanja bronhoskopa ali katetra za aspiracijo. Nekateri modeli imajo odprtino za drenažo sekreta (angl. Subglottic secretion drainage: SSD) nad tesnilnim mešičkom (Mallinckrodt, EVAC) (slika 1). Tekočine, ki se nabirajo nad tesnilnim mešičkom lahko preko mikrocirkulacije zatekajo v pljuča. Mikrocirkulacije nastanejo zaradi gub vzdolž mešička, kjer se vzpostavijo drobni kanalčki. Polnilni balon ima standardni Luer priključek. Na proksimalnem delu dihalne cevke je standardna moška 15 mm spojka (15M), ki ustreza priključku dihalnih sistemov, dihalnega samonapihljivega balona ali Y kraka anestezijskih dihalnih sistemov.

Tesnilni mešički dihalnih cevk

Večina sodobnih PVC dihalnih cevk ima nizko-tlačne tesnilne mešičke z visoko prostornino (angl. LPHV – Low Pressure High Volume). Zadnja leta se uporabljajo tesnilni mešički iz poliuretana (PU). Študije kažejo, da je pri njih manj ventilatorske pljučnice (VAP) v primerjavi s PVC mešički (6). Uporaba dihalne cevke s tesnilnim mešičkom iz poliuretana in subglotično drenažo pomaga preprečiti VAP (7). Na tržišču so posebne oblike tesnilnih mešičkov, ki niso ne okrogle, ne cilindrične oblike, ampak v obliki stožca oziroma konusa (slika 2). Ta oblika tvori gube karakteristične za cilindrično obliko, samo v zgornjem delu mešička (na tem delu je mešiček širši). Ko se mešiček oža, gube izginejo in ni prisotnih mikrokanalčkov, skozi katere lahko zateka tekočina v pljuča. Mešiček med ožanjem pride do točke, kjer se njegov premer ujema s premerom sapnika in v tej točki ni naguban. Ta oblika mešička ima manjše zatekanje tekočin v primerjavi s cilindrično obliko (8).



Slika 2: Od leve proti desni: Posebna stožčasta oblika tesnilnega mešička (angl. tapered cuff), Mallinckrodt dihalna cevka s subglotično drenažo in aparat za uravnavanje tlaka Mallinckrodt Cuff Pressure Management.

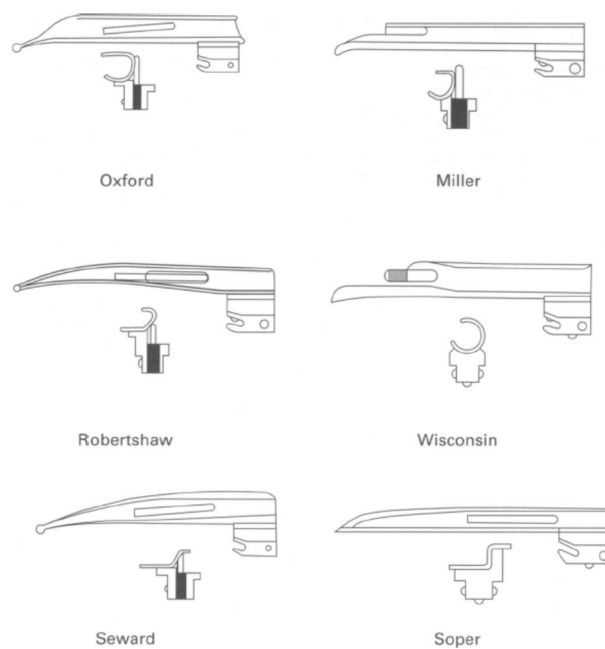
Material mešičkov ne sme biti toksičen, mora pa biti biokompatibilen. Vzdrževalni tlak v tesnilnih mešičkih je med 20 in 30 cmH_2O . Posebni aparati (na primer Mallinckrodt Cuff Pressure Management, slika 2) lahko nepretrgano uravnavajo tlak v tesnilnem mešičku, kar prav tako zmanjša možnost ventilatorske pljučnice (9).

Laringoskopi in žlice

Žlice laringoskopov so načrtovane tako, da jih je mogoče uporabiti na ustreznih držalih različnih proizvajalcev. Uporabljata se dva mednarodna standarda: ISO 7376/3 (green system) in ISO 7376/1 (red system). Glede na standard, so žlice in držala ustrezno obarvane. Največ se uporablja zeleni standard, kjer opazimo zeleno barvo, tako na žlici kot na držalu. Zaskočni mehanizem med držalom in žlico sestavljata navadno dve stranski kroglici. Konvencionalni starejši laringoskopi imajo vir svetlobe v obliki sijalke postavljene na približno 1/3 razdalje od vrha žlice, izvor energije pa je v držalu. Laringoskopi s svetlobnimi vlakni imajo sijalko in izvor energije v držalu, svetloba pa se brez oddajanja toplote prenaša po optičnem vlaknu. Standardni *Miller* in *Macintosh* žlici sta prikazani na sliki 3.



Slika 3: Žlice laringoskopa (od leve proti desni: *Miller*, *Macintosh*, *McCoy* in *Polio*)

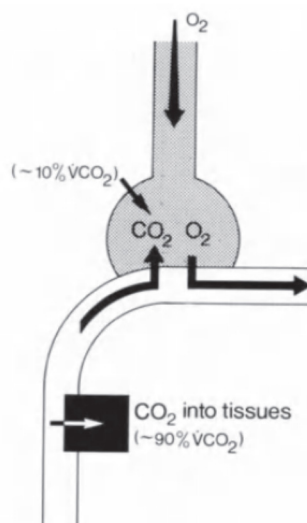


Slika 4: Prečni prerezi posameznih tipov žlic (10).

Polio žlice (slika 3) se uporabljajo pri bolnikih z neugodnimi anatomskimi strukturami, kot na primer pri bolnikih s prekomerno telesno maso, hipertrofijo prsi, omejeno gibanje vratnih vretenc, ali neugodni prostorski pogoji (zgodovinska železna pljuča). Žlica je po obliki enaka *Macintosh* žlici, ne oklepa pa z držalom kot 90° , kot je to pri standardnih laringoskopih, ampak je topi kot, okrog 120° . Običajno se uporablja s krajšim držalom. Laringoskop se je od leta 1954 uporabljal med izbruhi otroške paralize pri uporabi železnih pljuč. *McCoy* žlica je zasnovana na podlagi klasične *Macintosh* žlice in ima pomični vrh nameščen na tečaju, ki ga pomikamo z vzvodom na držalu (slika 3). Žlica se uporablja enako kot *Macintosh* in v primeru otežene vidljivosti, lahko pomikamo vrh žlice in tako dvignemo valekule ter epiglotis. Žlica nima široke uporabe. *Soper* žlica (slika 4) se uporablja za vstavljanje dihalne cevke pri nedonošenčkih in dojenčkih. V prečnem prerezu je žlica v obliki črke »Z«, podoben profil pa ima tudi *Seward* žlica. Zabeleženi so skoraj dvakrat daljši časi vstavljanja dihalne cevke s *Seward* in s *Soper* žlico, glede na ostale žlice prikazane na sliki 4 (*Miller*, *Oxford*, *Robertshaw* in *Wisconsin*) (10). Obod (zunanja stran) *Wisconsin*ove žlice je krožne oblike in zajema $2/3$ krožnice v prečnem preseku. Primarno se uporabljajo za vstavljanje dihalne cevke pri dojenčkih. *Robertshaw* žlica je bila načrtovana za dojenčke in otroke, a je našla uporabo tudi pri odraslih bolnikih. Žlica je rahlo ukrivljena na distalni tretjini in se posredno dvigne epiglotis podobno kot pri *Macintosh* žlici. Uporabna je pri nazotrahelani vstavitvi cevke, saj omogoča boljše vidno polje grla ob uporabi Magillovih prijemalk. *Oxford* žlica je načrtovana za vstavljanje dihalne cevke pri dojenčkih. V prečnem prerezu je v obliki črke »U«.

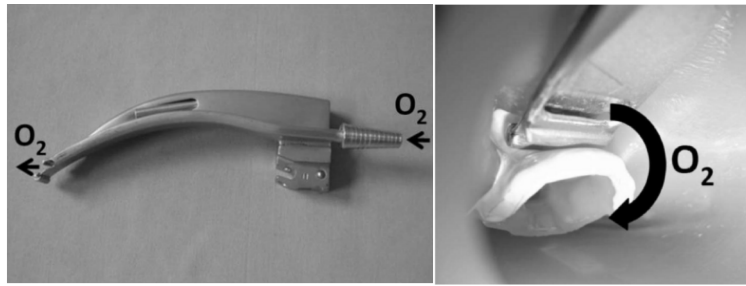
Sistemi oksigenacije med apnejo

Oksigenacija med apnejo (angl. Apneic Oxygenation) je prvič zabeležena leta 1947, ko sta Draper in Whitehead, 45 minut oksigenirala poskusne živali (11). Termin, ki sta ga avtorja navedla »Diffusion respiration«, se je izkazal kot neustrezen, saj je prenos plinov iz zgornjih dihal do pljuč potekal preko konvekcije in ne preko difuzije. Respiracije prav tako ni bilo, ker s tehniko ni bilo mogoče odstraniti CO_2 (12). Pri tej tehniki so poskusne živali v začetku poskusa oksigenirali z 100% kisikom (denitrogenacija), nato pa med apnejo dovajali kisik v zgornja dihalna. Mehanizem prenosa je predstavljen na sliki 5. Med apnejo ostaja v tkivih približno 90% CO_2 , ki nastane med presnovo in samo 10% doseže pljuča (13). Alveole neprekinjeno sprejemajo kisik brez premikanja trebušne prepone oziroma ventilacije. Iz alveol v kri difundira vsako minuto približno 250 ml kisika. Difuzija CO_2 v obratni smeri pa je samo 8 do 20 ml/min. V povprečju je povečanje PaCO_2 v prvi minuti apneje okrog 8-16 mmHg CO_2 , pozneje pa okrog 3 mmHg/min (14). Difuzija O_2 skozi alveole kljub apneji poteka v normalnih fizioloških mejah in alveolarni tlak pade pod atmosferski. Zaradi razlike tlakov med zgornjimi dihalni in alveolami dobimo konvektivni pretok kisika v pljuča. Razlika med gibanjem CO_2 in O_2 preko alveolarne membrane nastane zaradi razlike v topnosti plina v krvi in afinitete hemoglobina za kisik. Med optimalnimi pogoji lahko PaO_2 vzdržujemo nad 100 mmHg do 100 minut brez ventilacije, vendar z znatnim povečanjem CO_2 (15). Pri poskusih na živalih so jih s to tehniko držali žive okoli 90 minut (16), pri ljudeh z določeno patologijo pa so vzdrževali sprejemljiv delni tlak PaO_2 za več kot 20 minut (17).



Slika 5: Mehanizem prenosa plinov pri oksigenaciji med apnejo (13).

Med vstavljanjem dihalne cevke je mogoče izvajati oksigenacijo med apnejo s pomočjo žlice laringoskopa, ki ima možnost dovajanja kisika, kot je prikazano na levem delu slike 6. Desni del slike prikazuje izhodno režo skozi katero doteka kisik nad epiglotisom.



Slika 6: Dovajanje kisika v zgornja dihalna s posebno žlico laringoskopa (18).

V tem primeru se podaljša časovno okno med vstavljanjem dihalne cevke, v katerem je zmanjševanje nasičenosti hemoglobina s kisikom v varnem območju (18). Oksigenacija med apnejo se lahko kombinira s sistemi za izločanje ogljikovega dioksida nameščenimi zunaj telesa ECCO₂R (angl. Extracorporeal carbon dioxide removal) (15). Znatni padec nasičenosti hemoglobina s kisikom v arterijski krvi se ne pojavi tudi po 6 minutah, če bolnik med vstavljanjem dihalne cevke dobiva kisik preko nosnega katetra s pretokom 5 l/min. V kontrolni skupini, brez aplikacije po nosnem katetru, pa je nasičenost padla pod 95% mnogo hitreje (3,65 minute) (19). Med vstavljanjem dihalne cevke se lahko uporabi nosni kateter, skozi katerega apliciramo kisik tudi z višjimi pretoki 15 l/min (20). Preoksigenacija je boljša pri uporabi visokih pretokov kisika skozi nosne kanile v primerjavi z obrazno masko brez povratnega dihanja (21).

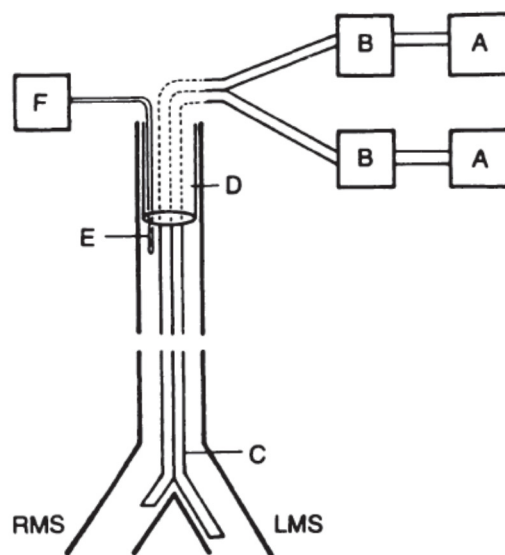
Za preoksigenacijo se lahko uporabi na terenu linearni anestzijski dihalni sistem Mapleson C (slika 7), ki je boljša izbira v primerjavi s samonapihljivim dihalnim balonom, ki ima višji upor tako na inspiriju kot na ekspiriju. Slabost so potrebne izkušnje pri rokovanju z Mapleson C sistemom (22). Če bolnik ne tolerira dihalni balon ali Mapleson C sistem, se uporabi maska z zbiralnikom in nepovratnimi zaklopkami, kjer se nastavi pretok 15 l/min.



Slika 7: Mapleson C linearni anestzijski dihalni sistem (Intersurgical, Paediatric bagging system).

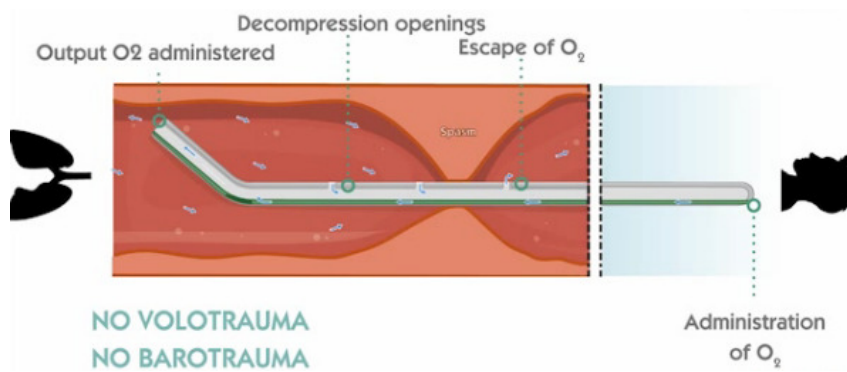
Sistemi predihavanja z neprekinjenim pretokom kisika med apnejo

Prejšnje opisane metode oksigenacije med apnejo ne morejo zagotavljati odvajanje CO₂. Metode za odvajanje CO₂ uporabljajo neprekinjen pretok kisika (angl. CFV, Constant Flow Ventilation). Uspešno ventilacijo z neprekinjenim pretokom kisika sta leta 1909 pokazala Meltzer in Auer (23). Pri tej metodi je potrebno zagotoviti tri pogoje: (i) pljuča so cel čas razprta v fazi inspirirja, (ii) sveži zrak dosega spodnje dele sapnika in (iii) zrak izstopa skozi drugo pot (tudi skozi sapnik). S to tehniko se dosega izmenjava plinov brez ritmičnega gibanja pljuč. Tehnika je prikazana na sliki 8, kjer kisik dovajamo iz tlačnih posod (A), preko vlažilcev (B), skozi dva katetra (C) v levo glavno sapnico (LMS) in v desno glavno sapnico (RMS). Katetri so uvedeni skozi dihalno cevko ali traheostomo (D). Zrak izhaja skozi tretji kateter, ki je nameščen zunaj dihalne cevke (E) in je speljan v atmosfero (F) (13). Ta sistem ventilacije je podoben ventilaciji pri pticah in drugih živalih (na primer ribah), katere imajo neprekinjen dovod tekočin (kapljevine in plini) in živijo v pogojih z manjšim delnim lakom kisika. Ena od hipotez, zakaj se je pri sesalcih pred 400 milijonov let v Devonu razvilo dihanje v dveh smereh, je varovalo pred toksičnimi učinki kisika (24).



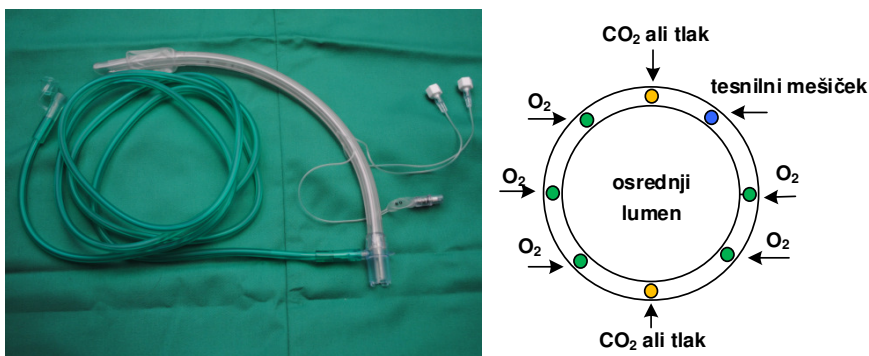
Slika 8: Sistem predihavanja z neprekinjenim pretokom kisika (13).

Primer uporabe neprekinjenega pretoka kisika je sistem Bougie Boussignac (BO₂ugie) (Vygon, Francija), ki je prikazan na sliki 9. Sistem je v obliki vodila za težko težko vstavljanje dihalne cevke, ki je ukrivljeno na distalnem delu (tako imenovan »Coude« tip). Vodilo ima osrednjo svetlino, skozi katero se dovaja kisik. Na sliki 9 je vodilo vstavljeno v sapnik, pri tem so glasilke v spazmu. Kisik se aplicira v sapnik, izhod plinov pa je na drobnim luknjicah, ki so prav tako v sapniku (slika 9: Decompression openings). Luknjice vodijo v drugo svetlino znotraj vodila in so povezane z izhodnimi luknjicami ki so nameščene zunaj sapnika. Na ta način je omogočen izhod dihalnih plinov (slika 9: Escape of O₂).



Slika 9: Bougie Boussignac predihavanje z neprekinjenim pretokom kisika.

Nekoliko bolj zapleten sistem neprekinjenega pretoka kisika je tudi LaBrune-Boussignac CPR dihalna cevka (Vygon, Francija) (slika 10, levo). Dihalna cevka ima v svoji steni 6 ali 8 drobnih cevk oziroma kapilar, po katerih je mogoče dovajati kisik z visoko hitrostjo na distalni del (slika 10, desno).



Slika 10: LaBrune-Boussignac CPR dihalna cevka.

Prvotni namen dodatnih kapilar v steni je bil zmanjšanje upornosti same dihalne cevke, pozneje pa so se začele raziskave o uporabi na področju oksigenacije in ventilacije s neprekinjenim pretokom kisika skozi kapilare (25). Proizvajalec je v nekaterih izvedbah v steno tubusa vgradil dve drobni cevki, ki se uporabljata za merjenje ogljikovega dioksida (CO₂) v izdihanem, oziroma vdihanem zraku, ali za merjenje tlakov v dihalih. Dihalna cevka je namenjena ventilaciji pri prehodnih dihalnih poteh samo preko stisov na prsni koš med oživljanjem. Evropske smernice oživljanja iz 2015 ne priporočajo rutinsko uporabo teh tehnik, ki jih imenujejo »pasivno dovajanje kisika« (angl. Passive oxygen delivery) (26). Neprekinjen pretok kisika je mogoče dovajati tudi preko supraglotičnih umetnih dihalnih poti kot je i-gel (slika 11). I-gel ima zraven primarne osrednje svetline dodaten priključek, na katerega lahko priključimo kisik.



Slika 11: Supraglotična umetna dihalna pot »i-gel O₂ resus pack« z možnostjo neprekinjenega dovajanja kisika.

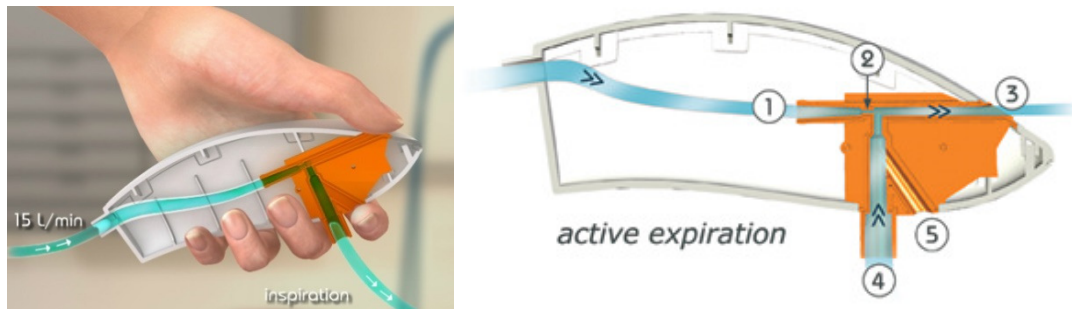
Transtrahelano predihavanje z visokim pretokom

Vstavljanje katetra v sapnik in predihavanje skozi njega z visokim pretokom (angl. TTJ, Transtracheal Jet Ventilation) se uporablja v primerih, ko ne moremo intubirati in ne predihavati (angl. CICV – cannot intubate cannot ventilate). Na sliki 12 levo je klasični medicinski pripomoček za predihavanje Manujet III, na desni pa Enk Oxygen Flow modulator, kjer z zapiranjem stranskih luknjic usmerjamo kisik v kanilo.



Slika 12: Predihavanje z visokim pretokom (levo: Manujet III in desno: Cook, Enk Oxygen Flow Modulator)

Na sliki 13 je predstavljen nov koncept pri predihavanju z visokimi pretoki, kjer se izvaja aktivni vlek zraka med ekspirijem (angl. Expiratory Ventilatory Assistance).



Slika 13: Predihavanje z visokim pretokom in aktivnim ekspirijem (Ventrain EVA – Expiratory Ventilatory Assistance) (levo: inspiririj, desno: aktivni ekspiririj)

Venturi učinek povzroči nizek tlak (oznaka 2, na desnem delu slike 13), ki vsrka zrak iz sapnika, pri tem mora biti odprtina 5 (desni del slike 14) zaprta. Med inspirirjem sta odprtini 5 in 3 zaprti. Ko sta obe odprtini (oznaka 3 in oznaka 5) odprti, ne poteka vlek niti insuflacija skozi primarno odprtino 4, na katero je priključena kanila. Medicinski pripomoček je pokazal zadostno oksigenacijo in ventilacijo pri odprti, delno zaprti in popolnoma zaprti zgornjih dihalnih poteh. Maksimalne vrednosti tlaka so bile manjše v primerjavi s konvencionalnim visokim pretokom (27). Maksimalni tlaki pri Manujet III sistemu so visoki ($40 \text{ cmH}_2\text{O}$) v primerjavi z Vantrain sistemom ($16 \text{ cmH}_2\text{O}$) (28).

Literatura

1. Baker AB. Artificial respiration, the history of an idea. *Med Hist.* 1971; 15(4): 336-351.
2. Bersten AD, Rutten AJ, Vedig AE, Skowronski GA. Additional work of breathing imposed by endotracheal tubes, breathing circuits, and intensive care ventilators. *Crit Care Med.* 1989; 17(7): 671-7.
3. Beatty PC, Healy TE. The additional work of breathing through Portex Polar 'Blue-Line' pre-formed paediatric tracheal tubes. *Eur J Anaesthesiol.* 1992; 9(1): 77-83.
4. Blom H, Rytlander M, Wisborg T. Resistance of tracheal tubes 3.0 and 3.5 mm internal diameter. A comparison of four commonly used types. *Anaesthesia.* 1985; 40(9): 885-8.
5. Klapfta JM. Flexible tracheal tubes facilitate fiberoptic intubation. *Anesth Analg.* 1994; 79(6): 1211-2.
6. Mahmoodpoor A, Peyrovi-far A, Hamishehkar H, Bakhtiyari Z, Mirinezhad MM, Hamidi M, Golzari SE. Comparison of prophylactic effects of polyurethane cylindrical or tapered cuff and polyvinyl chloride cuff endotracheal tubes on ventilator-associated pneumonia. *Acta Med Iran.* 2013; 51(7): 461-6.
7. Lorente L, Lecuona M, Jiménez A, Mora ML, Sierra A. Influence of an endotracheal tube with polyurethane cuff and subglottic secretion drainage on pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med.* 2007; 176(11): 1079-83.

8. Shiotsuka J, Lefor AT, Sanui M, Nagata O, Horiguchi A, Sasabuchi Y. A quantitative evaluation of fluid leakage around a polyvinyl chloride tapered endotracheal tube cuff using an in-vitro model. *HSR Proc Intensive Care Cardiovasc Anesth.* 2012; 4(3): 169-75.
9. Lorente L, Lecuona M, Jiménez A, Lorenzo L, Roca I, Cabrera J, Llanos C, Mora ML. Continuous endotracheal tube cuff pressure control system protects against ventilator-associated pneumonia. *Crit Care.* 2014; 18(2): R77.
10. Whittaker JD1, Moulton C. Emergency intubation of infants: does laryngoscope blade design make any difference? *J Accid Emerg Med.* 1998; 15(5): 308-11.
11. Draper WB, Whitehead RW, Spencer JN. Studies on diffusion respiration: alveolar gases and venous blood pH of dogs during diffusion respiration. *Anesthesiology.* 1947; 8(5): 524-33
12. Holmdahl MH. Pulmonary uptake of oxygen, acid-base metabolism, and circulation during prolonged apnoea. *Acta Chir Scand.* 1956; 212: 1-128.
13. Slutsky AS. Techniques of Ventilation Using Constant Flow. 15 Update in Intensive Care and Emergency Medicine. Ventilatory Failure. Vincent JL (ed). Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 1991; 293-307.
14. Eger EI, Severinghaus JW. The rate of rise of PaCO₂ in the apneic anesthetized patient. *Anesthesiology.* 1961; 22: 419-425.
15. Nielsen ND, Kjaergaard B, Koefoed-Nielsen J, et al. Apneic oxygenation combined with extracorporeal arteriovenous carbon dioxide removal provides sufficient gas exchange in experimental lung injury. *ASAIO J.* 2008; 54: 401-405.
16. Roth LW, Whitehead RW, Draper WB. Studies on diffusion respiration; survival of the dog following a prolonged period of respiratory arrest. *Anesthesiology.* 1947; 8(3): 294-302.
17. Biedler A, Mertzluft F, Feifel G. Apnoeic oxygenation in Boerhaave syndrome. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther.* 1995; 30(4): 257-60.
18. Mitterlechner T, Herff H, Hammel CW, Braun P, Paal P, Wenzel V, Benzer A. A dual-use laryngoscope to facilitate apneic oxygenation. *J Emerg Med.* 2015; 48(1): 103-7.
19. Taha SK, Siddik-Sayyid SM, El-Khatib MF, et al. Nasopharyngeal oxygen insufflation following pre-oxygenation using the four deep breath technique. *Anaesthesia.* 2006; 61: 427-430.
20. Scott DW, Levitan RM. Preoxygenation and Prevention of Desaturation During Emergency Airway Management. *Annals of Emergency Medicine.* 2011; 59(3): 165-175.
21. Miguel-Montanes R, Hajage D, Messika J, Bertrand F, Gaudry S, Rafat C, Labbé V, Dufour N, Jean-Baptiste S, Bedet A, Dreyfuss D, Ricard JD. Use of high-flow nasal cannula oxygen therapy to prevent desaturation during tracheal intubation of intensive care patients with mild-to-moderate hypoxemia. *Crit Care Med.* 2015; 43(3): 574-83.
22. Stafford RA, Benger JR, Nolan J. Self-inflating bag or Mapleson C breathing system for emergency pre-oxygenation? *Emerg Med J.* 2008; 25(3): 153-5.
23. Meltzer SJ, Auer J. Continuous respiration without respiratory movements. *J Exp Med.* 1909; 11(4): 622-5.

24. Smith RB, Sjöstrand UH. Apneic diffusion oxygenation and continuous flow apneic ventilation. A review. *Acta Anaesthesiol Scand*. 1985; 29(1): 101-5.
25. Adams AB. Catheters for tracheal gas insufflation. *Respir Care*. 2001; 46: 177-84.
26. Soar J, Nolan JP, Böttiger BW, Perkins GD, Lott C, Carli P, Pellis T, Sandroni C, Skrifvars MB, Smith GB, Sunde K, Deakin CD; European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 3. Adult advanced life support. *Resuscitation*. 2015; 95: 100-47.
27. Paxian M, Preussler NP, Reinz T, Schlueter A, Gottschall R. Transtracheal ventilation with a novel ejector-based device (Ventrain) in open, partly obstructed, or totally closed upper airways in pigs. *Br J Anaesth*. 2015; 115(2): 308-16.
28. Berry M, Tzeng Y, Marsland C. Percutaneous transtracheal ventilation in an obstructed airway model in post-apnoeic sheep. *Br J Anaesth*. 2014; 113(6): 1039-45.

16.

Predihavanje enega pljučnega krila

Dušan Mekiš

Uvod

Video-asistirana torakoskopska kirurgija (angl. Video-Assisted Thoracoscopic Surgery - VATS) in robotska kirurgija organov v prsni votlini zahtevata kolaps enega pljučnega krila. Med oskrbo dihalne poti po uvodu v anestezijo je potrebno zagotoviti absolutno ločitev pljučnih kril ter predihavanje samo enega pljučnega krila (angl. one lung ventilation - OLV). Razvoj torakoskopske in robotske kirurgije prsne votline je zasenčil vse ostale indikacije za oskrbo dihalne poti, ki omogoča ločeno predihavanje levega ali desnega pljučnega krila, ki so prikazane v tabeli 1.

Zaščita zdravega pljučnega krila	Predihavanje zdravega pljučnega krila	Izvedba operativnih posegov v prsni votlini
• pljučni absces • bronhiektazije • hemoptiza	• bronhopleuralna fistula • poškodba traheo – bronhialnega vejevja	• operacija pljuč in plevre • operacija požiralnika • operacija hrbtenice • operacija aorte in srca • torakoskopske operacije lavaža pljuč • ločeno predihavanje posameznega pljučnega krila

Tabela 1. Indikacije za ločeno predihavanje levega ali desnega pljučnega krila

Dihalno pot lahko oskrbimo za ločeno predihavanje levega ali desnega pljučnega krila na tri načine z uporabo različnih pripomočkov. Za njihovo pravilno izbiro in vstavev je potrebno imeti znanje anatomije dihalnih poti in klinične izkušnje.

Enolumenska dihalna cevka

Ločitev dihalne poti z enolumensko dihalno cevko (EDC) je najstarejša anesteziološka tehnika. Danes uporabljamo EDC za ločeno predihavanje pljučnih kril samo še izjemoma pri otrocih (tabela 7). Navadno EDC vstavimo na slepo v desni glavni ali s pomočjo bronhoskopa v levi ali desni glavni bronh. Pravilno lego EDC ocenimo klinično in z bronhoskopom.

Slabosti EDC so:

- Zaradi anatomskih razlik je po vstavitvi EDC v desni glavni bronh pogosto bolnik predihavan samo preko spodnjega in srednjega desnega pljučnega režnja, saj je blokirano predihovanje levega pljučnega krila in tudi desnega zgornjega pljučnega režnja.
- Iz nepredihavanega pljučnega krila ne moremo posrkati zraka, krvi ali sekreta.
- Izoliranega pljučnega krila ne moremo predihavati s CPAP tehniko umetnega predihavanja (angl. continuous positive airway pressure – CPAP), niti občasno predihati, niti občasno razpeti.

Zaradi naštetih slabosti sta EDC za ločevanje dihalnih poti nadomestila dvolumenska dihalna cevka (DDC) in bronhialni blokatorji (BB).

Dvolumenska dihalna cevka

Leta 1950 sta Bjork in Carlens naredila prvo klinično uporabno DDC za endobronhialno intubacijo levega glavnega bronha. Njuna DDC je opremljena z kaveljčkom, ki se je zagostil na razcepišče sapnice (2). Deset let kasneje je White prilagodil njuno DDC za endobronhialno intubacijo desnega glavnega bronha (slika 1).



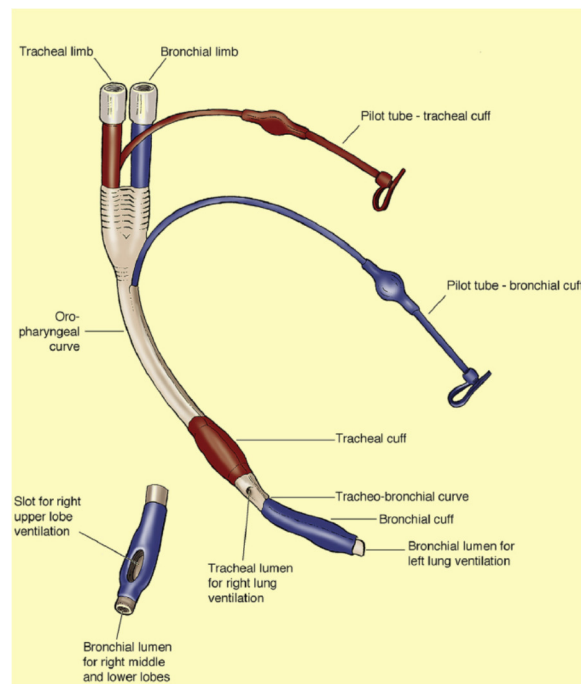
a. Bjork in Carlensova dihalna cevka



b. Whiteova dihalna cevka

Slika 1. Prvi dvolumenski dihalni cevki s kaveljčkom

Leta 1962 je Robertshaw povečal diameter obeh svetlin, odstranil kaveljček in povečal krivino, kar olajša vstavitve cevke v endobronhialno lego. Robertshaw je s svojo levo in desno DLT postavil temeljni oblikovni in tehnični standard po katerem še danes različni proizvajalci proizvajajo DDC. (slika 2) (3).

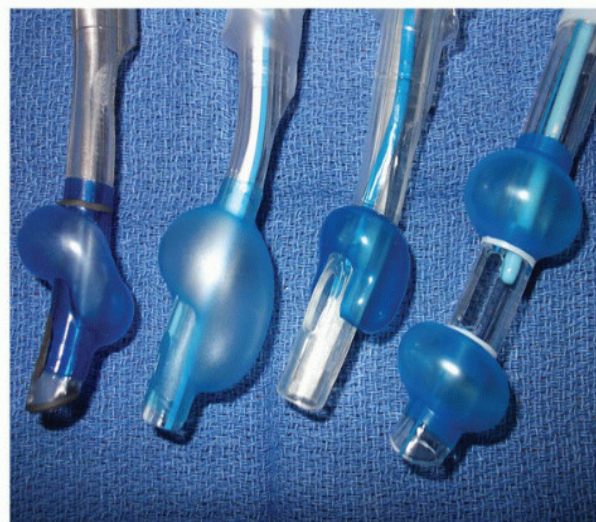


Slika 2. Robertshawjeva dvolumenska dihalna cevka

Mallinckrodt, Rusch, Sheridan in Kendal proizvajajo sodobne izvedbe Robertshawjeve DDC izdelane iz polivinilklorida ali silikona, ki se med seboj razlikujejo po zakrivljenosti in obliki bronhialnega tesnilnega mešička (slika 3).



a. Dvolumenske dihalne cevke

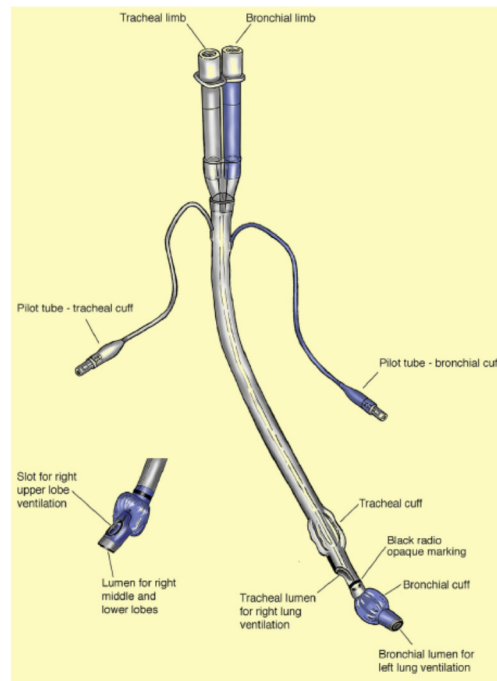


b. Desni bronhialni tesnilni mešički

Slika 3. Razlike v obliki dvolumenskih dihalnih cevk

Bronhialni tesnilni mešiček in nastavek za spojitve bronhialnega lumna DDC z anestezijskim dihalnim sistemom sta obarvana modro, kar preprečuje možnost zamenjave strani (slika 3).

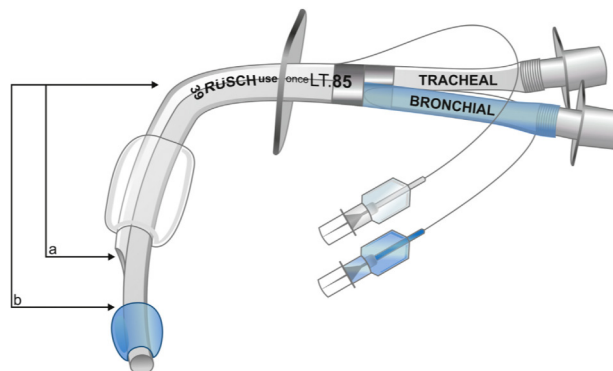
Trahealni in bronhialni tesnilni mešiček sta nizkotlačna z veliko podajnostjo, kar omogoča mehko zatesnitev dihalnih poti ter hkrati preprečujeta premik dihalne cevke med operativnim posegom (slika 4).



Slika 4. Sodobna Mallinckrodt Bronchocath dvolumenska dihalna cevka

DDC se izdelujejo v osmih različnih velikostih glede na zunanji polmer dihalne cevke merjen v merilni lestvici French Gauge, ki jo je v devetnajstem stoletju oblikoval Joseph-Frédéric-Benoît Charrière (1 Fr = 1/3 mm).

Na tržišču obstaja tudi desna in leva DDC prilagojena za oskrbo dihalne poti pri bolnikih z traheostomo (slika 5). Pri vstavitvi je potrebna posebna pozornost na globino vstavitve. Pravilno lego je potrebno potrditi z bronhoskopsko vizualno kontrolo.



Slika 5. Dvolumenska dihalna cevka bolnike z traheostomo (Rusch Tracheoparts®).

Izbira dvolumenske dihalne cevke

Pri izbiri ustrezne DDC se moramo odločiti za pravilno velikost in za levo ali desno obliko DDC:

- izbira velikosti:

Premajhna DDC ne bo v pravilni legi za popolno ločitev dihalnih poti, prevelika DDC lahko povzroči poškodbo dihalne poti pri vstavitvi ali pri napihnenju tesnilnih mešičkov. Velikost dihalnih poti korelira s telesno velikostjo (tabela 2; 4). Velik premer DDC onemogoči njihovo uporabo pri otrocih mlajših od 8 let (tabela 7). Za natančnejšo določitev pravilne velikosti DDC so potrebne meritve velikosti sapnice in glavnih bronhov na rentgenskem posnetku prsnega koša (5).

- leva ali desna DDC:

Zaradi različnih anatomskih razmer obstajata leva in desna DDC (slika 4). Po klasičnem kriteriju se vedno izbere dihalna cevka, ki se vstavi v glavni bronh pljučnega krila, ki ga bomo predihovali med operativnim posegom. Pri alternativnem kriteriju se zaradi lažje in zanesljivejše vstavitve DDC v levi glavni bronh vedno izbere leva DDC; razen pri operativnem posegu na levem glavnem bronhu, takrat se izbere desna DDC, ki jo je težje vstaviti zaradi anatomskih posebnosti desnega glavnega bronha (6-8), s čimer se mnogi ne strinjajo in zagovarjajo klasični kriterij izbire desne ali leve DDC (9, 10).

Spol	Velikost (m)	Dvolumenska dihalna cevka				Enolumenska dihalna cevka		Univent cevka	
		Številka tubusa (Fr)	OD (mm)	Trahealni lumen (mm)	Bronhialni lumen (mm)	ID (mm)	OD (mm)	ID (mm)	OD (mm)
	> 8 let	26	8,8	3,5	3,0	6,5	8,9	6,5	10,2/12,0
	>10 let	28	9,3	3,1	3,2	7,0	9,5	7,0	10,7/12,5
Ž	< 1,5	32	10,7	3,5	3,4	8,0	10,8	7,5	11,2/13,0
Ž	1,5 – 1,6	35	11,7	4,5	4,3	8,5	11,4	8,0	11,7/13,5
Ž	≥1,6	37	12,3	4,7	4,5	9,0	12,1	8,5	12,2/14,0
M	< 1,6	37	12,3	4,7	4,5	9,0	12,1	9,0	12,7/14,5
M	1,6 – 1,7	39	13	4,9	4,9	9,5	12,8		
M	≥1,7	41	13,7	5,4	5,4	10	13,5		

Legenda:

ID = notranji premer

OD = zunanji premer v Fr (1 Fr = 1/3 mm)

Tabela 2. Izbira velikosti dvolumenske dihalne cevke glede na telesno velikost in spol

Vstavev dvolumenske dihalne cevke

Pred vstavitvijo DDC je potrebno preveriti tesnilna mešička, kontrolna balončka, enosmerne ventile in nastavke za spojitve. Po direktni laringoskopiji in prikazu vhoda v sapnico, vstavimo DDC s krivino proti grlu. Po vstopu v sapnik se odstrani vodilo, zatem se dihalna

cevka hkrati potiska globlje v sapnik in rotira za 90° levo ali desno v smer glavnega bronha v katerega želimo vstaviti DDC. DDC potisnemo v dihalno pot do dolžine 29 cm.

$$\text{dolžina uvajanja DDC} = 12 \text{ cm} + (\text{telesna višina v cm})/10$$

Če naletimo na upor pri uvajanju, DDC uvedemo s pomočjo bronhoskopa.

Po vstavitvi najprej klinično in nato še bronhoskopsko kontroliramo lego DDC (tabela 3). Po klinični kontroli lege je potrebna še bronhoskopska kontrola lege, saj kar v 30% DDC po prvi vstavitvi ni v pravilni legi (tabela 3; 11). Po obračanju bolnika v bočni položaj je potrebna ponovna bronhoskopska kontrola lege DDC, saj kar v 32% prihaja do premika DDC iz pravilne lege, kljub pritrdjeni DDC z napihnjnimi tesnilnimi mešički (12, 13).

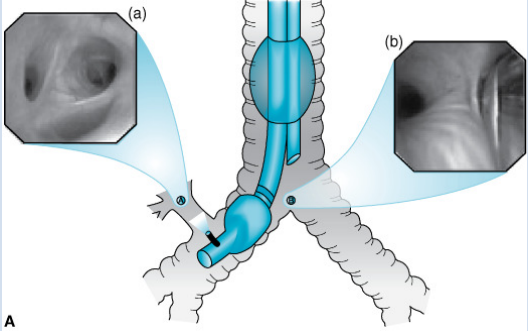
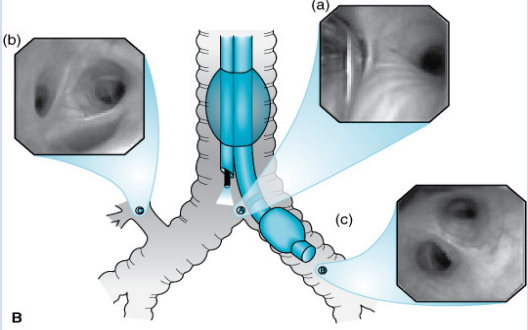
Klinična kontrola lege	Bronhoskopska kontrola lege
➤ napihni trahealni tesnilni mešiček (5-10 ml) ➤ preveri bilateralno slišnost dihalnih šumov: • <i>slišni obojestransko</i> • <i>slišni enostransko (oba lumna sta endobronhialno) – izvleci cevko za 1-2 cm dokler niso dihalni šumi slišni obojestransko</i> ➤ napihni bronhialni tesnilni mešiček (2-3 ml) ➤ stisni bronhialni lumen in odpri bronhialni pokrovček ➤ preveri bilateralno slišnost dihalnih šumov: • <i>slišni samo enostransko na nasprotni strani</i> • <i>skozi odprt bronhialni pokrovček ne izgubljam dihalne zmesi</i> ➤ stisni trahealni lumen in odpri trahealni pokrovček ➤ preveri bilateralno slišnost dihalnih šumov: • <i>slišni samo enostransko na nasprotni strani</i> • <i>skozi odprt trahealni pokrovček ne izgubljam dihalne zmesi</i> • <i>dihalni šumi slišni nad bazo ne pa nad apexom pljuč – izvleci desno dvolumensko cevko za 0,5 cm dokler niso dihalni šumi slišni nad celotnim pljučnim krilom</i>	a. Desne dvolumenske dihalne cevke  b. Leve dvolumenske dihalne cevke 

Tabela 3. Klinična in bronhoskopska kontrola lege dvolumenske dihalne cevke

Anesteziološka tehnika oskrbe dihalne poti z DDC za ločeno predihavanje levega ima svoje prednosti, kakor tudi slabosti in kontraindikacije za uporabo (tabela 4).

Prednosti DDC	Slabosti DDC	Kontraindikacije za uporabo DDC
➤ hitrejša vstavitev ➤ lažja vstavitev ➤ zanesljivo loči dihalne poti ➤ ne spremeni lege ob kirurški manipulaciji ➤ omogoča toaleta dihalnih poti ➤ omogoča uporabo CPAP na blokiranem pljučnem krilu ➤ hitrejši kolaps blokiranega pljučnega krila	➤ velik premer ➤ težavna ocena pravilne velikosti ➤ zahtevna vstavitev ➤ poškodba tesnilnih mešičkov pri vstavitvi ➤ ni primerna za dolgotrajno mehanično predihavanje ➤ poškodba sapnice in/ali bronha ➤ pooperativna hripavost	➤ neuspešni prikaz vhoda v sapnico z direktno laringoskopijo ➤ poškodba dihalne poti v poteku uvajanja ➤ nevarnost aspiracije želodčne vsebine ➤ premajhen (< 25 - 35 kg) ali premlad (< 8 - 12 let) bolnik ➤ bolnik z odpovedjo dihal na kontroliranem mehaničnem predihavanju

Legenda:

DDC = dvolumenska dihalna cevka

Tabela 4. Prednosti, slabosti in kontraindikacije za uporabo dvolumenske dihalne cevke

Bronhialni blokator

Bronhialni blokator (BB) je pripomoček za zaporo levega ali desnega glavnega bronha ali lobarnih brohov globlje v dihalni poti. Pravilna odločitev o njihovi uporabi temelji na poznavanju prednost in slabosti uporabe tako BB, kakor tudi DDC (tabela 4 in 5).

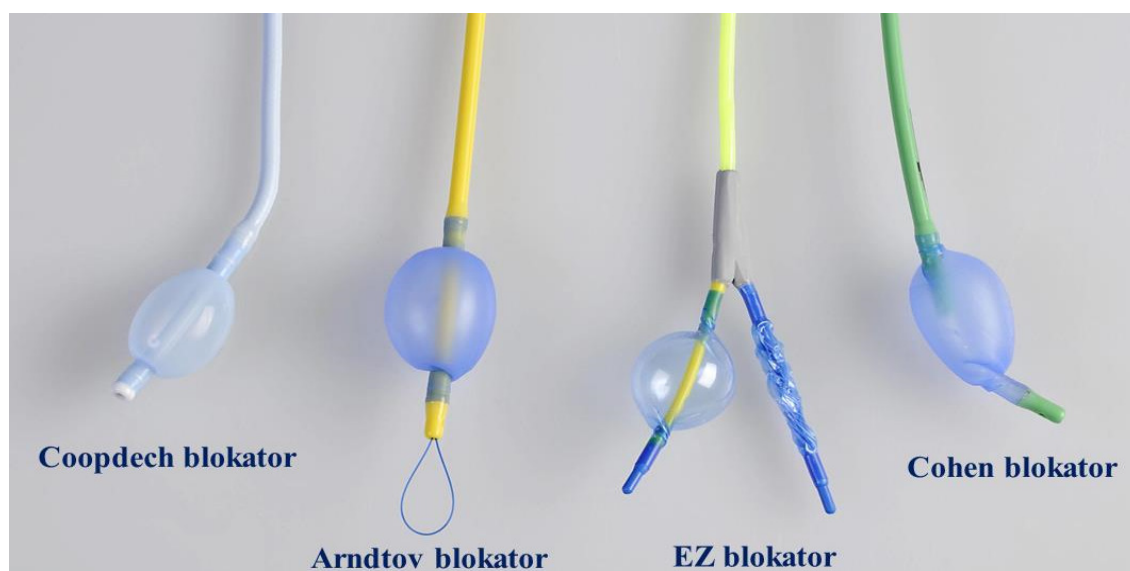
Prednosti BB	Slabosti BB
➤ atravmatska vstavitev ➤ uporaben pri malih dihalnih poteh pri otrocih ➤ uporaben pri anatomsko ali bolezensko spremenjenih dihalnih poteh (14, 15) ➤ ni potrebna reintubacija pri že intubiranem bolniku (16) ➤ uporaben po indicirani hitrosekvenčni intubaciji ➤ uporaben po neuspeli vstavitvi DDC ➤ uporaben za blokado samo enega pljučnega režnja (17) ➤ po operaciji ni potrebna reintubacija, kadar bolnik potrebuje dolgotrajno mehanično predihavanje	➤ nezanesljivo loči dihalne poti ➤ nestabilna ločitev dihalnih poti ➤ ne omogoča toaleta dihalnih poti ➤ ne omogoča uporabo CPAP na blokiranem pljučnem krilu ➤ zahtevna vstavitev ➤ bronhoskopsko vodena nastavitve ➤ kolaps blokiranega pljučnega krila je počasen (18)

Legenda: BB = dvolumenska dihalna cevka

DDC = dvolumenska dihalna cevka

Tabela 5. Prednosti, slabosti in kontraindikacije za uporabo bronhialnega blokatorja (19)

Klinično pomembne prednosti BB pred DDC so pri zapori levega ali desnega glavnega bronha pri otrocih, pri bolniki z traheostomo in pri bolniki z anatomsko ali bolezensko spremenjenimi dihalnimi potmi, kjer se pričakuje težka vstavitev dihalne cevke. Na tržišču obstaja nekaj vrst BB različnih proizvajalcev: Arndtov blokator (21), Cohenov blokator (22), Coopdech blokator, EZ blokator (slika 6, 24).



Slika 6. Bronhialni blokatorji

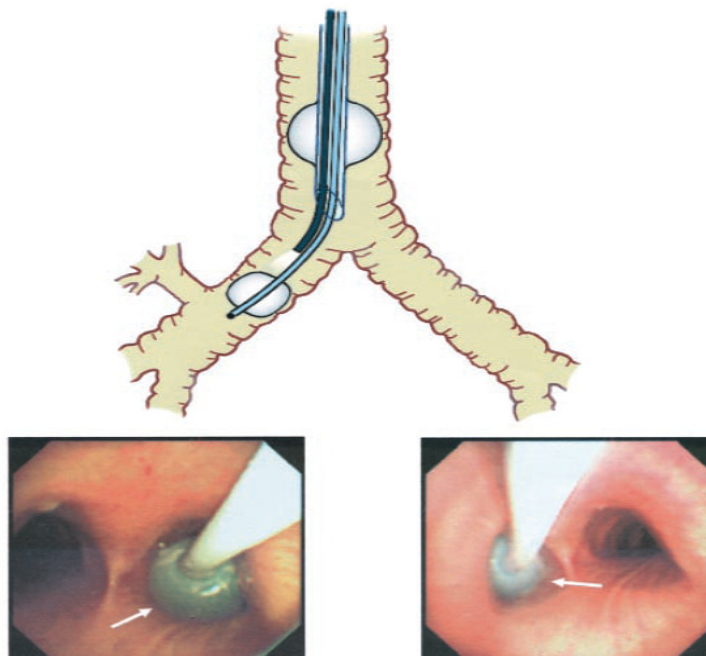
Med seboj se bronhialni blokatorji razlikujejo po velikosti in po načinu vodenja BB pri vstavitvi v glavni bronh (tabela 6).

	Arndtov blokator	Fuji blokator	Cohenov blokator	Coopdech blokator	EZ blokator
proizvajalec	Cook Critical Care	Fuji Systems	Cook Critical Care	Daiken Medical	AnaesthetIQ
oblika balona	sferična ali eliptična	sferična	sferična	vretenasta	Sferična
način vodenja	zanka na bronhoskopu	zakrivljen	s koleščkom vrtimo vrh		Y kraka se vsedeta na karino
bronhoskopsko voden	+++	++	++		+
debelina (Fr)	5, 7, 9	5, 9	9	9	7
premer kanala	1,4,	2,0	1,6		
velikost dihalne cevke	≥4,5, 7,8	8	8		
posebnosti					blokada levega in desnega pljučnega krila

D (mm) = Fr/3

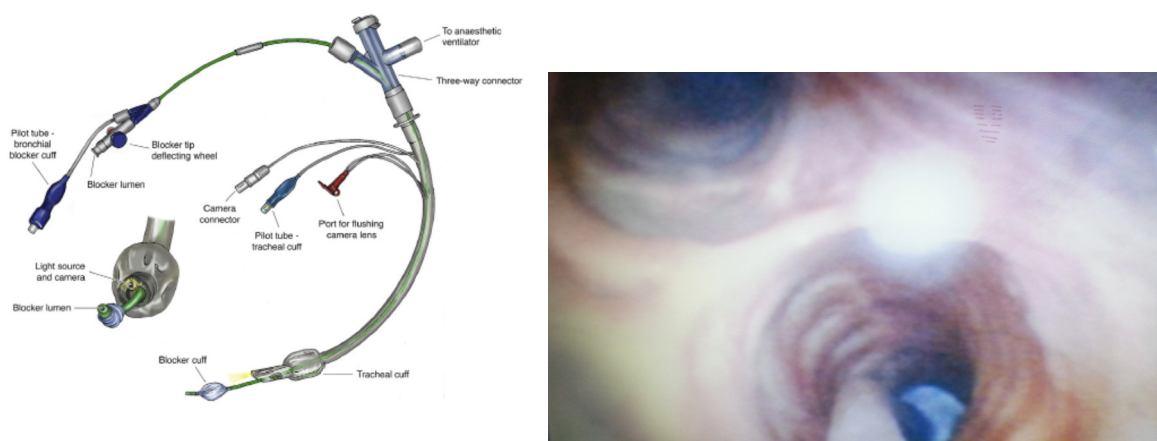
Tabela 6. Bronhialni blokatorji

BB potrebujejo bronhoskopsko vodeno uvajanje skozi enolumensko dihalno cevko in kontrolo lege, zato imajo priložen nastavek za spojitve dihalne cevke z anestezijskim dihalnim sistemom v katerem so vhodi za BB in bronhoskop (slika 7).



Slika 7. Bronhoskopska kontrola lege bronhialnega blokatorja v desnem (a) in levem glavnem bronhu (b)

Namesto bronhoskopa za optično vodeno postavitve BB v pravilno lego se lahko uporabi EDC z vgrajeno kamero na konici dihalne cevke – Vivasight™-SL (slika 8).



Slika 8. Vstavitev in kontrola lege bronhialnega blokatorja z enolumensko dihalno cevko s kamero na konici Vivasight™-SL

Zaradi majhnega premera se uporabljajo pri oskrbi dihalne poti za ločeno predihavanje levega ali desnega pljučnega krila otrok (tabela 7, 25).

Starost (leta)	ID enolumenske dihalne cevke (mm)	Zunanji premer dvolumenske cevke (Fr)	Notranji premer Univent cevke (mm)	Zunanji premer bronhialnega blokatorja (Fr)
0,5 – 1	3,5 – 4,0	-	-	5
1 – 2	4,0 – 4,5	-	-	5
2 – 4	4,5 – 5,0	-	-	5
4 – 6	5,0 – 5,5	-	-	5
6 – 8	5,5 – 6,0	-	3,5	5
8 – 10	6,0	26	3,5	5
10 – 12	6,5	26 – 28	4,5	5
12 – 14	6,5 – 7,0	32	4,5	5
14 – 16	7,0	35	6	7

Tabela 7. Oskrba dihalne poti za ločeno predihavanje pljučnih kril pri otrocih

V izjemnih primerih se za zaporo glavnega bronha lahko uporabi katetre z balončkom (Fogarty-jev kateter, Foley-jev kateter ali Swan - Ganzov kateter), ki jih skozi dihalno cevko bronhoskopsko vodeno uvedemo v glavni bronh. Ločitev dihalnih poti z improviziranimi pripomočki je nezanesljiva, toaleta dihalnih poti ni možna, kolaps blokiranega pljučnega krila je počasen, tesnilni balonček je visoko tlačjen z majhno podajnostjo, vendar pa so katetri z balončkom morda edini dovolj majhen pripomoček za ločitev dihalni poti pri otrocih lažjih od 10 kg (20).

Univent dihalna cevka

Leta 1953 je Stüertzbecher (1953) izdelal integrirano dihalno cevko in BB (slika 9a). Sodobna izvedba tega pripomočka je Univent dihalna cevka (slika 9b) (20). Univent dihalna cevka je v primerjavi z enolumensko dihalno cevko precej debelejša ob enakem notranjem premeru (tabela 1; 21), zato je večja nevarnost za poškodbo dihalnih poti pri njeni uporabi. Najmanjši notranji premer Univent cevke je 3,5 in 4,5 mm, kar omogoča njihovo uporabo tudi pri otrocih (tabela 7). Za vstavitev je potrebno bronhoskopsko vodenje, omogoča toaleta dihalnih poti in CPAP.



a. Stüertzbecher-jeva cevka

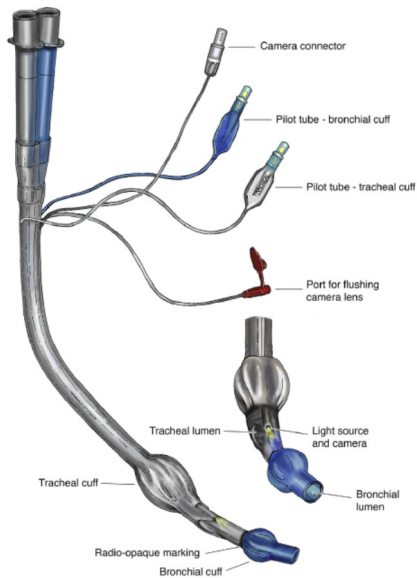


b. Univent dihalna cevka

Slika 9. Integrirano dihalna cevka in bronhialni blokator

Dihalna cevka z kamero

Razvoj videotehnologije je omogočil izvedbo EDC z vgrajeno kamero Vivasight™-SL in leve DDC Vivasight™-DL. Z uporabo dihalnih cevk Vivasight™-SL in Vivasight™-DL lahko vstavimo BB ali nadzorujemo pravilno lego brez uporabe bronhoskopa (slika 9).



Slika 9. Vivasight™-DL v levem glavnem bronhu

Zaključek

Vse štiri anesteziološke tehnike oskrbe dihalne poti za ločeno predihavanje pljučnih kril imajo svoje mesto v sodobni torakalni anesteziologiji. Vsaka od njih ima svoje prednosti in slabosti, anesteziolog pa mora med njimi izbrati najprimernejšo tehniko za vsakega posameznega bolnika in za predviden operativni poseg (29).

Literatura

1. White GMJ. Evolution of endotracheal and endobronchial Intubation. Brit. J. Anaesth. 1960, 32; 235-246.
2. Bjork VO, Carlens E. The prevention of spread during pulmonary resection by the use of a double-lumen catheter. J Thorac Surg. 1950; 20: 151-7.
3. Robertshaw FL. Low resistance double-lumen endobronchial tubes. Br J Anaesth 1962; 34: 576-81.
4. Eagle CCP. The relationship between a person's height and appropriate endotracheal tube length. Anaesth Intens Care 1992; 20: 156.

5. Brodsky JB in sod. The relationship between tracheal width and left bronchial width: implications for left-sided double-lumen tubes. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2001; 15: 216-7.
6. Benumof JLin sod. Margin of safety in positioning modern double-lumen endotracheal tubes. *Anesthesiology*. 1987; 67: 729-38.
7. Cohen E. Right sided DLT should not be routinely used in thoracic surgery. *J Cardiothor Vasc Anesth* 2002; 16: 249-252.
8. Ehrenfeld JM in sod. Performance comparison of right- and left-sided double-lumen tubes among infrequent users. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2010, 24: 598-601.
9. Campos JH in sod. The incidence of right upper-lobe collapse when comparing a right-sided double-lumen tube versus a modified left double-lumen tube for left-sided thoracic surgery. *Anesth Analg* 2000; 90:535-40.
10. Ehrenfeld JM, Walsh JL, Sandberg WS. Right- and Left-Sided Mallinckrodt Double-Lumen Tubes Have Identical Clinical Performance. *Anesth Analg* 2008; 106: 1847-52.
11. Klein U in sod. Role of fiberoptic bronchoscopy in conjunction with the use of double-lumen tubes for thoracic anesthesia. *Anesthesiology* 1998; 88: 346-50.
12. Desiderio DP, Burt M, Kolker AC, et al. The effects of endobronchial cuff inflation on double-lumen tube movement after lateral decubitus positioning. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1997;11:595-8.
13. Inoue S in sod. Double lumen tube location predicts tube malposition and hypoxaemia during one lung ventilation. *Brit J Anaesth* 2004, 92: 195-201.
14. Campos JH, Kernstine KH. Use of the wire-guided endobronchial blocker for one-lung anesthesia in patients with airway abnormalities. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2003; 17: 352-4.
15. Campos JH. Lung isolation techniques for patients with difficult airway. *Curr Opin Anaesthesiol* 2010; 23: 12-17.
16. Arndt GA in sod. Single-lung ventilation in a critically ill patient using a fiberoptically directed wire-guided endobronchial blocker. *Anesthesiology*. 1999; 90: 1484-6.
17. Amar D in sod. A novel method of one-lung isolation using a double endobronchial blocker technique. *Anesthesiology*. 2001; 95: 1528-30.
18. Javier H in sod. Comparison of a Left-Sided Broncho-Cath_ with the Torque Control Blocker Univent and the Wire-Guided Blocker. *Anesth Analg* 2003; 96: 283-9.
19. Brodsky JB. Con: a bronchial blocker is not a substitute for a double-lumen endobronchial tube. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2015; 29: 237-9.
20. Inoue M in sod. Endotracheal tube with movable blocker to prevent aspiration of intratracheal bleeding. *Annals of Thoracic Surgery* 1984; 37, 497-499.
21. Campos JH. An Update on Bronchial Blockers During Lung Separation Techniques in Adults. *Anesth Analg* 2003; 97: 1266-74.
22. Arndt GA in sod. Single-lung ventilationin a critically ill patient using a fiberoptically directed wire-guided endobronchial blocker. *Anesthesiology* 1995; 90: 1484-6.
23. Cohen E. The Cohen flexitip endobronchial blocker: An alternative to a double lumen tube. *Anesth Analg* 2005; 101: 1877-9.

24. Mungroop HE in sod. Lung isolation with a new Y-shaped endobronchial blocking device, the EZ-Blocker. *Br J Anaesth.* 2010; 104: 119-20.
25. Neustein SM. Pro: bronchial blockers should be used routinely for providing one-lung ventilation. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2015; 29: 234-6.
26. Clayton-Smith A in sod. A Comparison of the Efficacy and Adverse Effects of Double-Lumen Endobronchial Tubes and Bronchial Blockers in Thoracic Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2015; 29: 955-66.
27. Jeon J in sod. Comparison of postoperative sore throat and hoarseness between two types of double-lumen endobronchial tubes: a randomized controlled trial. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2015 Feb;29(1):121-5. doi: 10.1053/j.jvca.2014.05.028. Epub 2014 Oct 11
28. Brodsky J, Lemmens HJ. Left double-lumen tubes: clinical experience with 1,170 patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2003; 17: 289 -98.
29. Campos JH. Which device should be considered the best for lung isolation: double-lumen endotracheal tube versus bronchial blockers. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2007; 20: 27-31.

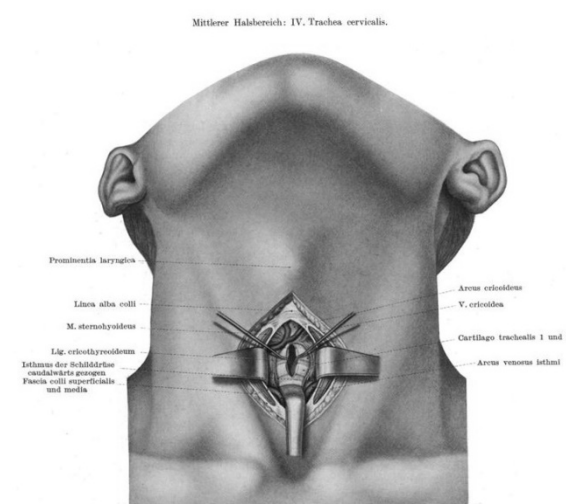
17. Bolnik s traheostomo in nega traheostome

P. Levart, A. Munda, M. Gubina

Uvod

Traheotomija je kirurški poseg, s katerim zraku odpremo pot skozi kožo in odprtino tkiv na vratu neposredno v sapnik. Skozi tako napravljeno odprtino potisnemo dihalno cevko (kanilo) v sapnik. Traheostomo napravimo tako, da na sprednji steni sapnika izrežemo okence in kožo prišijemo na njegove robove.

V medicinski literaturi avtorji pogosto oba izraza uporabljajo kot sinonim. Bolnikom, kjer predvidevamo dolgotrajnejšo nego, danes praktično vedno napravimo okence in zato je traheostoma bolj natančen izraz.



Traheotomija



Traheostoma

Prvo traheotomijo so verjetno opravili Egipčani tri tisoč let pred našim štetjem. Okoli leta 2000 pred našim štetjem je Rgveda opisal zazdravljeno incizijo po traheostomi. Asklepiades naj bi jo izvedel v 1.st.p.n.št. Brasavlo je l. 1546. leta opisal postopek traheotomije, leta 1718 je Heister uvedel pojem traheotomija.

Zakaj traheostomija

Operativno napravljena odprtina v traheji omogoča:

- prehod zraka v pljuča mimo zapore ali hujše zožitve v zgornjih dihalih,
- dolgotrajno umetno ventilacijo,

- dobro toaleto spodnjih dihalnih poti.

Vložena dihalna cevka s tesnilko pa preprečuje aspiracijo sline, hrane ter izločkov iz zgornjih dihalnih in prebavnih poti.

Indikacije za traheotomijo so številne in raznolike. Zanj se odločimo, kadar pride do nezadostne preskrbe s kisikom, ko bolnik nima refleksov in je nevarno, da bo hrano aspiriral in se ne more izkašljati. Lahko se v spodnjih dihalnih poteh nabira sekret, kar zmanjšuje učinkovitost delovanja pljuč in oksigenacijo krvi. Posledica so zmanjševanje izmenjave plinov, kopičenje CO₂, pljučni edem, acidoza, okvara srčne mišice in živčevja.

Traheostomo je tako (lahko) indicirana pri dihalni stiski, pri okvari osrednjega živčevja zaradi poškodb, tumorjev, krvavitev, edema, možganske kapi, infekcije, globokega vnetja na vratu, okvar po operacijah na možganih, dolgotrajnejših komatoznih stanjih, bulbarnem sindromu, miodegenerativnih boleznih, poškodbah prsnega koša, potrebni dolgotrajni umetni ventilaciji pri kronično nastajajočih ovirah v zgornjih dihalih, pri bronhopulmonalnih procesih s hudo oteženim dihanjem – kot so bronhiektazije, pljučni absces, pljučni edem itd. Zelo redko pa zaradi zapletov pri uvajanju v narkozo, obojestranski paralizi glasilk in alergiji.

Traheostomo napravimo vedno, kadar zaradi že razširjenega malignega tumorja v celoti odstranimo grlo (trajna traheostoma), oziroma v okviru operativnega zdravljenja tumorjev v ustni votlini, jeziku, mehkem nebu, nebni, žrelu, nosu, zgornji čeljusti, sinusih ali delu grla. Takrat napravimo začasno traheostomo s katero bolniku omogočimo dobro dihanje v pooperativnem obdobju dokler rane ne zarastejo in ne mine otekline (tudi tista, ki nastane zaradi potrebnega obsevanja po operaciji). Po končanem zdravljenju se začasna traheostoma spontano ali kirurško zapre.

Posledice dihanja skozi traheostomo

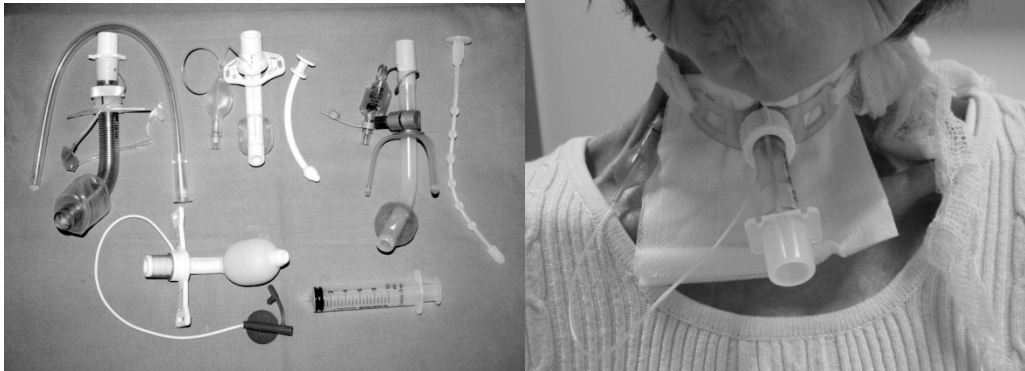
Zaradi neposrednega dihanja skozi dihalno cevko in traheostomo zrak, ki pride v sapnik ni ogret na 36°C, ni navlažen ter očiščen. Ker zrak ne prehaja skozi nos, zelo oslabi sposobnost vohanja. Zaradi nefizioloških razmer se sprva izloča obilo sluzi. Hladen, suh in nečist zrak povzroča dehidracijo, infekcijo in okvare sluznice. Pri začasni traheostomi si sapnikova sluznica zaradi močne regenerativne sposobnosti navadno znova opomore.

Pri dolgotrajni ali trajni traheostomi se spremembam ne moremo izogniti. Cilindrični epitelij z migetalkami delno nadomesti manjvreden kubični ali ploščatocelični epitelij. Spremenjen epitelij nima več sposobnosti transporta sluzi, niti je ne izloča več dovolj. Gostejšo sluz bolnik le težko izkašlja, ta se lepi ob steno ter suši tako na stenah traheje kot dihalne kanile.

Dihalna cevka (kanila)

Dihalne cevke se med seboj razlikujejo po obliki, dolžini, širini, ukrivljenosti in snovi, iz katere so napravljene.

Osnovo kanile predstavlja krajša ali daljša upognjena cev, ki jo potisnemo skozi odprtino v sapnik. Del cevi, ki gleda iz traheje, obdaja metuljčasta ali ovalna ploščica, ki preprečuje zdrs kanile v trahejo. Ploščica ima na vsaki strani odprtino, skozi katero se napelje trak, ki ga zavežemo bolniku okoli vratu. Taka pričvrstitev ob kašljanju preprečuje zdrs kanile iz traheje. Na tem delu je tudi napis z oznako notranjega in zunanega premera cevke oz. njena številka.



Kanile s tesnilko

Vložena kanila s tesnilko

Dražje, modernejše kanile omogočajo – z osjo v frontalni in aksialni ravnini – cevastemu delu različne nagibe in s tem podajanje dinamičnim premikom traheje.

Tako imenovana »govorna kanila« ima poseben ventilni mehanizem, ki omogoča sproščen vdih zraka skozi kanilo. Pri izdihu se ventil zapre in preusmeri izdihan zrak v grlo oz. preostanek grla, žrelo in ustno votlino ter omogoča bolniku govor.

Na zunanji del kanile se lahko natakne še poseben ščitnik, ki odbija izkašljan sekret navzdol. Kot posebni nastavki se dodajo še čistilec in vlažilec zraka, zaščita pri tuširanju ali nastavek za priključitev cevi inhalatorja oz. tudi cevi aparata za dovajanje kisika ali plinskih narkotikov. Posebej kratke kanile segajo le malo v sapnik, vzdržujejo le odprtino pretrahealnega kanala in stome.

Če bolnik nima dobrih refleksov in urejenega akta požiranja, prihaja do zatekanja in aspiracije sline, tekočine in hrane v spodnje dihalne poti. To preprečujemo s posebno vrsto kanil, ki imajo tesnilni mešiček (**tesnilko, cuff**). Tesnilko napihnemo z zrakom, ali pa se le ta spontano razširi in zatesni prostor med cevko in steno traheje.

Današnje trahealne kanile proizvajajo iz tkivom prijaznega, mehkejšega materiala – silikoniziranega polivinilklorida. Krivina cevastega dela se na telesni temperaturi lahko individualno dokaj prilagaja osi pretrahealnega kanala in traheje. S spremembo položaja zunanje ovalne ploščice lahko spreminjamo lego kanile po globini sapnika. Stena tesnilnega mešička je iz ultratankega poliuretana, ki se enakomerno prilagaja površini sluznice. Takšni tesnilni mešički so po volumnu večji, kot starejši, ter zatesnijo svetlino sapnika že pri manjšem pritisku (high volume and low pressure cuffs).

Najpomembnejši del večine današnjih kanil s tesnilko pa je nizkotlačni ventil, ki omogoča zatesnitev z nizkim tlakom v cuffu (od 20-27 cm H₂O oz. 15-20 mm Hg), kar pomembno

zmanjša možnost hujših okvar sapnika. Tako nizek pritisk namreč bistveno ne zmanjšuje sluzničnega kapilarnega pretoka.

Pri rizičnih bolnikih je mogoč nenehni nadzor s posebnim aparatom za samodejno uravnavanje nizkih pritiskov v tesnilki.

Kanilam z vgrajenim aspiracijskim kanalčkom nad tesnilko je možno priključiti majhen sesalec z občasnim ali stalnim delovanjem.

Pomanjkljivosti kanil

- a) Kanila je tujek v sapniku
- b) Vse dihalne cevke so po svojem premeru ožje od traheje
- c) Vse se bolj ali manj dotikajo stene traheje, jo dražijo in okvarjajo
- d) Nimajo sposobnosti aktivnega vlaženja zraka ter transporta sluzi navzven
- e) Motijo in ovirajo aktivno fiziološko ustvarjanje sluzi in njen transport
- f) Zaradi njihove ožje svetline in zato hitrejšega vleka zraka, se izločki nabirajo in sušijo tako na spodnjem koncu kot na stenah
- g) Tudi ob sposobnosti močnega kašljanja se vsega izločka – zaradi dolžine kanile – ne more v celoti izkašljati
- h) Ovirajo, zlasti tiste s tesnilko, dinamiko gibanja traheje in grla ter s tem tudi akt požiranja
- i) Nad tesnilko se tako v zgornjem delu traheje kot v grlu in žrelu dolgo zadržujejo vsi izločki, tudi tisti zaradi refluxa iz želodca, kar povzroča dodatne okvare
- j) Površina in globina okvar sluznice traheje je še večja pri preveč napeti tesnilki

Samo ustje traheostome predstavlja stalno odprta vrata tako vhodnim kot izhodnim možnostim infekcije.

Priprava bolnika na odhod iz bolnišnice

Že zelo zgodaj bolnika navajamo k samostojnosti pri običajni negi traheostome in kanile. Učimo ga kako naj kanilo razstavi, jo očisti in si jo ponovno vstavi. Predstavimo jim načine uspešnejšega izkašljevanja izločkov in osnovne ukrepe samopomoči pri poslabšanju dihanja. Z nego in z rokovanjem s kanilo seznanimo tudi svojce.

Ob odpustu bolnik s traheostomo ob vstavljeni kanili prejme naročilnico za še eno kanilo enakega tipa, ki jo bo moral imeti doma pripravljeno za menjavo. Prejme tudi naročilnico za obvezilni material, po potrebi pa tudi za inhalator (predpiše pulmolog), aspirator ter aspiracijske katetre.

Bolnik s traheostomo v domačem ali domskem okolju

Za dobro oskrbo traheotomiranih bolnikov je potrebno osvojiti specifična znanja in veščine. Ta znanja potrebuje v prvi vrsti bolnik sam, v primerih dihalne stiske pri bolniku z dihalno cevko pa tudi zdravstveno osebje na čelu z zdravnikom.

Pri izrazito prizadetih bolnikih je potrebna optimizacija bivalnih prostorov: od namestitve vlažilca prostora, individualnega vlažilca, mesta za shranjevanje in čiščenje kanil ter shranjevanje potrebnega za nego tako stome kot tudi kanile same, do mesta za eventualno potreben aspirator in/ali potreben aparat za dovajanje kisika.

Ob vsakem obisku pri bolniku s traheostomo preverimo:

- vlažnost zraka v bivalnih prostorih
- način, globino in hitrost dihanja
- zvočne fenomene pri dihanju
- oceno refleksa kašlja in njegove moči
- oceno načina požiranja tekočine in hrane
- izgled dihalne cevke in njene okolice (obleka, trak, podloga, preveza)
- izgled kože pod cevko (struktura, barva, bolečnost)
- vsebnost izcedkov (izgled, količina, gostota, barva, lepljivost, vonj, primesi krvi)
- izgled vhoda v sapnik ter sluznice vidnega dela traheje (kraste, erozije, premer)

Priprava za prevezo

V pripravi za prevezo moramo:

- a) pripraviti potrebni material za čiščenje in prevezo
- b) razstaviti kanilo, preveriti njeno pravilno delovanje in delovanje njenih dodatkov (tesnilka in njen ventil, zatič notranje cevke, govorni ventil, vlažilec, itd.)
- c) kanili namazati zunanjo in notranjo cevko z vodotopnim lubrikansom
- d) v odprtini vdenemo trak za privezovanje okrog vratu
- e) namestimo podlogo na kanilo
- f) preveriti delovanje aspiratorja, njegovo čistost in pravilno delovanje (menjava cevi in zbiralnikov na 24 ur), ter ročne zapiralke na aspiracijskem katetru
- g) če je možno uravnati maksimalne jakosti aspiratorja na 80-120 mmHg (to je 10 do 16 kPa)
- h) pripraviti sterilne aspiracijske katetre pravega premera. Ob kanili s tesnilko potrebujemo dve vrsti katetrov različnega premera.

Najlažje nam bo, da bolnik sedi na robu postelje ali ga dvignemo v polsedeči položaj in da nam pri izvedbi pomaga še druga oseba!

Oskrba traheostome

Z napravljeno traheostomo je možnost vnetja ali ustvarjanja granulacij na tem mestu bistveno manjša. Ustje, pretrahealni kanal, oziroma kožo čistimo s fiziološko raztopino bolj z načinom pivnanja z rahlimi potegi radialno navzven v vse smeri in aseptično tehniko.

Za kožo, ki ne izgleda več normalno, uporabimo zaščitne paste, kreme ali film. Če je vendarle prišlo do vnetja kože ob traheostomi namestimo ustrezne sodobne zaščitne hidrokoloidne podloge z večjo močjo vpijanja izločkov.

Ob napredovanju vnetja z odvzemom brisa ugotovimo povzročitelja (zlasti zaradi možne infekcije z MRSA!) in vključimo zdravljenje z izbranim antibiotikom.

Bolnika s traheostomo moramo prevezati običajno enkrat dnevno, pogosteje ko preveza postane hitro mokra zaradi obilnih izločkov.

Aspiracija

Aspiracijo izvajamo le, če je potrebno. Torej le v primeru obilnega pljuvanja, pokašljevanja ali kašlja, hropenja, težjega dihanja oz. drugih patoloških avskultatornih fenomenov ali nezadostni saturaciji krvi s kisikom.

Poseg izvajamo po principih aseptične tehnike, bolniku pa sproti pojasnujemo bolniku naše ukrepe.

Pred aspiracijo naj si bolnik samostojno aktivno očisti zgornje in spodnje dihalne poti in se globoko nadiha.

Pri kanili s tesnilko posesamo nosno in ustno votlino ter žrelo. S potiskom ozkega sterilnega aspiratorja skozi špranjo med ustjem stome in kanile moramo posesati še vse izločke iz grla in traheje nad tesnilko. Če ima kanila vgrajeni aspiracijski kanal, seveda to enostavno izvedemo preko le-tega.

Premier aspiracijske cevke ne sme biti večji kot polovica notranje svetline kanile.

Aspiracijska cevka naj ima le tri odprtine. Z aspiracijsko cevko, namazano z vodotopnim lubrikansom, upravljamo sterilno.

Z dominantno roko držimo aspirator rahlo med palcem in kazalcem.

Najprej posesajmo samo kanilo in le 1 cm pod njo. Aspirator ugasnemo!

Po časovnem predahu skozi kanilo znova potisnemo kateter do nivoja karine oziroma glavnega bronha ter ga izvlečemo za 0,5 cm. Šele nato vključimo aspirator. Jakost sesanja naj bo med 120 – 150 mm Hg oz. 16-20 kPa. Ob počasnem izvlečenju vrtimo kateter med prstoma levo in desno, da posesamo izločke tudi na stenah traheje.

Čas aspiracije naj bo 10-15 sekund. Prenehati moramo, če začutimo, da se aspiracijski kateter prisesa na sluznico, če se pulz zmanjša za 20 utripov ali zviša za 40 in saturacija krvi s kisikom pade pod 90%.

Ves čas opazujemo količino in vsebnost posesanih izločkov ter odzivnost bolnika.

Če je potrebno postopek ponovimo s predahom, v katerem si bolnik opomore in ponavljajoče globoko zadiha.

Ob zaključku aspiracijskih postopkov naj bo dihanje sproščeno, brez zvočnih fenomenov.

Menjava kanile

Če ne ugotovimo nobenih subjektivni ali objektivnih zapletov, lahko dnevno 1 do 2 krat menjamo le notranji vložek, kanilo pa 1 krat tedensko. V nasprotnem primeru se menjava prilagaja stopnji zapletov. Tik pred menjavo naj bolnik 3-4 krat počasi, a globoko vdahne in izdahne. S takšnim dihanjem naj nadaljuje tudi med hitrim izvlekom ter ponovno vstavitvijo dihalne cevke, saj se tako bistveno zmanjša refleks kašlja. Smer odstranjevanja in ponovne vstavitve (predhodno pripravljene) kanile oponaša krivuljo pretrahealnega kanala, ustja in traheje.

Takoj po vstavitvi kanile napihnemo še tesnilko. Idealni pritisk v tesnilki je 25 oziroma med 20 in 27 cm H₂O, kar je 15 – 20 mm Hg. To se praktično napravi tako, da v plastično brizgalko potegnemo zrak in ga potisnemo skozi cevko z ventilom v cuff. Sprva napravimo lahen nadpritisk, nato pa izpustimo bat brizgalke. Nadpritisk zraka potisne bat navzven (nazaj). Spontana zaustavitev bata pomeni, da je pritisk v cuffu ravno pravilen. Šele takrat brizgalko dekonektiramo, rdeč ventil se tedaj avtomatično zapre.

Zaradi nenehno dinamično spreminjajočega trodimenzionalnega gibanja traheje priporočamo kljub temu kontrolo pritiska v tesnilki s posebnim ročnim manometrom ali aparatom za samodejno uravnavanje pritiska.

Položaj dihalne cevke na koncu učvrstimo z zavezovanjem traka okrog vratu.

Zapleti

Ko je bolnik že v domski ali domači negi, govorimo le o poznih zapletih.

- Zoževanje svetline (premera) kanile z nabiranjem gostega, žilavega, zasušenega sekreta po stenah ali na spodnjem robu kanile predstavlja številčno najbolj pogost zaplet. Strdki se ustvarjajo tudi v sapniku in sapnicah. Včasih so tako veliki, da izgledajo kot pravi odlitek. V skrajnem primeru bolnik vse bolj prehaja v dihalno stisko in se lahko tudi zaduši.
- Traheitis (oziroma traheobronchitis) je v določeni manjši ali večji stopnji stalno prisoten. Nikoli ni odveč preverjati položaja kanile in eventualnega drgnjenja stene traheje zlasti na nivoju spodnjega roba kanile in/ali predela tesnilke.
- Dermatitis ali celulitis okrog traheostome je posledica praktično stalnih preobilnih izločkov ki prihajajo iz zgornjih dihalnih in prebavnih poti ter zatekajo v grlo in trahejo nad tesnilko ter polzijo navzven skozi špranjo med kanilo in ustjem traheje. Takrat so

potrebne pogoste preveze in obloge za zaščito kože. V manjši meri lahko ta vnetja povzročajo izcedek iz spodnjih dihalnih poti.

- Zdrs kanile iz traheje je večinoma le delni, redko popoln. V zgodnejšem obdobju se lahko po traheotomiji (ne stomiji) napravi žep pod ustjem pred steno traheje. Pri »debelem vratu« je dolžina navadnih kanil zato prekratka in če je še prerahlo učvrščena na vratu, lahko zdrsne v ta žep. Izredno redka je možnost zdrsa kanile ali daljšega tubusa skozi nastalo traheoezofagalno fistulo v požiralnik. V obeh primerih je prehod zraka skozi očiščeno kanilo zelo slab ali ga ni, aspirator pa lahko potisnemo le do spodnjega roba kanile (lahko pa pride tudi do subkutanega emfizema in pneumotoraksa). **Ne s silo tiščati kanilo ali kateter.**
- Pozna krvavitev: najpogostejše sluznica traheje malo zakrvavi, ko se ob kašljanju odlušči zasušeni izloček. Ob nadaljnjem izkašljevanju je vse manj krvavkaste primesi in le ta spontano preneha. Kasna blažja krvavitev je večinoma posledica krvavitve iz granulacijskega tkiva na vhodu v trahejo ali v nivoju spodnjega konca kanile. Pri ponavljajočih krvavitvah moramo z endoskopom ugotoviti vzrok in mesto ter ustrezno ukrepati (kemokaustika, elektrokaustika, ablacija, hemostaza, vstavev drugačne kanile ali tubusa).
- Traheomalacija: dolgotrajno nespoznana ulceracija sluznice zaradi nepravilno izbrane velikosti ali ukrivljenosti kanile in/ali preveč napihnjene tesnilke lahko zajame del ali celotno steno traheje. Reparacijski procesi lahko povzročijo brazgotinjenje s stenozo, napredovanje pa malacijo ali traheoezofagalno fistulo. Incidenca teh zapletov je danes k sreči manj kot 1%, a je njihovo zdravljenje še vedno zelo zapleteno in rizično.

Prva pomoč v dihalni stiski

Zaradi možnih zapletov, ki lahko bolniku v zelo kratkem času povzročijo življenje ogrožujočo dihalno stisko, so bolniki s traheostomo visoko rizični z nizko incidenco zapletov (high-risk, low-incidence). Ob takem bolniku takoj oceni stopnjo težavnosti dihanja. Odstrani celotno kanilo. Odredi počasne vdihe in kar se da eksplozivne izdihe s takojšnjim kašljem. Na ta način se uspe izločiti največ sekreta iz spodnjih dihalnih poti – tudi gostejšega in krustoznega. Aspiriraj preostale izločke v traheji in bronhusih. Pokliči dodatno osebo in/ali urgenco v pomoč.

Če z vsemi temi postopki ni uspeha, preostane ob reanimacijskih postopkih še prijem po Heimlichu ter umetno dihanje usta na traheostomo.

Običajno takšnega bolnika prepelješ tudi v bolnišnico, da se kontrolira in očisti spodnje dihalne poti tudi endoskopsko.

Dekanilacija

Dekanilacijo izvedemo pri psihično in fizično dobro urejenem ali vodljivem traheotomirancu, ko ob požiranju vseh oblik hrane in pijače ne prihaja več do aspiracije in ko pacient dobro diha ob zaprti stomi. To moramo potrditi z daljšim kliničnim opazovanjem in preiskavami, vključujoč endoskopijo. Istočasno mora biti bolezen zaradi katere smo morali napraviti traheostomo ozdravljena ali dolgoročno zelo dobro zazdravljena. Po odstranitvi dihalne cevke traheotomijski kanal večinoma spontano zaraste. Traheostomo pa zapiramo dvoslojno z manjšim ambulantnim operativnim posegom v lokalni anesteziji.

Zaključek

Takoimenovana dobra praksa dela v centrih za intenzivno terapijo se je nagnila pri kritično bolnih k hitrejši odločitvi za traheotomijo oziroma stomijo. Z izboljšanjem načinov zdravljenja ter nege je možno zmanjšati čas potrebne umetne ventilacije in s tem čas bivanja v centrih za intenzivno terapijo. To pomeni hitrejšo premestitev traheostomiranih bolnikov v sobe za intenzivno nego na oddelke, nato v domove za nego invalidov ali starostnikov, pa tudi v domačo nego. V bodoče moramo pričakovati vse večje število takih bolnikov, posebej med rizično kronično bolnimi starostniki. Izbrani zdravnik, celotni diplomirani, višji ter srednji zdravstveno strokovni ter laični oskrbovalni team mora osvojiti znanja in veščine tako potrebne nege kot zlasti ukrepov nujne pomoči pri bolniku s traheostomo, saj so le ti povezani z življenje ogrožujočo dihalno stisko in/ali krvavitvijo.

Literatura

1. Munda A, Varžič J, Čuček-Remic R, Jeličić M, Mastnak J, Lončarič Z, Jurgec D, Splošna bolnišnica Maribor. Sekcija medicinskih sester za zdravstveno nego stom. Dihalne stome zbornik predavanj. Splošna bolnišnica Maribor; 1999: 57-119.
2. Morris LG, Zoulman RA, Roccaforte JD, Amin MR. Monitoring tracheal tube cuff pressures in the intensive care unit: a comparison of digital palpation and manometry. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology* 2007; 116 (9): 639-42
3. Lindman JP, Morgan CE. Tracheotomy. Updated January 2015: 1-31. Dosegljivo na: <http://emedicine.medscape.com>
4. Pedersen CM, Rosendahl-Nielsen M, Hjermand J, Egorod I. Endotracheal suctioning of the adult intubated patient – what is the evidence? *Intensive and Critical Care Nursing* 2009; 25:21-30
5. Perry AG, Potter PA. Airway management. In: *Clinical Nursing Skills & Techniques* 7th Edition St. Louis, Missouri: Mosby; 2010: 674-98
6. Paul F. Tracheostomy care and management in general wards and community settings: literature review. *Nursing in Critical Care* 2010; 15:76-85

7. Spiegel JE. Endotracheal tube cuffs: design and function *Anesthesiology news* 2010; 51-8
8. Munda A. Univerza v Mariboru. Oddelek za ORL in MFK Katedra za družinsko medicino Medicinska fakulteta Maribor. Sodelovanje otorinolaringologa z zdravnikom družinske medicine zbornik predavanj. Univerza v Mariboru; 2010: 49-60
9. Weiss M, Doell C, Koepfer N, Madjdipour C, Woitzek K Bernet V. Rapid pressure compensation by automated cuff pressure controllers worsens sealing in tracheal tubes. *British Journal of Anaesthesia* 2008; 102(2):273-78
10. Fertl S, Bernet V, Schmitz A, Woitzek K, Weiss M. Klinische Evaluation eines Überdruckventils für Kindertuben mit Cuff. *Anaesthesist* 2009; 58:16-23
11. Chadha NK, Gordin A, Luginbuehl I, Pattersson G, Campisi P, Taylor G, Forte V. Automated Cuff Pressure Modulation. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2011; 137(1): 30-34
12. Durbin CG Jr. Tracheostomy: why, when, and how?. *Respir Care.* 2010 Aug. 55(8):1056-68
13. Mitchell RB, Hussey HM, Setzen G, Jacobs IN, Nussenbaum B, Dawson C, et al. Clinical consensus statement: tracheostomy care. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2013 Jan. 148(1):6-20

18. Oskrba dihalne poti pri poškodovani vratni hrbtenici

Tanja Kuprivec

Najpogostejše poškodovan predel hrbtenice pri topih poškodbah je vratna hrbtenica (2-5%), največkrat je posledica prometnih nesreč in padcev. Ta odstotek je višji pri hudi poškodbi glave, motnji zavesti in žariščnih nevroloških izpadih. Pogosto je pri bolnikih s sumom na poškodbo vratne hrbtenice potrebna oskrba dihalne poti zaradi varovanja dihalne poti, preprečevanja hipoventilacije, hipoksije in hipotenzije, ki je direktna posledica poškodbe hrbtenjače, glave ali drugih telesnih regij. (1,8)

Najpogostejše poškodovan predel vratne hrbtenice je na nivoju C4-C7. Pri poškodbi v nivoju nad C4 je intubacija in mehanska ventilacija potrebna zaradi okvare n. phrenicusa (C3-C5) in posledične disfunkcije diafragme. Pri poškodbah v nivoju spodnjih vratnih in/ali zgornjih torakalnih vretencih pa nastopi respiratorna insuficienca zaradi izgube oživčenosti medrebrnih mišic. Značilna je znižana forsirana vitalna kapaciteta, povečano izločanje v dihalnih poteh, slabša izmenjava plinov, pojav atelektaz in edema mehkih tkiv. (1,2)

Premiki vratne hrbtenice med intubacijo

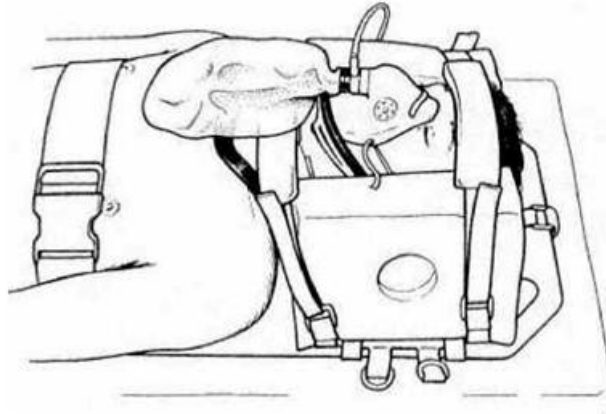
Zaradi bližine struktur dihalne poti in vratne hrbtenice med intubacijo lahko pride do pomembnih premikov hrbtenice in hrbtenjače. Do največjih premikov pride od nivoja C4 navzgor. Za tradicionalni "sniffing" položaj je značilna skoraj popolna ekstenzija atlantookcipitalnega in atlantoaksialnega sklepa ter fleksija spodnjih vratnih vretenc. (1,9)

Hauswald et al. je v študiji na truplih (umrlih zaradi poškodb) dokazal največje premike pri predihovanju z obrazno masko (2.93 mm), sledila je orotrahealna intubacija z vodilom (1.65mm) in brez njega (1.51 mm), do najmanjših premikov pa je prišlo pri nazalni intubaciji (1.2 mm). Sawin et al. je v svoji študiji meril premike pri posameznih stopnjah intubacije. Najmanjši premiki nastopijo pri vstavljanju laringoskopa, medtem ko dvig žlice laringoskopa povroči pomembno ekstenzijo v atlantookcipitalnem in atlantoaksialnem sklepu, sama vstavitev dihalne cevke pa doda še rotacijske premike. (1,2,9)

Imobilizacija vratu

Pri preprečevanju sekundarnih poškodb vratne hrbtenice je zelo pomembna pravilna imobilizacija. Zlati standard je kombinacija imobilizacijske deske, vratne opornice, vrečk peska

in trakov. Tak način imobilizacije lahko povzroči poškodbe zaradi pritiska in močno omeji odpiranje ust in vidljivost ob laringoskopiji.



Slika 1: Imobilizacija vratu (10)

Ročna stabilizacija v osi (manualna in-line stabilizacija)

Zaradi omejenega odpiranja ust ob nameščenih vratnih opornicah se za potrebe orotrahealne intubacije pogosto odstrani sprednji del vratne opornice ob hkratni ročni in-line stabilizaciji. Pomočnik, ki izvaja in-line stabilizacijo, stoji za poškodovančev glavo ali ob njem. S prsti in dlanmi obeh rok objame bolnikovo zatilje in mastoidni odrastek ter nežno nasprotuje silam, ki spremljajo oskrbo dihalne poti. Z in-line stabilizacijo se vidljivost direktne laringoskopije zmanjša za približno 45% (ocena po Cormack Lehanu III), zato je priporočljiva intubacija s pomočjo elastičnega bougija. Po uspešni intubaciji je potrebno ponovno namestiti vratno opornico. (1)



Slika 2: Ročna imobilizacija v osi. (10)

Možnosti oskrbe dihalne poti

V zadnjih desetletjih so se priporočila za oskrbo dihalne poti pri poškodbi vratne hrbtenice močno spreminjala. Nekoč je kot zlati standard veljala kirurška krikotirotomija, v 80. letih

prejšnjega stoletja je prednjačila nazalna intubacija, v 90. letih pa intubacija z upogljivim bronhoskopom pri budnem bolniku. Šele po letu 2000 je na veljavi pridobil videolaringoskop v kombinaciji z in-line stabilizacijo ali trdo vratno opornico. (1)

Oskrbe dihalne poti pri sumu na poškodovano vratno hrbtenico se lotimo po protokolu otežene intubacije. Stanja kot so nesodelujoč bolnik, krvavitev in sekrecija, tujki v dihalni poti, motnja zavesti ter prisotnost imobilizacijskih sredstev še dodatno otežijo vstavitev dihalne cevke. (9)

Ventilacija z obrazno masko ob nastavljeni vratni opornici je težavna, potekati mora brez zvrčanja glave. V pomoč so lahko nazo-/orofaringealni tubusi. (9)

Intubacija z upogljivim bronhoskopom pri budnem bolniku je odlična metoda oskrbe dihalne poti pri elektivnih ali semiurgentnih posegih. Omogoča spremljanje nevrološkega statusa pred in po intubaciji ter kirurškem nameščanju položaja bolnika. Pogoj za uspešnost je dobro sodelovanje bolnika in ustrezna usposobljenost izvajalca intubacije. Anksioznost bolnika lahko zmanjšamo s kontinuirano infuzijo remifentanila in dexmedetomidina. Intubacijo zaradi slabše vidljivosti otežijo kri in drugi izločki znotraj dihalne poti. (6)

Indirektnost in angulacija videolaringoskopa prispevata k manjšim premikom vratne hrbtenice med laringoskopijo in intubacijo. Videolaringoskop ima ožjo žlico, zato omejeno odpiranje ust ob imobilizaciji vratne hrbtenice ne predstavlja večje težave pri oskrbi dihalne poti. Podobno kot intubacija z bronhoskopom tudi intubacija z videolaringoskopom zahteva določeno stopnjo usposobljenosti izvajalca, prav tako je vidljivost zmanjšana ob povečani sekreciji v dihalnih poteh. Kljub tem omejitvam pa posamezne študije dajejo prednost videolaringoskopu pred intubacijo s klasičnim laringoskopom, saj omogoča večjo vidljivost ob in-line stabilizaciji. (7)

Direktna laringoskopija je enostavna metoda in je zato primerna za urgentne posege. V izkušenih rokah je varen, učinkovit in hiter način varovanja dihalne poti, predvsem v kombinaciji z elastičnim bougijem. (3)

Uporaba intubacijske laringealne maske je še vedno vprašljiva, saj posamezne študije dokazujejo pomembne premike na nivoju vratne hrbtenice. Po drugi strani pa predstavlja idealno orodje za reševanje situacije “can’t intubate, can’t ventilate”. Nekatere študije namigujejo, da je intubacija z Airtraqom hitrejša in manj travmatska v primerjavi z direktno laringoskopijo. Podobni rezultati pričajo tudi v prid uporabi intubacijski Fastrach maski v kombinaciji z elastičnim bougijem. (4,5)

Minimalne premike in pritisk na mehka tkiva vratu bi naj omogočala indirektna videolaringoskopija v kombinaciji z bronhoskopom, ki služi kot upogljivo vodilo za dihalno cevko.

V primeru neuspeha v zgoraj naštetih metodah ne smemo pozabiti na kirurško oskrbo dihalne poti (krikotomotomija, traheotomija). (9)

Zaenkrat še nobena študija ni dokazala superiornosti posamezne metode varovanja dihalne poti pri bolniku s poškodovano vratno hrbtenico. Načrt oskrbe dihalne poti mora temeljiti na individualnosti posameznega bolnika, nujnosti posega ter poznavanju in rokovanju z opremo s strani izvajalca.

Literatura:

1. Austin N, Krishnamoorthy V, Dagal A. Airway management in cervical spine injury: Int J Crit Illn Inj Sci. 2014 Jan-Mar; 4(1): 50–56.
2. Shank C, Walters BC, Hadley MN. Current topics in the management of acute traumatic spinal cord injury: Neurocritical care 2018: 1-11. Springer.
3. Stephens CT, Kahntroff S, Dutton RP. The success of emergency endotracheal intubation in trauma patients: A 10-year experience at a major trauma referral center. Anesth Analg. 2009;109:866-72.
4. Gerstein NS, Braude DA, Hung O, Sanders JC, Murphy MF. The Fastrach intubating laryngeal mask airway: An overview and update. Can J Anaest. 2010;57:588-601.
5. Arslan ZI, Yildiz T, Baykara ZN, Solak M, Toker K. Tracheal intubation in patients with rigid collar immobilisation of the cervical spine: A comparison of Airtraq and LMA CTrach devices. Anaesthesia. 2009;64:1332-6.
6. Malcharek MJ, Rogos B, Watzlawek S, Sorge O et al. Awake fiberoptic intubation and self positioning in patient at risk of secondary cervical injury: A pilot study. J Neurosurg Anesthesiol. 2012;24:217-21.
7. Mosier JM, Stolz U, Chiu S, et al. Difficult airway management in emergency department: Glidescope videolaryngoscopy compared to direct laryngoscopy. J Emerg Med. 2012;42:629-34.
8. Berney S, Bragge P, Granger C et al. The acute respiratory management of cervical spinal cord injury in the first 6 weeks after injury: a systematic review. Spinal cord. 2011;49(1):17-29.
9. Diedrich, D.A., Rose, P.S. & Brown, D.R. Curr Anesthesiol Rep (2013) 3: 197. <https://doi.org/10.1007/s40140-013-0022-9>
10. <https://www.barnardhealth.us/cardiac-output/airway-and-cervical-spine.html>

Uvod

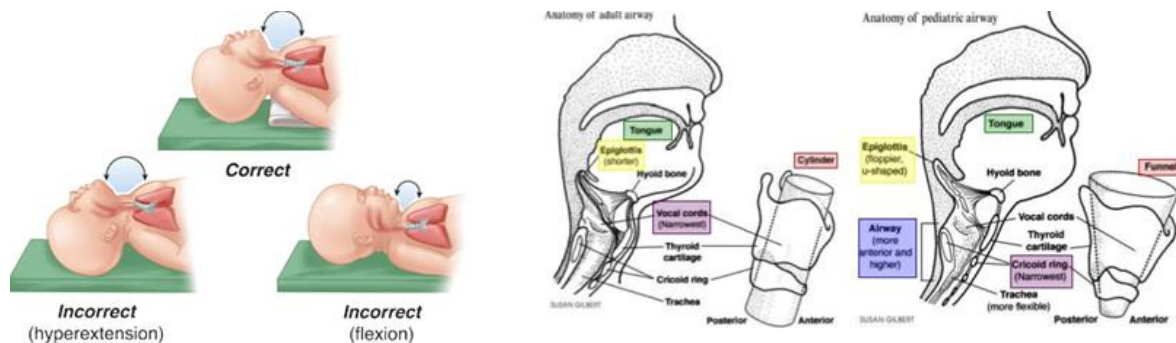
Ena izmed pomembnejših nalog anesteziologa je vzpostavitev dihalne poti. Za le-to je potrebno tako teoretično kot praktično znanje te veščine. Poznanje anatomije, fiziologije in patologije je esencialno, prav tako tudi poznanje različnih pripomočkov in načinov vzpostavitve dihalne poti. Velika večina anesteziologov postopke vzpostavitve dihalne poti pri odraslih obvlada. Žal otroci niso le pomanjšane odrasle osebe, tako je potrebno vso znanje in izkušnje posebej nadgraditi.

V prispevku bodo opisane anatomske in fiziološke razlike ter priprava na vzpostavitev dihalne poti.

Razlike med otroci in odraslimi so velike. Pri otrocih mlajših od enega leta in nedonošenčkih so razlike toliko bolj občutne.

Anatomske posebnosti

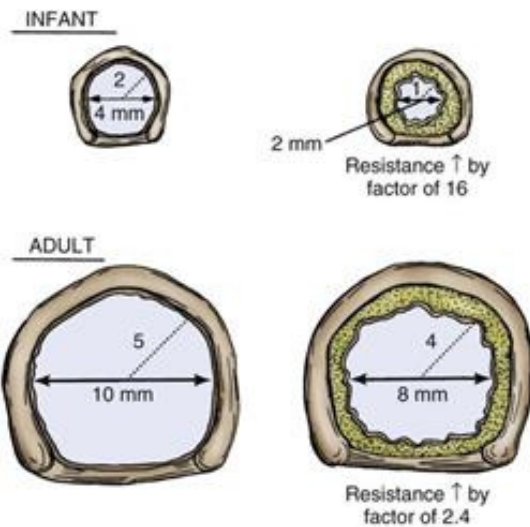
Razmerje med velikostjo glave in telesa je prva najbolj očitna. Na račun večje glave oziroma prominentnega tilnika, fleksija glave naprej povzroča zaporo dihalne poti. Za lažjo vzpostavitev dihalne poti in začetno predihavanje preko obrazne maske je potrebno glavo izravnati, kar najlažje storimo, če otroka podložimo pod thoraks. Druga anatomska razlika je relativno velik jezik, ki lahko zastira laringoskopijo. Grlo pri otroku leži višje in spredaj (pri dojenčku na višini C2 – C3. Z rastjo se spušča na nivo C4 – C5). Vzdolžna os leži v smeri navzdol in naprej. Najozžje mesto dihalne poti je v višini krikoidnega hrustanca, torej pod glasilkama. Tako je ob vizualizaciji glasilk vhod v trahejo videti večji, tubus pa pod glasilkami morda ne bo šel globlje. Epiglotis je daljši, relativno trd, oblikovan v obliki črke U in pod kotom 45° prekriva vhod v grlo. Pogosto je za prikaz vhoda v grlo potrebno epiglotis privzdigniti s konico laringoskopa, zato je pri dojenčkih priporočljiva uporaba laringoskopa z ravno žlico (pazi bradikardija). Sapnik je kratek, zato je potrebno natančno določiti lego tubusa po intubaciji in ga tudi pazljivo pritrditi, položaj pa preveriti po vsaki spremembi položaja otroka. Hrustančni obročki sapnika so mehki, ob pritisku z zunanje strani vratu se lahko stisnejo. Do njihovega kolapsa lahko privede tudi hlastanje otroka za zrakom pri zapori zgornjih dihalnih poti. Rebra so položena vodoravno, dihanje pri otroku je pretežno diafragmalno. Dihanje lahko močno ovirajo povečani organi v trebušni votlini. Sluznica je zelo občutljiva na poškodbo in hitro se lahko razvije njen edem, ki povzroča hropenje zaradi ožanja dihalne poti. Upor v dihalni poti narašča s četrto potenco polmera dihalne poti, to pa močno poveča otrokov napor pri dihanju.



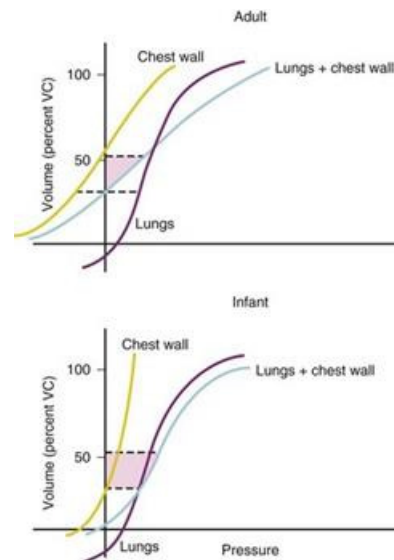
Slika 1: Položaj pred vzpostavitvijo dihalne poti
Slika 2: Anatomske razlike odrasli/otroci

Fizološke posebnosti

Pediatrska populacija ima številne fiziološke predispozicijske dejavnike, ki lahko privedejo do hipoksije in so odgovorni za srčni zastoj v 80%. Povišan bazalni metabolizem je odgovoren za višjo porabo kisika, ki je v mirovanju ocenjena na cca. 6 mL/kg/min, v primerjavi z odraslimi, pri katerih je ocenjena na 3 mL/kg/min. To skupaj z zmanjšano funkcionalno residualno kapaciteto, privede do zelo hitre desaturacije. Sestava dihalnih mišic dojenčka se razlikuje od sestave dihalnih mišic odraslega. Pri nedonošenčku je le 10% vlaken tipa I, pri donošenčku 30%, ob koncu prvega leta pa 55%, kar je enako kot pri odraslem. To so na utrujenost odporna vlakna. Pri nedonošenčkih imamo tako približno 6 sekund časa za intubacijo. Produkcija CO₂, je po drugi strani do dvakrat višja kot pri odraslem. Dihalni volumen je pretežno konstanten, zato je za zadostno minutno ventilacijo potrebna višja frekvenca dihanja. Podajnost pljuč novorojenčka se po rojstvu počasi povečuje, dokler se iz pljučnih mešičkov ne odstrani vsa tekočina in je v starosti enega tedna enaka, kot je pri odraslih. Podajnost prsnega koša pa je pri novorojenčku bistveno večja kot pri odraslem. Zato prsni koš nudi slabo nasprotno silo gibanju prepone za vzdrževanje funkcijske rezidualne kapacitete (functional residual capacity - FRC). Stanje se še poslabša pod vplivom inhalacijskih anestetikov; nastane paradokсно gibanje prsnega koša, FRC pa se zmanjša. Skozi-pljučni (transpulmonalni) tlak, potreben za napolnitev pljuč z zrakom (inflacijo), je podoben pri odraslih in dojenčkih. Med nadzorovanim predihavanjem je normalen največji inspiracijski tlak 2-2,67 kPa (15-20 cm H₂O).



Slika 3: Močno povečan upor pri edemu sluznice



Slika 4: Razlika compliance otroci/odrasli

Priprava

Priprava se prične že pri podrobni anamnezi in kliničnem pregledu. Povprašamo o morebitnih komplikacijah ob rojstvu, kroničnih respiratornih boleznih, zapletih pri prejšnjih anestezijah, alergijah, akutnem respiratornem infektu v preteklih treh tednih, oziroma kašljanju, izcedku iz nosu, spremembah v glasu, smrčanju, oteženem dihanju, težavah pri dojenju. Kar nekaj kogenitalnih sindromov pa je zaradi anatomskih posebnosti, znanih po predvideni oteženi intubaciji. (Pier robin sy., Treacher Collins sy., Hunter in Hurler sy., Freeman-Sheldon sy., Klippell-Feil., Down sy.). V klinični praksi je pri otrocih težje predvideti težko intubacijo. Za potencialno oteženo intubacijo se tako lahko smatra vsak otrok mlajši od enega leta, ASA III, IV, otroci predvideni za kardiološki poseg, Mallampati III in IV, ter nizek indeks telesne teže.

Tehnični pripomočki

- Dihalni balon s kisikom oz. anestezijski aparat
- Laringoskop (preveri jakost svetlobe) in Millerjeve /MacIntosheve žlice več velikosti
- Ustno-žrelni tubus (pravilna velikost je razdalja med usti in angulusom mandibule)
- Dihalne maske
- Orotrahealni tubusi (brez ali z mešičkom) ali laringealne maske
- Aspiracijski katetri in delujoč aspirator

- Vodila
- Zdravila

Izbor je raznolik in pogosto odvisen od znanja in izkušenj posameznega anesteziologa. Pri odmerjanju zdravil pa je potrebno upoštevati starostno pogojene razlike v farmakokinetiki in dinamiki. Od opijatov se lahko uporabi fentanyl (2mcg/kg). Pri tem je potrebno vedeti, da v večini primerov pri otrocih povzroči kašljanje, v manjšem procentu tudi prehodno rigidnost prsnega koša. Od sedativov Propofol 2-5mg/kg. Zaradi svojega iritativnega učinka in velikokrat pekoče aplikacije ga sicer lahko apliciramo tudi v kombinaliciji z lokalnim anestetikom. Med mišičnimi relaksanti pa je trenutno rokuronij praktično izpodrinil succinilholin, saj v primeru neuspele vzpostavitve dihalne poti, lahko uporabimo antidot-bridion. Atropin je pogosto priporočen v dozi 0,02 mg/kg TT 2-3 min pred manipulacijo dihalne poti zaradi izrazitega vagalnega odziva otrok.

Vzpostavitev dihalne poti pri otroku

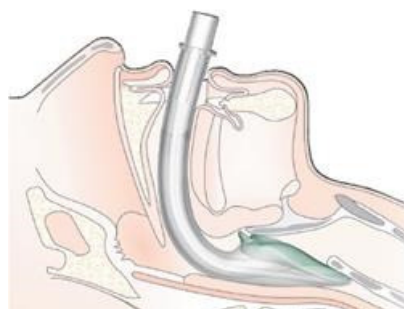
Optimalen položaj, z rahlo ekstenzijo glave omogoča najboljše pogoje za predihovanje preko obrazne maske in laringoskopijo. Pri novorojenčku in dojenčku dosežemo optimalni položaj s podlaganjem komprese pod prsni koš, manjših otrok ni potrebno podlagati, večjim otrokom in odraslim pa rahlo podložimo glavo.

Preoksigenacija z dihalno masko in predihavanje, po potrebi z ustno-žrelno cevko, v zgoraj opisanem položaju, ob dvigu spodnje čeljusti (pozor pred vpihovanjem v želodec).

Uporaba laringealne maske je relativno enostavna. Že pri uporabi klasične laringealne maske je bil uspeh 95% (6), vstavitev i-gel, maske pa je še lažji in prilagajanje boljše.



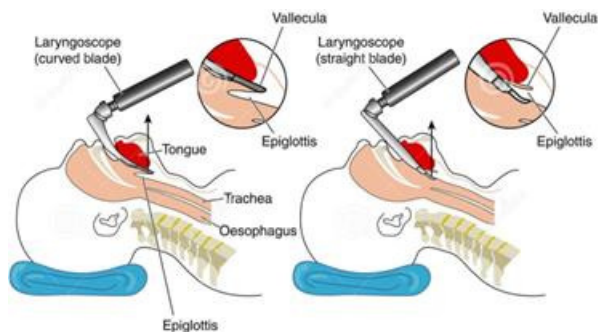
Slika 5: vstavitev i-gel maske



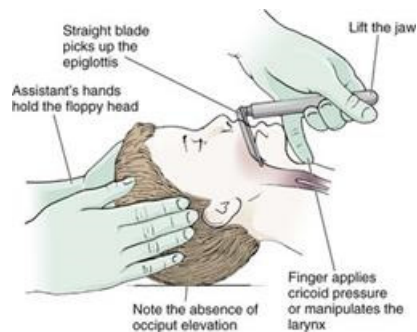
Slika 6: vstavljena i-gel maska

Otroke do 4 let načeloma laringoskopiramo z ravno (Miller) žlico ustrezne velikosti, starejše pa z ukrivljeno (MacIntosh). Laringoskop vstavimo skozi desni ustni kot, odmikamo jezik v levo in drsimo proti poklopcu. Z Millerjevo žlico zajamemo poklopec, z Machintoshevo pa zdrsnemo pod njega v valeculo. Ročaj laringoskopa, ki s prsnim košem tvori kot cca. 60 stopinj dvignemo navzgor in od sebe, pazimo pa da ne izvajamo vzvoda v zapestju. Omenjen manever

izravna vse tri osi dihalne poti in omogoči preglednost struktur grla. Če preglednost grla ni zadovoljiva si lahko pomagamo z zunanjo manipulacijo grla. Pod kontrolo oči uvedemo tubus z desno roko ob žlici laringoskopa, med glasilki, do oznake na tubusu.



Slika 5: Laringoskopija z ravno / ukrivljeno žlico



Slika 6: Manipulacije za boljšo vizualizacijo

Glede velikosti endotrahealnega tubusa se odločamo na podlagi otrokove starosti.

- (starost v letih/4) + 4 za ETT brez mešička,
- (starost v letih/4) + 3 za ETT z mešičkom.

Vedno si pripravimo še tubus, ki je za polovico številke večji in enega, ki je za polovico številke manjši. Velikost lahko izberemo tudi s primerjanjem debeline otrokovega mezinca ali premera nosnice. Zelo pomemben je pravilen izbor, saj premajhen tubus pomeni povečan upor dihanju, kar posledično poveča dihalno delo, lažje premike iz optimalne lege, prevelik pa lahko poškoduje sluznico sapnika in lahko povzroči posledične stenoze. Uporabiti ETT z ali brez mešička? – Tradicionalno velja za mlajše od 8 let uporaba ETT brez mešička (manjša verjetnost post - intubacijskega stridorja in stenoze sapnika), vendar obstajajo tudi otroški tubusi s tesnilnimi mešički z velikim volumnom in majhnim pritiskom na sluznico sapnika, ki omogočajo boljšo ventilacijo pri stanjih z majhno podajnostjo (komplianco) pljuč in bolj zaščitijo pred aspiracijo želodčne vsebine ter druge prednosti (anestezijski plini ne uhajajo, možna ventilacija z manjšimi pretoki dihalne zmesi, natančnejša kontrola ventilacije in $p\text{CO}_2$). Tako se je uporaba ETT z mešičkom močno povečala in se ETT brez mešička uporablja le še pri zelo malih otrocih in nedonošenčkih, ki potrebujejo velikost ETT 3,5 ali manj. Zelo pomembno je vzdrževati tlak v tesnilnem mešičku pod 25. Po vstavitvi ETT nujna kontrola lege oz. globine in pritrditev. Zaradi velikosti je potrebno previdnejše rokovanje, saj se lahko tubus ob minimalni manipulaciji lahko izmakne. Po vsaki manipulaciji, premikanju otroka je potrebno ponovno preveriti lego tubusa s auskultacijo. Konica tubusa lahko že ob fleksiji in defleksiji glave znatno spreminja položaj! V redkih primerih, ko je potrebna enostranska pljučna ventilacija lahko uporabimo dvolumenski tubus (velikosti so primerne za otroke, ki so starejši od 6-8 let). Kot alternativa za malnjšje otroke obstaja Arnoldtov endobronhialni bloker, ki ga lahko uvedemo skozi ETT 4,5 in Univent tubus, kateri je primeren tudi za ETT 3,5.

Monitoring in zdravila za intubacijo:

Kot za vsak uvod v anestezijo se predhodno primerno pripravimo. Uvod v anestezijo je lahko intravenski ali inhalacijski. V prispevku bomo opisali intravenski uvod.

Vsa otrokova tkiva so nežna, zato je potrebna nežna in natančna manipulacija pri predihovanju in vzpostavljanju dihalne poti. Zaradi mehkih hrustancev grla, lahko med predihavanjem z obrazno masko s prsti stisnemo in zapremo dihalno pot! Zato potrebujemo različno opremo primerne velikosti: maske različnih velikosti in oblik, zbirko različno velikih tubusov in različnih krivin; ustnožrelne dihalne cevke, laringoskope različnih velikosti, ukrivljene in ravne lopatke, prijemalke, aspiratorje, balone za predihavanje z nepovratnim ventilom. Od zdravil bomo uporabili sedativ, analgetik in mišični relaksant. Od sedativov najpogosteje uporabljamo Propofol. Odmerki propofola v sedativne namene so 2-3 mg/kg tt, nato v infuziji 250 µg/kg tt/min. Med analgetiki najpogosteje posežemo po Fentanilu in Alfentanil.

Začetni odmerek fentanila pri anesteziji je 2-5 µg/kg tt. Učinek traja 30-60 minut. Odmerek v infuziji je 2-4 µg/kg tt/h. Učinek alfentanila je le 25 % učinka fentanila, učinkuje štirikrat hitreje, čas učinkovanja pa je bistveno krajši. Odmerek je 5-10 µg/kg tt i.v. Od mišičnih relaksantov zadnja leta uporabljamo skoraj izključno rokuronij, kateri ima edini dostopen antidot. Njegov nastop učinka in čas delovanja je odvisen od doze. Navadno uporabljamo 0,6 mg/kg TT, če pa želimo takojšen in dolgotrajen učinek uporabimo dozo 1,2 mg/kg TT.

Ukrepi ob težki intubaciji

V primeru pričakovane težke intubacije se dodatno primerno pripravimo. Zraven standardnih pripomočkov si pripravimo še laringealne maske, fast-trah maske, fleksibilne in rigidne optične inštrumente, videolaringoskop, bronhoskop. Najbolj stresna situacija je, ko otroka ne moremo intubirati niti ventilirati. Zato je uvod v anestezijo pri pričakovani težki intubaciji navadno s sedacijo in zdravili, ki jih v primeru nezmožne intubacije lahko konvertiramo z antidoti. V primeru nepričakovane težke intubacije, je ukrepanje odvisno od tega ali je predihovanje preko obrazne maske možno ali ne. V vsakem primeru si pokličemo pomoč. Če je predihovanje preko obrazne maske možno, si lahko privoščimo do tri poizkuse intubacije, oziroma poizkusimo z alternativnimi pripomočki. V primeru da predihovanje preko obrazne maske ni možno, uporabimo antidote za zdravila, ki smo jih dali za uvod v anestezijo in v skrajnem primeru posežemo po kirurških metodah vzpostavitve dihalne poti. (perkutana ali kirurška cricothyrotomija, če je otrok starejši kot 10 let, če pa je mlajši igelno cricothyrotomijo, vendar je tu potreben še Jet ventilator).

Zaključek

Orotrahealna intubacija otrok je zaradi razvojnih razlik in velikosti specifična. Obremenilen dejavnik je tudi krajši čas, ki ga imamo na voljo za prikaz struktur grla in strah pred neuspešno ventilacijo in oksigenacijo, če ne uspemo dihalne poti trajno oskrbeti. Zahteva dodaten trening in določeno število (30-40) uspešnih intubacij, da se pridobi zadostna stopnja sigurnosti. Pri otrocih je zelo pomembna tudi psihična priprava in umirjen uvod v anestezijo. Vsekakor velja, da mora biti otrok pred intubacijo v globoki anesteziji, saj lahko v primeru plitve anestezije hitro povzročimo bronhospazem. Vsekakor pa je najpomembnejše zagotoviti ustrezno predihavanje in oksigenacijo z optimiziranim predihavanjem z masko ali supra glotičnim pripomočkom, kar pa je tudi potrebno vaditi v vsakodnevni praksi.

Literatura

1. Lee BS, et al. Pediatric airway management. Clin Ped Emerg Med 2001; 2(2): 91-106.
2. Golden S. Cuffed vs.uncuffed endotracheal tubes in children: A review. Society for pediatric Anaesthesia. Winter 2005 edition.
3. Tamura M et al. Mandibular advancement and Laryngeal view. Anesthesiology 2004; 100 : 598.
4. Morgan GE, Mikhail MS, Murray MJ. Pediatric anesthesia. In: Morgan GE, Mikhail MS, Murray MJ. Clinical anesthesiology 922-951. Lange medical books/McGraw-Hill 2006.
5. Russo SG, Becke K. Expected difficult airway in children. Curr Opin Anesthesiol 2015; 28 : 321 – 6.
6. The laryngeal mask airway in children. Mason DG, Bingham RM Anaesthesia. 1990 Sep;45(9): 760-3.[PubMed] [Ref list
7. Pediatric airway management. [Jeff Harless](#), [Ramesh Ramaiah](#), and [Sanjay M Bhananker](#) Int J Crit Illn Inj Sci Jan-Mar; 4(1): 65–70.

20.

Oskrba dihalne poti pri nosečnici in porodnici

Jožica Wagner Kovačec

V porodništvu je vedno pogostejša področna anestezija, nosečnice pa so vedno starejše in imajo več spremljajočih obolenj (srčna obolenja, debelost), kar pomeni manj izpostavljenosti splošnim anestezijam za porodnice in manjše možnosti pridobivanja izkušenj na področju zaščite dihalne poti nosečnic in porodnic za anesteziologe.

Incidenca neuspešne intubacije v porodništvu se v zadnjih 40 letih ni spremenila: 1 na 390 splošnih anestezij za nosečnice in 1 na 443 splošnih anestezij za carski rez (CR). Obolevnost in umrljivost matere in porodnice zaradi zapletov ob zaščiti dihalne poti se je zmanjšala, incidenca težke intubacije pa ostaja nespremenjena, ne samo zaradi anatomskih in fizioloških sprememb v nosečnosti, ampak tudi zaradi neuspešne ocene predvidenega tveganja za težko intubacijo (v 2/3 primerov težke intubacije).

Napovedniki neuspešnega predihavanja preko obrazne maske in neuspele intubacije so nezanesljivi: predoperativna ocena (zgodovina težke/neuspele intubacije, Mallampati ocena več kot 1, sterno- mentalna razdalja, debelost) zajame približno 40 % težkih intubacij v porodništvu, 60 % jih ostaja nepredvidljivih.

Če se težka oskrba dihalne poti pri porodnici predvideva, se priporoča izvedba področne analgezije in/ali anestezije. V primeru zadržka za področno anestezijo in predvidenem CR, je primerna zaščita dihalne poti v budnem stanju: fiberoptična intubacija z bronhoskopom ali intubacija z videolaringoskopom. Izvedba zaščite dihalne poti v budnem stanju terja izkušeno anesteziološko ekipo.

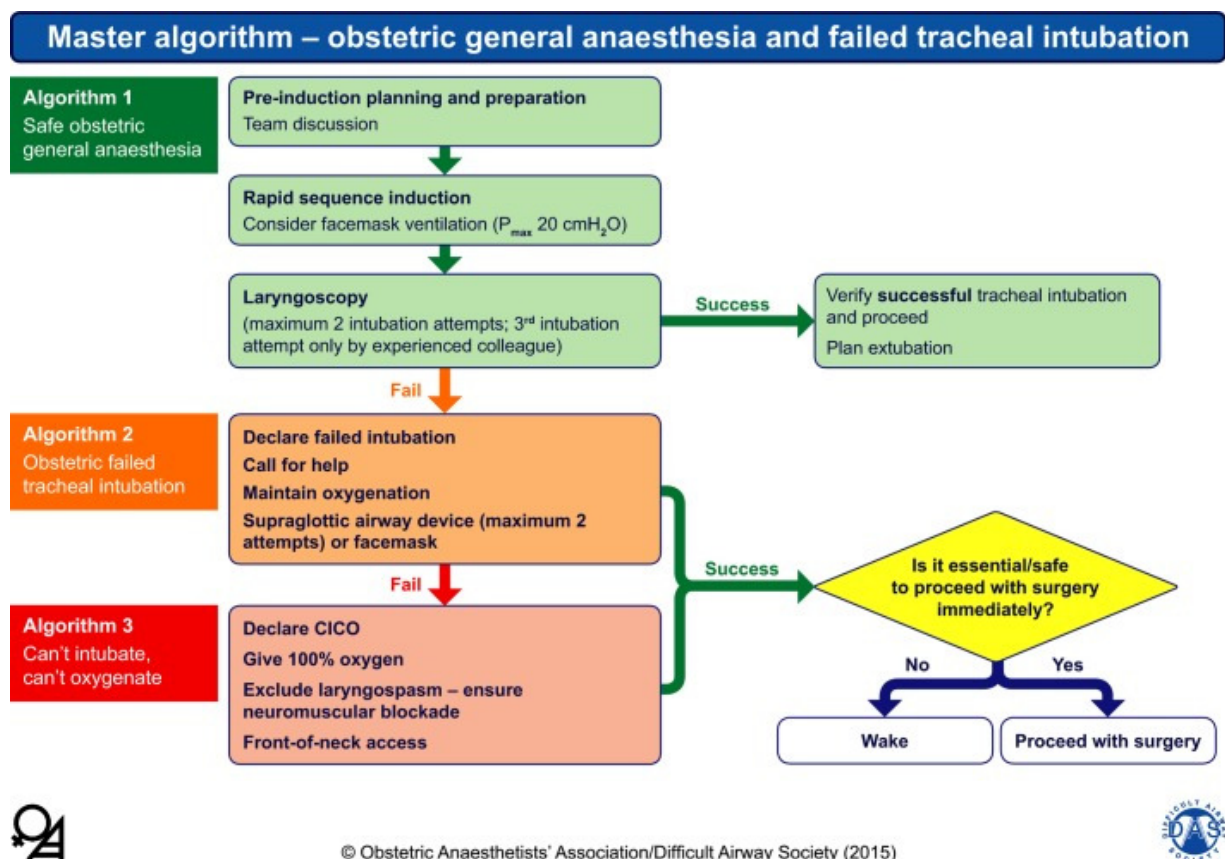
Nepredvidena težka laringoskopija/ intubacija je posebej stresna zaradi življenjske ogroženosti ploda in/ali matere. K oteženi oskrbi dihalne poti običajno ob anatomskih in fizioloških spremembah doprinesejo tudi drugi vzroki: oddaljeno delovišče, slaba komunikacija in slaba delovna usklajenost članov tima, pomanjkanje ekipnega treninga za kritične razmere, neustrezna/ neprimerna/ nepopolna oprema za zaščito dihalne poti, neustrezen sistem dela in slaba organiziranost, odsotnost zavedanja resnosti razmer, kar vse vodi do slabih odločitev in podstandardne oskrbe.

Smernice za varno oskrbo težke in neuspele zaščite dihalne poti pri porodnicah, objavljene leta 2015 kot nacionalne smernice v Združenem Kraljestvu, so z lokalnimi prilagoditvami priporočene tudi za naše porodnice. Smernice vsebujejo štiri algoritme:

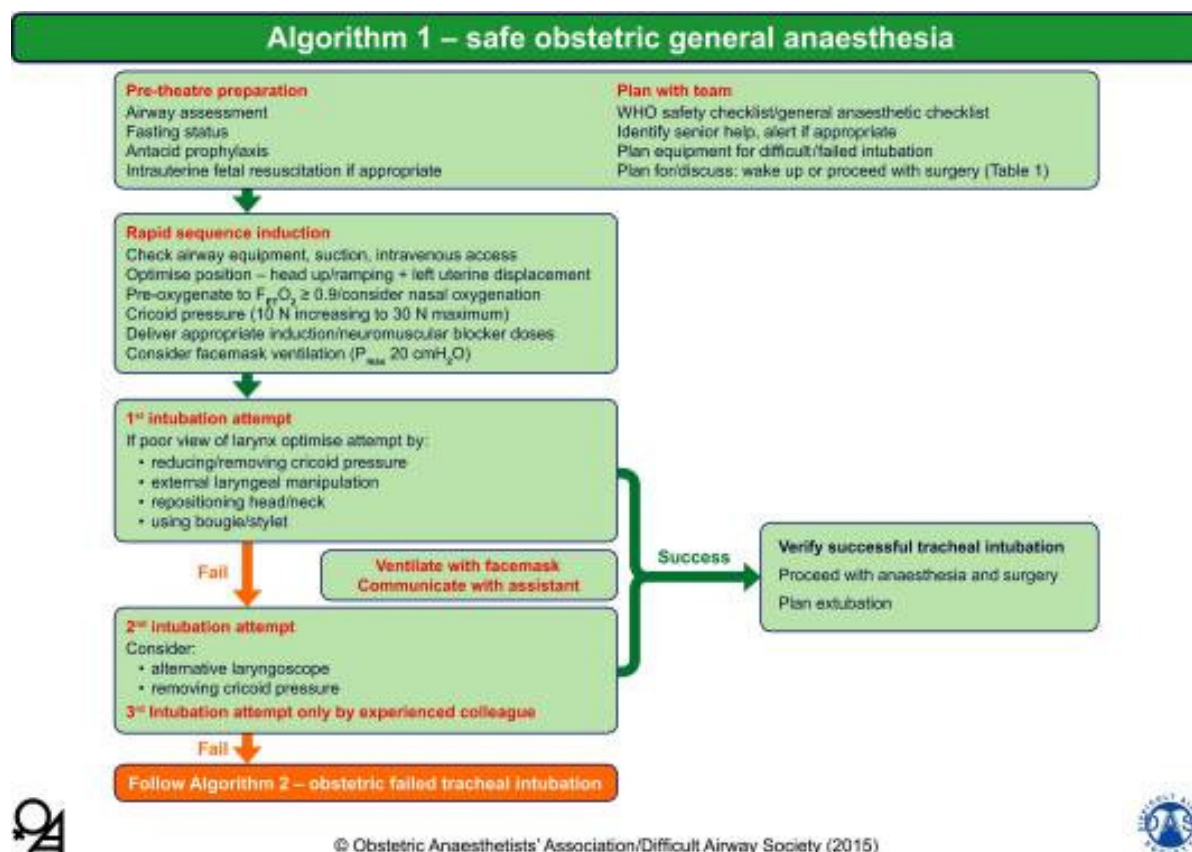
- glavni algoritem pregledno povzema vsebino smernic (Slika 1)
- algoritem 1 daje okvirne napotke za varno tehniko izpeljave splošne anestezije pri porodnici in poudarja načrtovanje, multidisciplinarno komunikacijo; preprečevanje desaturacije z nazalno oksigenacijo in predihovanjem z obrazno masko; omejuje poskuse

intubacije na 2; zgodnjo sprostitev krikoidnega pritiska ob oteženem laringoskopiranju (Slika 2)

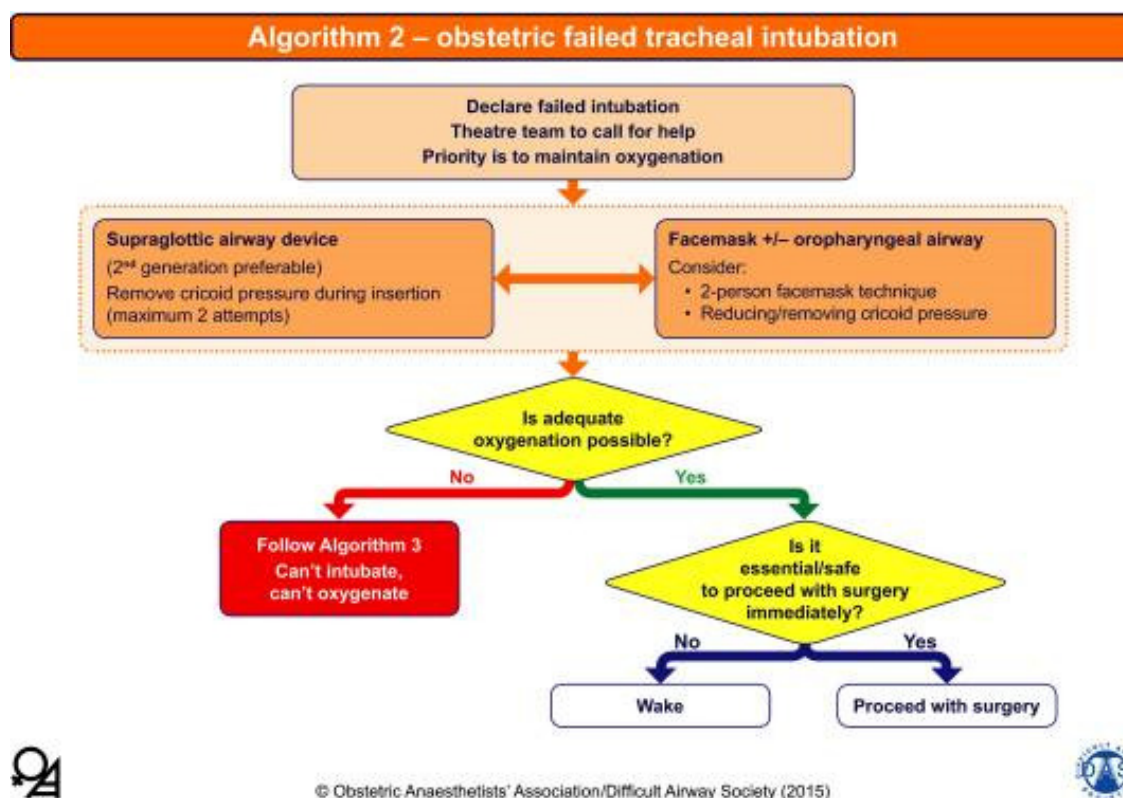
- algoritem 2 povzema ukrepanje ob neuspešni intubaciji porodnice s poudarkom na jasnih postopkih, podpira zgodnjo vstavev supraglotičnih pripomočkov (če je klinična situacija primerna) (Slika 3)
- Algoritem 3 prikazuje ukrepe v primeru 'can't intubate, can't oxygenate' (CICO) in nujno kirurško odprtje dihalne poti, vključno z obsmrtnim carskim rezom (CR), če ni mogoče porodnice zadovoljivo oksigenirati (Slika 4).



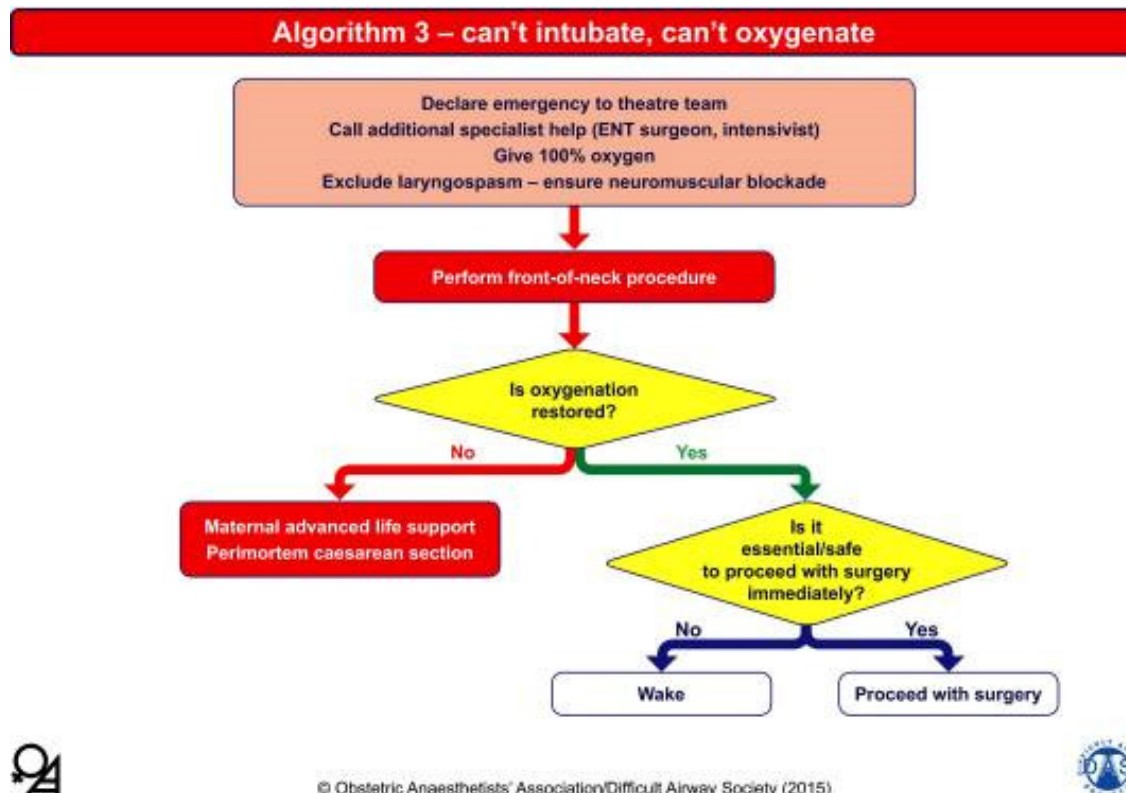
Slika 1: Glavni algoritem (z dovoljenjem povzeto po 3).



Slika 2: Varna splošna anestezija za porodnice (z dovoljenjem povzeto po 3).



Slika 3: Algoritem ob neuspešni intubaciji (z dovoljenjem povzeto po 3).



Slika 4: CICO priporočila (z dovoljenjem povzeto po 3).

Zaradi upada splošnih anestezij v porodništvu je posebej pomembno učenje v simulacijskih okoljih, stalen trening celotnih timov, uporaba algoritmov in trening ročnih spretnosti za kirurško odprtje dihalne poti. Pomembno je poudariti usklajeno multidisciplinarno delovanje in hitri klic na pomoč v kritičnih situacijah.

Literatura:

1. Kinsella SM, Winton AL, Mushambi MC, et al: Failed tracheal intubation during obstetric general anaesthesia: a literature review. *Int J Obstet Anesth* 2015; 24 (4):356-374.
2. Djabatey EA, Barclay PM. Difficult and failed intubation in 3430 obstetric general anaesthetics. *Anaesthesia* 2009; 64 (11):1168-1171.
3. [Mushambi MC](#), [Kinsella SM](#), [Popat M](#), [Swales H](#), [Ramaswamy KK](#), [Winton AL](#), [Quinn AC](#); [Obstetric Anaesthetists' Association](#); [Difficult Airway Society](#). Obstetric Anaesthetists' Association and Difficult Airway Society guidelines for the management of difficult and failed tracheal intubation in obstetrics. *Anaesthesia* 2015;70(11):1286-306. doi: 10.1111/anae.13260.
4. Hagberg CA, Artine CA, Aziz MF. Hagberg and Benumof's Airway Management. Elsevier. 4 th Ed. Philadelphia 2018. p.640-667.

21.

Vloga medicinske sestre pri oskrbi dihalne poti

Aleksandra Lah Topoljšek, Tjaša Korelič

Anestezijske medicinske sestre zasedajo pomembno mesto v anesteziološkem timu. Delo na področju zdravstvene nege pri anesteziji zahteva od medicinske sestre specifična teoretična in praktična znanja, dobro fizično kondicijo in sposobnost za timsko delo (1). Vloga medicinske sestre pri vzpostavitvi in oskrbi dihalne poti je asistenca ob izvedbi postopka, sistematična priprava potrebnih pripomočkov in neposredna fizična priprava bolnika. Za učinkovito in varno izvedbo postopka je nujno, da sodelujoči pozna potek postopka, pribor in zaplete.

Začetki anesteziologije segajo v ZDA, v konec 19. stoletja. Medicinske sestre so bile prva profesionalna skupina, ki se je ukvarjala z anestezijo. To je bila tudi prva klinična specializacija iz zdravstvene nege v ZDA. Pred tem so kirurgi sami anestezirali bolnike, kar je bilo zaradi slabega intraoperativnega nadzora povezano z visoko umrljivostjo. Kirurgi so videli v medicinskih sestrah kader, ki bi lahko z nedeljeno pozornostjo skrbel za bolnika med kirurškim posegom. Kot pionirke anestezije, so medicinske sestre razvijale nove anestezijske tehnike in opremo (2).

Danes je vloga anestezijske medicinske sestre drugačna, vsekakor pa je skupaj z anesteziologom nepogrešljiv člen zdravstvenega tima. Njene poglavitne naloge so:

- izvedba zdravstvene nege po določenem standardu,
- sodelovanje pri izvedbi anestezije v vseh fazah,
- sodelovanje pri vseh medicinsko tehničnih posegih,
- izvedba nekaterih medicinsko tehničnih posegov (3).

Anestezijska medicinska sestra mora tako poznati vse vrste anestezije, vse faze pri posameznih vrstah anestezije, možne zaplete in znati smiselno ukrepati, če pride do zapletov. Poznati mora farmakologijo zdravil, ki jih uporabljamo pri anesteziji in reanimatologiji (njihovo delovanje, uporabo, odmerke, čas delovanja, interakcije med zdravili, sopojuje raznih snovi) (4).

Izobrazba in kompetence

Izobrazbene zahteve za delo medicinske sestre pri anesteziji se v Evropi od države do države zelo razlikujejo, zato na tem področju zdravstvene nege tudi ni pomembnih migracij delovne sile. Vendar pa se zaradi zelo odgovornega in visoko tveganega dela skoraj v vseh državah od kandidatov za delo na tem področju zahteva vsaj minimalna dodatna formalna izobrazba (5).

Anestezijska medicinska sestra v Sloveniji mora imeti za opravljanje svojega dela zaključeno visokošolsko strokovno izobrazbo. Vsa dodatna znanja in veščine pridobiva v procesu uvajanja, ki je za tako zahtevno strokovno področje zdravstvene nege dolgotrajno in kompleksno. Formalno podiplomsko izobraževanje z ukinitijo specialističnega študija Zdravstvene nege pri

anesteziji in intenzivni terapiji, ki bi bilo namenjeno pridobivanju dodatnih znanj na tem področju, pa v naši državi ne obstaja.

V kratkem pregledu izobraževanj v Avstriji Švici, Nemčiji, Franciji, Švedski, Nizozemski in Angliji ugotavljajo, da je v vseh teh državah izobraževanje medicinskih sester pri anesteziji urejeno in utečeno. Povsod je organizirano kot podiplomski študij, pogoj za sprejem v specialistični izobraževalni program pa končana bazična izobrazba iz zdravstvene nege, ki traja vsaj tri leta (izobrazbeni profil registered nurse), in vsaj leto dni delovnih izkušenj na enem od sorodnih področjih zdravstvene nege (urgenca, intenzivna terapija). V Avstriji in Nemčiji je študij za medicinske sestre pri anesteziji in medicinske sestre v intenzivni terapiji poenoten. V vseh izbranih državah, z izjemo Anglije in Švice, je specialistična izobrazba pogoj za delo na področju zdravstvene nege pri anesteziji, v teh dveh državah pa je to neformalna obveznost, saj ima zelo visok delež zaposlenih na tem področju zdravstvene nege dodatno specialistično izobrazbo – v Švici kar 97 %. Študijski programi se od države do države malenkostno razlikujejo tako v obsežnosti, kot tudi v načinu organiziranosti študija. Najbolj obsežni so v Franciji in na Švedskem, kjer imajo medicinske sestre pri anesteziji pri svojem delu tudi največ kompetenc. Vsi predstavljeni študijski programi ustrezajo priporočilom Mednarodnega združenja medicinskih sester pri anesteziji – IFNA (International Federation of Nurse Anesthetists).

Prav tako se kompetence, ki jih imajo medicinske sestre pri anesteziji, od države do države razlikujejo. Tam, kjer je izobraževanje daljše, je tudi stopnja samostojnosti medicinskih sester pri delu večja. Na Švedskem medicinske sestre samostojno anestezirajo paciente, ki so po klasifikaciji ASA ocenjeni z 1 ali 2. V Franciji velja enako, le pod pogojem, da je anesteziolog dosegljiv v vsakem trenutku. Na Nizozemskem in v Švici delo medicinskih sester temelji na pooblastilih anesteziologov; le-ti ocenijo pacientovo zdravstveno stanje ter določijo vrsto in izvajalca anestezije (ali bo to medicinska sestra ali zdravnik). V ostalih predstavljenih državah je formalno vloga medicinske sestre izključno asistenca zdravniku (5, 6).

Stalno izobraževanje v zdravstveni negi je izrednega pomena že samo zaradi narave stroke, ki se nenehno spreminja in razvija, zato je tudi jasno, da brez stalnega učenja in znanja ni mogoče kakovostno opravljati poklica. Zaposleni v zdravstveni negi morajo pridobivati znanje na različne formalne in neformalne načine (7). Poleg dodiplomskega izobraževanja pa bi morale biti anestezijske medicinske sestre zaradi narave dela deležne dodatnih izobraževanj, zlasti s področja zahtevnejših postopkov pri vspostavitvi dihalne poti.

Oskrba dihalne poti

Oskrba dihalne poti ter zadostna oksigenacija in ventilacija sta prva nujna koraka pri oskrbi kritično bolnega. Endotrahealna intubacija kot »zlati standard« vspostavitve le-te, je varen postopek, če ga izvaja izkušen in usposobljen izvajalec. Vloga medicinske sestre pri endotrahealni intubaciji je asistenca ob izvedbi postopka, sistematična priprava potrebnega pribora in neposredna fizična priprava bolnika. Za učinkovito in varno izvedbo postopka je nujno, da sodelujoči pozna potek postopka, pribor in zaplete (17). Za zagotovitev dihalne poti

imamo na voljo osnovne in napredne postopke/ pripomočke. Anestezijska medicinska sestra mora biti usposobljena za oskrbo dihalne poti z osnovnimi postopki/pripomočki in poznati zaporedje postopkov pri naprednih metodah oskrbe dihalne poti (4). Pomembno je, da čim prej pridobi in obvlada asistenco pri velikem številu intubacij, pozna spremembe, ki otežujejo ali celo onemogočajo intubacijo. Vedno mora imeti pripravljeno opremo, s katero bo suvereno obvladala asistenco pri težki intubaciji. Poznati mora alternativne pripomočke in tehnike za obvladovanje težke intubacije. Med uvodom v anestezijo in ves čas anestezije je potreben nadzor bolnika, ki ga izvajamo s kliničnim opazovanjem bolnika (gibanje prsnega koša, barva kože in vidnih sluznic, temperatura kože, potenje, solzenje, širina zenic...) in z instrumentalnim opazovanjem (EKG, RR, pulzna oksimetrija, kapnometrija, merjenje koncentracije kisika v vdihani mešanici plinov ...). Le s pomočjo nadzora lahko bolniku zagotovimo varnost. Anestezijska medicinska sestra je hkrati odgovorna za pripravo zdravil, ki jih potrebujemo za intubacijo. Vsi pripomočki za intubacijo morajo biti preizkušeni in pripravljene v zadostni količini. Vrsta anestezije in intubacije morata biti znani anestzijski medicinski sestri, ki sodeluje pri pripravi bolnika, zdravil in pripomočkov za anestezijo (4, 8).

A. Priprava opreme in zdravil:

- Anestzijski aparat: brezhibno stanje in delovanje anestzijskega aparata (tehnična brezhibnost, preverjanje tesnosti, umerjanje kisika in merilca pretoka, zadostna količina utekočinjenih hlapnih anestetikov, vklopljeno odsesavanje plinov, urejenost – čistost).
- Urejenost in tehnično brezhibno delovanje monitorja za nadzor osnovnih življenjskih funkcij.
- Ventilator za mehansko predihavanje pljuč.
- Ročni dihalni balon (Ambu) ali anestzijski dihalni sistem.
- Kisik.
- Brezhibnost in pripravljenost defibrilatorja in potrebnih pripomočkov za oživljanje.
- Osnovni pripomočki za sprostitev dihalne poti: - obrazna maska, ustno- žrelni tubus, nosno- žrelni tubus, laringealna maska, Fastrach maska, I- gel, Laringealni tubus,
- Osnovni pripomočki za intubacijo: laringoskop (z različnimi velikostmi in oblikami lopatk, vedno preverimo svetilnost lučke na vrhu žlice laringoskopa!), ustrezno vodilo in endotrahealni tubus (preverimo tesnenje mešička).
- Fonendoskop.
- Magillova prijemalka.
- Delovanje aspiratorja in zadostno število sterilnih aspiracijskih cevk različnih velikosti.
- Obrazna maska.
- 10 ml injekcijska brizgalka, lepilni trak.
- Xilocain v sprayu (9, 10).

Pripomočki za oteženo intubacijo:

- Optični pripomočki:
 - Prožen fiberoptični bronhoskop (ustrezna velikost) z ustreznim optičnim prikazovalnikom – monitorjem
 - Silikonski sprej
- Laringoskop:
 - Držala laringoskopa in nastavki – lopatke različnih velikosti in oblik
 - Video laringoskop z ustrezno lopatko in vodilom za endotrahealni tubus
- Endotrahealni tubusi različnih velikosti:
 - Navadni endotrahealni tubusi (z mešičkom in brez mešička)
 - Oralni RAE endotrahealni tubusi (z mešičkom in brez mešička)
 - Nazalni RAE endotrahealni tubusi (z mešičkom in brez mešička)
 - Žično ojačani endotrahealni tubusi (z mešičkom)
 - Kombinirani tubusi
- Drugi pripomočki za odprtje in vzdrževanje dihalne poti, različnih velikosti:
 - Laringealne maske (LMA)
 - Laringealne maske, ki omogočajo intubacijo (ILMA)
 - Vodilo z možnostjo minimalnega predihovanja pacienta (Bougie)
 - Lubrikant na vodni osnovi za lažje uvajanje pripomočkov
- Pripomočki za pomoč pri intubaciji:
 - Magillova prijemalka
 - Aspiracijski katetri različnih velikosti
- Transtrahealni set (krikotirotomija) (slika 1; 11.)

Zdravila:

Pri pripravi in aplikaciji zdravil mora medicinska sestra upoštevati naslednja strokovna pravila:

- strokovne standarde
- zdravnikova pisna in ustna terapevtska navodila
- pravilo 10p
- higienska in aseptična pravila
- lastno varnost in varne delovne razmere
- individualnost pacienta
- identifikacijo pacienta, informiranje pacienta
- pridobi in upošteva znane podatke o znanih pacientovih alergijah
- pozna farmakologijo danega zdravila ter možne stranske učinke (delovanje, uporabo, odmerke, čas delovanja, interakcije med zdravili)
- upošteva možnost nastanka zapletov med aplikacijo zdravila in kasneje
- izvaja neprekinjen nadzor pacientovih vitalnih funkcij
- ustrezno ukrepa ob pojavu neželenih učinkov in alergičnih reakcij
- dokumentira in obvešča zdravnika o vseh nepredvidenih odzivih pacienta na aplicirano zdravilo
- poroča o napakah in obvešča zdravnika ter ukrepa po navodilih

- upošteva farmacevtska navodila (ravnanje z zdravili) (3, 18).

Posebno mesto zasedajo zdravila s visokim tveganjem in zdravila s hitrim učinkom. Posebno pri slednjih je potrebna še dodatna pozornost in pravilno ukrepanje ob morebitnem incidentu.

B. Koordinacija anesteziološkega tima

Pomen timskega dela je v okoliščinah, ki so časovno omejene in visoko obremenjujoče, ključna. Temelj vsakega uspešnega sodelovanja pa predstavlja jasna komunikacija in skupne vrednote glede odgovornosti, ki jo nosi vsak posamezni član tima. Le z vzajemnim spoštovanjem in zaupanjem, jasno opredelitvijo vlog vsakega posameznika v zdravstvenem timu pa se v stresnih okoliščinah, kot je težka intubacija, lažje spopadamo z izzivi. Izredno pomembna je ustrezna usposobljenost vseh članov tima glede na njihove kompetence in veljavne smernice. Brez ustreznih smernic je namreč pridobivanje novih znanj in spretnosti odvisno od priložnostnega učenja na delovnem mestu. Redno usposabljanje tako zmanjšuje možnost človeških napak v izrednih situacijah, zato je spodbujanje medsebojnega sodelovanja / izobraževanja članov tima ključnega pomena (12).

C. Priprava pacienta:

Vloga anestezijske medicinske sestre skupaj z ostalim zdravstvenim timom predstavlja skrb za čim boljše pacientovo psihofizično počutje, za njegovo varnost med in po vzpostavitvijo dihalne poti.

- Pacienta namestimo v ustrezen položaj, zagotovimo intravensko pot, vzpostavimo nadzor življenjskih funkcij (EKG, krvni tlak, pulzna oksimetrija).
- Če ima uvedeno nazogastrično sondo, poaspiriramo morebitne ostanke želodčne vsebine.
- Pacienta preoskigeniramo.
- Navedeni postopki so lahko opuščeni v primeru življenjske ogroženosti bolnika zaradi zapore dihalne poti.
- Vračanje glave in dvig spodnje čeljusti; osnovni postopek, ki ga izvajamo pri vseh pacientih, ki imajo ogroženo prehodnost dihalne poti. Z vračanjem glave in dvigom brade, se jezik in spodnja čeljust pomakneta naprej, kar omogoča v večini primerov prosto dihalno pot.
- Potiskanje spodnje čeljusti naprej in navzgor (postopek se priporoča pri pacientih s sumom na poškodbo glave, vratu in hrbtenice). Z manevrom potiskanja čeljusti naprej potegnemo s tem tudi jezik, kar omogoči prosto dihalno pot z minimalnimi premiki glave in vratu.
- Uporaba preprostih pripomočkov za vzdrževanje proste dihalne poti (ustno- žrelni tubus, nosno- žrelni tubus).
- Aspiracija- Za adekvatno ventilacijo je zelo pomembna hitra odstranitev aspirirane tekočine oziroma vsebine iz dihalnih poti.
- Urgentna endotrahealna intubacija - "Rapid-sequence intubation". Izvaja se pri nepripravljenih bolnikih in poškodovancih, kjer je zaradi različnih vzrokov velika možnost aspiracije želodčne vsebine. Postopek zahteva izkušenega izvajalca in člane tima. Pred izvedbo postopka morajo biti pripravljeni in preverjeni vsi potrebni pripomočki, ki morajo biti hranjeni na vsem znanem in dostopnem mestu. Po potrebi

zagotoviti krikoidni prijem – Sellick-ov maneuver za zmanjšanje možnosti regurgitacije želodčne vsebine (13, 14, 16, 17).

D. Higijensko vzdrževanje pripomočkov za oskrbo dihalne poti in umetno ventilacijo

Glede na namembnost pripomočka po navodilih proizvajalcev (15).

Zaključek

Vloga anestezijske medicinske sestre pri obravnavi bolnika s težko intubacijo je izredno zahtevna. Od medicinske sestre se zahteva dobro strokovno poznavanje zdravstvene nege od temeljev pa vse do specifičnih postopkov in posegov (8). Ključen pomen za profesionalno opravljeno delo predstavlja ustrezna komunikacija znotraj anesteziološkega tima, jasno določene smernice in protokoli ter izkušnost in usposobljenost vseh izvajalcev.

Literatura

1. Petrun- Ulaga M, Spindler V, ur. Klinična anesteziologija z zdravstveno nego za medicinske sestre in tehnike. Ljubljana: Institut za anesteziologijo, Sekcija za anesteziologijo in intenzivno medicino; 1994. p. 4.
2. Bankert M, ed. Watchful care: A history of America's Nurse Anesthetist. New York: Continuum; 1989.
3. Ghatehorde NK, Regunath H, ed. Intubation Endotracheal Tube Medications. Columbia: StatPearls Publishing; 2019.
4. Hajder D. Simulacije težkih intubacij pri indukciji v anestezijo na Simman simulaturju [Master's Thesis] Maribor: Hajder D; 2010.
5. Rod PC. Border regulation in Europe for nurse anesthetists. 8th World congress for nurse anesthetists; 2006. p. 70-72.
6. Hrovat B. Education of nurse anesthetist – comparison between Slovenia and European Union. [cited 2019 Aug 25]. Available from: https://www.zbornica-zveza.si/sites/default/files/kongres_zbn_7/pdf/233F.pdf
7. Hoyer S. Pomen permanentnega izobraževanja v zdravstveni negi. Obzor Zdr N 2004.
2. Pajnikihar M., ed. Teoretične osnove zdravstvene nege. Maribor: Visoka zdravstvena šola; 1999.
3. Kovač M. Endotrahealna (orotrahealna) intubacija [cited 2019 Aug 13]. Available from: <http://www.szum.si/endotrahealna-orotrahealna-intubacija.html>
4. Čander D. A kot odprta dihalna pot. In: Prestor J, ur. Zbornik prispevkov: 2. Oskrba dihalne poti in umetna ventilacija; 2013 Feb; Ljubljana, Slovenija. V Ljubljani: Zbornica zdravstvene in babiške nege Slovenije →Zveza strokovnih društev medicinskih sester, babic in zdravstvenih tehnikov Slovenije, Sekcija reševalcev v zdravstvu; 2013. p. 14- 23.

5. AORN Position Statement on Orientation of the Registered Nurse and Surgical Technologist to the Perioperative Setting (ogl oklepaj: cited 2019 Aug 26). Available from: <https://www.aorn.org > media > aorn > simulations-scenarios>
6. 12 Howarth D. Team working in airway crisis: role of operating department practitioner in management of failed intubations. BJA. 2016; 117 (5): 553–557.
7. Prosen G, Zadel S. Vloga reševalca pri oskrbi dihalne poti s hitrim zaporedjem postopkov (RSI) In: Prestor J, ur. Zbornik prispevkov: 2. Oskrba dihalne poti in umetna ventilacija; 2013 Feb; Ljubljana, Slovenija. V Ljubljani: Zbornica zdravstvene in babiške nege Slovenije -Zveza strokovnih društev medicinskih sester, babic in zdravstvenih tehnikov Slovenije, Sekcija reševalcev v zdravstvu; 2013. p. 46- 52.
8. Khan RM. Difficult intubation & difficult airway trolley [cited 2019 Sep 10]. Available from: <https://www.slideshare.net/rashidmkhan/difficult-airway-management-for-nursing-staff>
9. Lešnik D, Lamberger M, Lešnik B. Higienško vzdrževanje pripomočkov za oskrbo dihalne poti in umetno ventilacijo. In: Prestor J, ur. Zbornik prispevkov: 2. Oskrba dihalne poti in umetna ventilacija; 2013 Feb; Ljubljana, Slovenija. V Ljubljani: Zbornica zdravstvene in babiške nege Slovenije -Zveza strokovnih društev medicinskih sester, babic in zdravstvenih tehnikov Slovenije, Sekcija reševalcev v zdravstvu; 2013. p. 62- 65.
10. Vencelj B. »Can not ventilate, can not intubate« situacija -kako ukrepat. In: Prestor J, ur. Zbornik prispevkov: 2. Oskrba dihalne poti in umetna ventilacija; 2013 Feb; Ljubljana, Slovenija. V Ljubljani: Zbornica zdravstvene in babiške nege Slovenije -Zveza strokovnih društev medicinskih sester, babic in zdravstvenih tehnikov Slovenije, Sekcija reševalcev v zdravstvu; 2013. p. 30- 34.
11. Kočevar R, Buček Hajdarević I. Endotrahealna intubacija [cited 2019 Sep 2]. Available from: https://www.zbornica-zveza.si/sites/default/files/publication__attachments/zbornik_2002.pdf
12. Beguš G. Aplikacija zdravil v enoti intenzivne terapije- kompetence medicinske sestre. In: Doberšek D, Kočevar R, Nunar Perko A, Peternelj K, ur. Zbornik prispevkov: Anesteziologija, intenzivna terapija, transfuziologija: skupaj za bolnika; 2016 Apr 1-2; Rogaška Slatina, Slovenija. V Ljubljana : Zbornica zdravstvene in babiške nege Sloveniji; 2016. p 195- 202.

22.

**Posebnosti oskrbe dihalne poti v enoti
intenzivne terapije**

Tanja Kuprivec

Oskrba dihalne poti v enoti intenzivne terapije je po definiciji tvegana in težka v primerjavi z oskrbo v operacijski dvorani. Povezana je s pogostimi zapleti kot so hemodinamski kolaps, hipoksemija, motnje ritma, intubacija v požiralnik, aspiracija in srčni zastoj. (2, 3)

Vzroki za oteženo oskrbo dihalne poti

Enota intenzivne terapije (EIT) primarno ni zasnovana in prilagojena za oskrbo dihalne poti, zato vsaka intubacija lahko predstavlja tudi logistični izziv. Le redko so intubacije vnaprej planirane in bolnik ustrezno pripravljen. (3)

Intubacija pri kritično bolnem je po definiciji tvegana in težka, saj je 28% več možnosti za zaplete v primerjavi z intubacijo v ustreznih okoliščinah v operacijski dvorani. Najpogostejši zapleti so: hemodinamski kolaps (25%), hipoksemija (26%), težka intubacija (12%), motnje ritma (10%), napačna intubacija v požiralnik (5%), aspiracija (2%), srčni zastoj (2%). Vzroki so številni: že obstoječa hipoksemija ob dihalni odpovedi in hemodinamska nestabilnost (šokovna stanja), nujnost intubacije, manjša/ničelna toleranca za apnejo, neučinkovitost preoksigenacijskih metod zaradi obstoječih bolezenskih stanj, oteženo pridobivanje anamnestičnih podatkov in ocene dejavnikov tveganja za težko intubacijo, težavna namestitve bolnika za intubacijo, pomanjkanje izkušenega osebja in dodatne opreme za oskrbo težke dihalne poti, intubacija v požiralnik, odsotnost kapnografije. (2, 3)

Približno 4% bolnikov v EIT je sprejetih zaradi opazovanja in nadzorovane ekstubacije zaradi otežene oskrbe dihalne poti že v operacijski dvorani. Prav tako velja, da se sicer "normalna" dihalna pot v EIT zaradi edema ob povečani kapilarni prepustnosti, predihovanja na trebuhu, podaljšani intubaciji prelevi v težko dihalno pot. (1)

Tudi po uspešni oskrbi dihalne poti se pri kritično bolnem ne glede na uporabo prilagojenih odmerkov zdravil/uspaval za uvod kardiorespiratorna nestabilnost poglobi. Bolniki so dlje časa odvisni od mehanske ventilacije, pri nekaterih je potrebna tudi traheotomija. Med zdravljenjem, različnimi posegi in nego obstaja večja nevarnost premikov, nenamerne ekstubacije in posledične reintubacije, zamašitve/obstrukcije dihalnih cevk, pnevmotoraksov in večjih krvavitev. (1, 3)

Neuspešnost intubacije v prvem poskusu je ocenjeno na 10-30%. Z vsakim neuspešnim poskusom intubacije tveganje za zaplete strmo narašča, zato je pomembna čim boljša priprava in stremenje k intubaciji v prvem poskusu. (1, 3, 5)

Priporočila za oskrbo dihalne poti v EIT

Osnova za priporočila oskrbe dihalne poti v EIT je algoritem za težko intubacijo (Difficult Airway Society, DAS) s poudarkom na preoksigenaciji, omejenim številom posameznih poskusov po Vortex sistemu, zgodnji uporabi videolaringoskopa in čim zgodnejšemu klicu na pomoč. Intubacija v budnem stanju je pogosto neustrezna zaradi slabega sodelovanja bolnika, nujnosti, prav tako v poštev ne pride zbujanje bolnika zaradi neuspešne intubacije. (1)

Okolje v EIT primarno ni prilagojeno oskrbi dihalne poti, ob posteljni enoti je dostop do bolnika zaradi razširjenega monitoringa omejen. Včasih se zgodi, da manjka že osnovna oprema za intubacijo. V luči tega je priporočljiva sestava enotnega vozička za težko intubacijo z ustreznimi pripomočki, ki se vsakodnevno preverijo. Nujno je izobraževanje in nabiranje izkušenj za uporabo osnovnih in alternativnih pripomočkov ter vpeljava protokolov. Posebno pozornost je treba nameniti tudi pripravi in transportu kritično bolnega. Najpogostejše napake se zgodijo prav zaradi človeškega faktorja, zato intervencije z visokim tveganjem zahtevajo dobro timsko delo z ustrezno usposobljenim vodjo. (1, 2, 4)

Bolniki, ki potrebujejo oskrbo dihalne poti, so navadno hipoksični, z minimalno kardiorespiratorno rezervo, slabo sodelujoči, agitirani, različnih habitusov, velikokrat netešči, lahko poškodovani/opečeni, s prisotnimi malformacijami... Za vsakega posameznika je potrebno izdelati ustrezen osnovni in rešilni načrt priprave in izvedbe intubacije ter pointubacijske oskrbe. (1, 2, 4, 5).

Preden se lotimo intubacije bolnika je potrebna ocena težavnosti dihalne poti, bolniki v EIT v tem pogledu niso nobena izjema. Edini potrjeni točkovni sistem za oceno je MACOCHA (tabela 1), vsota >3 napoveduje težko intubacijo kritično bolnega. S tipanjem (lahko tudi z ultrazvokom) pregledamo anatomijo vratu za primer kirurške oskrbe dihalne poti. (1)

dejavniki tveganja	število točk
Mallampati III/IV	5
sindrom obstruktivne Apneje med spanjem	2
omejena gibljivost Cervikalne hrbtenice	1
Odpiranje ust < 3cm	1
Koma	1
Hipoksemija	1
neizkušen Anesteziolog	1
vsota	12

Tabela 1: MACOCHA točkovni sistem (1)

Optimalna namestitvev bolnika pred intubacijo je pomembna zaradi lažjega predihovanja preko obrazne maske, lažje direktoskopije, boljše vidljivosti grla, zmanjšane tveganja za aspiracijo in zmanjšane funkcionalne rezidualne kapacitete v ležečem položaju. Če le gre, dvignemo vzglavje za 30° in glavo namestimo v “sniffing” ali “ramp” položaj, ki je uporaben pri debelih bolnikih zaradi privzdignjenosti trupa in glave vzporedno s stropom (linija med ušesno mečico in jugularno kotanjo vodoravna). V primeru poškodbe vratne hrbetnice celo posteljo nagnemo v anti-Trendelenburgov položaj. Osnovni monitoring kritično bolnega med oskrbo dihalne poti je enak kot pri bolnikih v operacijski dvorani. (1, 2, 5)

Pred intubacijo je potrebno bolnika preoksigenirati. Pri kritično bolnih pogosto ne doseže svojega namena zaradi zmanjšane respiratorne rezerve, morebitnih težav s predihovanjem preko obrazne maske, pri ventilacijsko perfuzijskih nesorazmerjih, znižani FRC, slabi podajnosti pljuč/prsnega koša. Pri slabo sodelujočih bolnikih se lahko poslužimo blage sedacije s ketaminom, dexmedetomidinom... V odsotnosti dihalne odpovedi bolnik 3 minute vdihuje 100% kisik preko obrazne maske. Pri hipoksemičnih bolnikih je v pomoč neinvazivna ventilacija s CPAP-om < 20 cm H₂O, da preprečimo distenzijo želodca (CPAP 10 cm H₂O ali PEEP 5 cm H₂O in PS 5-15 cm H₂O). Apnoično oksigenacijo zagotovimo s HFNO (high flow nasal oxygenation) s pretokom kisika 30-70 l/min ali preko binazalnih nosnih katetrov, pri katerem ob izgubi zavesti dvignemo pretok kisika na 15 l/min. Zaradi slabe funkcionalne respiratorne rezerve kritično bolnega se za vzdrževanje oksigenacije pred prvim poskusom intubacije in med posameznimi poskusi priporoča predihovanje z obrazno masko, najbolje v kombinaciji s HFNO. (1, 2)

Zaradi velike nevarnosti aspiracije želodčne vsebine v pljuča je priporočljiva modificirana intubacija s hitrim zaporedjem (RSI). Tveganje za aspiracijo zmanjšamo z ukinitvijo enteralnega hranjenja, z aspiriranjem želodčne vsebine po nazogastrični sondi in uporabo Sellickovega manevra. (1, 2, 4)

Zdravila, ki jih uporabimo za intubacijo, so enaka kot za indukcijo v operacijski dvorani. Izberemo jih glede na hemodinamsko stabilnosti bolnika. Na veljavi pridobiva ketamin v kombinaciji s kratkodelujočim opioidom in mišičnim relaksansom rokuronijem. (1, 2)

Otežena direktna laringoskopija je pri kritično bolnih izredno pogosta. Povezana je s številnimi (neuspešnimi) poskusi intubacije in zapleti. Zato je še toliko bolj pomembna optimalna namestitvev bolnika, preoksigenacija, analgezija, sedacija in relaksacija. Velik delež odgovornosti nosi tudi osebje, ki izvaja intubacijo. Za izboljšanje vidljivosti si pomagamo z enakimi manevri kot pri intubaciji v operacijski dvorani. Videolaringoskop bi po priporočilih moral biti na voljo, njegova uporaba pa je v veliki meri odvisna od usposobljenosti izvajalca intubacije. (1)

Ustrezen položaj dihalne cevke potrdimo s kapnografijo in eventualno bronhoskopijo. Avskultacija in dvigovanje prsnega koša sta nezanesljiva znaka. Po uspešni intubaciji in doseženi hemodinamski stabilnosti je potrebno opraviti rekrutacijske manevre za zmanjšanje hipoksije. (1)

Neuspešna intubacija je relativno pogosta (10-30%) in navadno vodi v hudo hipoksemijo (SpO₂<80%). Že ob prvem neuspehu je potrebno poklicati na pomoč. Reoksigenacijo izvajamo bodisi preko obrazne maske ali s supraglotičnimi pripomočki v kombinaciji s HFNO. Največ

trije poskusi so dovoljeni za vzpostavitev oksigenacije/ventilacije bolnika, preden pristopimo k alternativni oskrbi dihalne poti (tako kot v DAS smernicah). V primeru, da z rešilno dihalno potjo uspemo bolnika oksigenirat/ventilirat, lahko enkrat poskusimo preko nje s pomočjo fiberooptičnega bronhoskopa vstaviti dihalno cevko. V izogib situaciji “can’t intubate, can’t ventilate” je primernejša kirurška oskrba dihalne poti. Le redko pri kritično bolnem zaradi kardiorespiratorne odpovedi in motnji zavesti pride v poštev prebujanje bolnika. (1, 4)

Hemodinamska nestabilnost ob oskrbi dihalne poti se pojavi kar v eni četrtini primerov. Če je le mogoče, bolnika čim boljše pripravimo na intubacijo z ustreznim volumskim nadomeščanjem, uporabo vazoaktivne/inotropne podpore, preoksigenacijo in izbiro optimalnega zdravila za indukcijo. (1, 4, 5)

Velikost dihalne cevke prilagodimo glede na velikost bolnika in obstoječa bolezenska stanja. Cevka mora biti dovolj velika, da omogoča aspiracijo/toaleta dihalnih poti, vstavitev bronhoskopa in predstavlja čim manjši upor pretoku dihalne mešanice. Za zmanjševanje mikroaspiracij in z ventilatorjem povezane pljučnice se priporoča uporaba dihalne cevke s supraglotično aspiracijo. (1, 4)

Postintubacijska nega vključuje pravilno pritrditev dihalne cevke na ustrezni globini in njeno redno preverjanje, spremljanje kapnografa, vzdrževanje tlaka v tesnilnem mešičku (20-30 cm H₂O), vlaženje in redne aspiracije (preprečevanje obstrukcije). Podatek o oteženi intubaciji in njeni uspešni oskrbi skrbno zabeležimo. Ob vsaki spremembi položaja bolnika, med transporti in posegi v bližini dihal moramo biti še bolj pozorni na morebitne premike dihalne cevke. Edem dihalnih poti je ojačan pri ventilaciji bolnika na trebuhu, kar je povezano s premikom tubusa in dodatno oteženo oskrbo dihalne poti. Z dvigom vzglavja za 35° in z izogibanjem pozitivni tekočinski bilanci znižamo edem dihalnih poti. Pri visoko rizičnih bolnikih bi naj uporaba intravenskih kortikosteroidov vsaj 12 ur zmanjša edem dihal, postintubacijski stridor in število reintubacij. Prekinitve sedacije za oceno kardiorespiratornega in nevrološkega statusa so povezane s povečanim tveganjem (nenamernih) samoekstubacij. Zamenjavo tubusa zaradi premika, obstrukcije ali spuščanja tesnilnega mešička izpeljemo na čim bolj varen način z vodili za izmenjavo dihalne cevke (airway exchange catheters) in videolaringoskopom. (1, 4, 5)

7-20% bolnikov v EIT tekom zdravljenja potrebuje perkutano ali kirurško traheotomijo. Zapleti pri oskrbi so večje krvavitve, pnevmotoraks, premiki trahealnih kanil. (1)

Ekstubacija je lahko načrtovana ali nenačrtovana. Pri slednji je nujnost reintubacije in tveganje za zaplete višje, zato je ključno njeno preprečevanje. V 15% elektivnih ekstubacij je ponovna reintubacija potrebna znotraj 48 ur, zato je ključnega pomena ustrezna priprava. Pri že znani oteženi dihalni poti je najbolj varna ekstubacija čez dan s pomočjo vodil za izmenjavo cevke, ki bi naj ostala in situ, dokler se bolnikovo stanje ne stabilizira. Različne oblike neinvazivne ventilacije znižajo incidenco reintubacij. Postekstubacijski stridor se pojavi v 12-37% bolnikov, uporaba steroidov je priporočljiva pri bolnikih z visokim tveganjem, učinkovitost pri rutinski uporabi ni dokazana. (1, 4, 5)

Oskrba dihalne poti v posebnih okoliščinah

Intubacija kritično bolnega z že poprej znano oteženo intubacijo zahteva skrbno načrtovanje in veliko usposobljenost osebja. Intubacijo v budnem stanju omejujejo kratek razpoložljivi čas izvedbe in slabše sodelovanje bolnika. Izvajamo jo v (pol)sedečem položaju ob minimalni sedaciji, topični anesteziji in peroksigenaciji preko HFNO. Priporočljiva je tudi uporaba videolaringoskopa. Inhalacijska indukcija pri kritično bolnem ne pride v poštev zaradi počasnega nastopa, obstrukcije zgornjih dihalnih poti, hipoksije in hiperkarbije. (1, 4, 5)

Pri morbidno debelih je oskrba dihalne poti na vsakem koraku od predihovanja z obrazno masko do intubacije in kirurške rešitve izredno otežena in tvegana. Priporočana je pre- in periproceduralna oksigenacija preko HFNO/CPAP, dvignjeno vzglavje, "ramp" položaj, čim manjše število poskusov intubacije in hiter prehod na rešilno (ILMA, Igel) ali kirurško dihalno pot. (1, 2, 5)

Oskrba dihalne poti pri poškodovani vratni hrbtenici je opisana v drugem poglavju.

Na inhalacijsko poškodbo dihalnih poti pri opečencu moramo pomisliti ob hripavosti, disfagiji, slinjenju, piskanju, sajastem izpljunku, ožganih obraznih dlakah, gorenju v zaprtih prostorih... Pri velikih opeklinah in ob sumu na inhalacijsko opekline je priporočljiva zgodnja intubacija in traheotomija. Pri sodelujočih bolnikih pride v poštev tudi intubacija v budnem stanju, sicer pa prednjači modicirana RSI. Uporabi suksinilholina >24 ur po poškodbi se je zaradi nevarnosti hiperkaliemije potrebno izogibati. Takoj po zavarovanju dihalne poti je priporočljiva nastavitev nosno-želodčne cevke. (1, 3-5)

Zaključek

Oskrba dihalne poti v enoti intenzivne terapije predstavlja velik izziv za osebje v intenzivni terapiji, saj je otežena in tvegana zaradi nujnosti, zmanjšane kardiorespiratorne rezerve bolnikov in velikokrat omejene dostopnosti do dovolj kvalificiranega osebja in alternativnih pripomočkov. Potrebno je stalno izobraževanje in multidisciplinarni pristop za zagotavljanje varnosti oskrbe dihalne poti.

Literatura:

1. A. Higgs, B.A. McGrath, C. Goddard, et al. Guidelines for the management of tracheal intubation in critically ill adults. BJA, 120(2):323-352(2018).
2. Rihard Knafelj s sodelavci. Nadzorovano predihavanje. 1. izdaja. Društvo Iatros, 2018
3. A. Higgs, T.M. Cook, B.A. McGrath. Airway management in the critically ill: the same, but different. BJA, 117(S1):i5-i9(2016).
4. N. A. Shallik, M. Almustaafa. A. Zaghw, et al. Airway management in ICU settings. Intensive care. 1th ed. IntechOpen, 2017

5. B.S. Natt, J. Malo, C. D. Hypes, et al. Strategies to improve first attempt success at intubation in critically ill patients. BJA,117(S1):i60-i68(2016).

Uvod

Po oskrbi dihalne poti je najpogostejše potrebna vsaj delna podpora spontanemu dihanju. Pogosto z zdravili, ki so potrebna za oskrbo dihalne poti, popolnoma zavremo spontano dihanje. Lahko pa je nezadostno spontano dihanje primarni vzrok.

Vsako mehansko predihavanje je invaziven postopek, ki lahko ogrozi bolnikovo zdravje in celo življenje, če je neustrezno indiciran in izpeljan!

Definicija

Mehansko predihavanje je postopek, s katerim bolniku, ki ni sposoben zadostnega spontanega dihanja, s pomočjo balona ali aparata nudimo podporo pri dihanju ali pa dihanje v celoti nadomestimo. Osnovni namen je bolniku zagotoviti zadostni minutni volumen in optimalno izmenjavo plinov. Hkrati s pravilnim mehanskim predihavanjem zmanjšamo mišično delo dihalnih mišic in posredno razbremenimo tudi srce.

Vsako predihavanje (tudi normalno dihanje) je povezano z delom, ki je potrebno za premagovanje elastičnega upora pljučnega tkiva in prsnega koša (angl. „elastance“), premagovanje upora v dihalnih poteh (angl. „resistance“) in nenazadnje premagovanja vztrajnosti dihalne zmesi („inertia“). Slednje je pomembno predvsem pri visokofrekvenčnem oscilatornem predihavanju, ki presega meje tega prispevka. Pri spontanem dihanju zdravega odraslega človeka znaša dihalno delo 0,7-1 J/L.

Fiziološko pri vdihu dihalne mišice (predvsem prepona in medrebrne mišice) ustvarijo negativni tlak v prsnem košu in pljučih v primerjavi z atmosferskim tlakom. Zrak teče iz zunanosti vse do pljučnih mešičkov. Vdih je aktiven oziroma energijsko potraten proces. Izdih je normalno povsem pasiven proces, ker pljuča zaradi svojih elastičnih lastnosti težijo k sesedanju in se tako izpraznijo. V primeru povečanega upora v dihalnih poteh postane tudi izdih energijsko potraten, saj se aktivirajo ekspiratorne mišice.

Indikacije za mehansko predihavanje so opisane v ustreznem poglavju tega priročnika.

Načini mehanskega predihavanja

Prvi poskusi umetnega predihavanja so bržkone stari, kot je staro človeštvo. Pravi razcvet v razvoju aparatov za mehansko predihavanje se je začel s tako imenovanimi železnimi pljuči v prvi polovici prejšnjega stoletja, ko je po svetu epidemija poliomielitisa zahtevala na tisoče žrtev. Železna pljuča je okoli 1920 sestavil ameriški inženir Philip Drinker. 2. oktobra 1928 so bila prvič uporabljena pri 8-letni deklici s poliomielitisom v *Children's Hospital* v Bostonu. Kasneje je aparat izboljšal in poenostavil John Haven Emerson. Izdelovali so jih do okoli leta 1970. Septembra 2009 je umrla Američanka, ki je v 400 kg težkih železnih pljučih preživela 60 let, potem ko je pri enajstih letih zaradi poliomielitisa ostala tetraplegična in so ji zdravniki pripisali le še kakšno leto življenja.

Železna pljuča so bila dober približek fiziologiji dihanja, saj so delovala na podlagi ustvarjanja negativnega tlaka v prsnem košu.

Iz praktičnih razlogov se železna pljuča niso obdržala in je razvoj šel v smer predihavanja s pozitivnim tlakom.

Temelj modernega predihavanja s pozitivnim tlakom je pretok dihalne zmesi vzdolž dihalnih poti zaradi razlike v tlakih med zgornjimi dihalnimi potmi in pljučnimi mešički. Po sprožitvi vdiha se odpre inspiratorna zaklopka in dihalni aparat prične z dovajanjem zraka v pljuča. Velikost, hitrost in trajanje vdiha določi zdravnik z nastavitvijo parametrov glede na izbrani način predihavanja. Ko je nastavljeni parameter dosežen (spremenljivka cikla), ventilator prekine dotok zraka, odpre se ekspiratorna zaklopka, sledi pasivni izdih.

V zadnjem času se pojavljajo aparati, ki omogočajo tako imenovan aktivni izdih (angl. active expiration assistance), vendar ta način predihavanja presega obseg tega prispevka.

Mehansko predihavanje razdelimo na **kontrolirane, asistirane in podporne oblike predihavanja**.

Pri **kontroliranem vdihu (controlled breath)** aparat ne glede na bolnikove dihalne napore bolniku vpihne vnaprej določen dihalni volumen z vnaprej določeno frekvenco. Pri **asistiranem vdihu (assisted breath)** aparat zazna bolnikov poskus vdiha (bolnik mora doseči vnaprej določen negativni pritisk ali pretok, to je sprožilec ali angl. trigger) in mu nato vpihne vnaprej določen dihalni volumen. Bolnik tako samo sproži vdih, ki ga nato popolnoma izvede aparat. Pri **podprtem vdihu (supported breath)** bolnik sproži vdih enako kot pri asistiranem vdihu, aparat pa bolniku nato do določene mere tlačno podpre vdih. Tlačno podporo vnaprej določi zdravnik in je pri vsakem vdihu enaka. Dihalni volumni so zato odvisni od bolnikovega napora in se lahko spreminjajo, zato je potrebna nastavitev alarma za dihalni in minutni volumen v ozkih mejah.

Kontrolirano mehansko predihavanje

Pri kontroliranem mehanskem predihavanju (angl. controlled mechanical ventilation – CMV ali intermittent positive pressure ventilation – IPPV) dihalni aparat prevzame popoln nadzor nad bolnikovim dihanjem. Aparat bo odmeril bolniku natančno število vnaprej določenih vdihov ne glede na to, ali bo bolnik poskušal vdihniti ali ne. Da preprečimo neujemanje med bolnikom in aparatom, mora biti bolnik za ta način predihavanja vedno tako globoko analgoziran, da pride do popolne zavore spontanega dihanja. Včasih je zato potrebna mišična relaksacija. V primeru neujemanja med bolnikom in aparatom se namreč poveča možnost poškodbe pljuč.

IPPV je primeren za predihavanje bolnikov med splošno anestezijo, bolnike, ki potrebujejo globoko sedacijo kot ukrep za zmanjševanje metabolizma možganov in pri transportu bolnikov, kjer nimamo nenehnega nadzora nad dihalnim volumenom, pri čemer mora biti bolnik ustrezno analgoziran.

Kontrolirano mehansko predihavanje najbolj enostavno razdelimo na tri osnovne načine, glede na to, kako je izvedeno časovno vodenje tlaka, pretoka in dihalnega volumna:

- ***volumsko vodeno predihavanje*** (angl. - volume control ventilation - VCV)
- ***tlačno vodeno predihavanje*** (angl. - pressure control ventilation - PCV)
- ***tlačno regulirano predihavanje s konstantnim volumenom*** (angl. - pressure regulated volume controlled - PRVC)

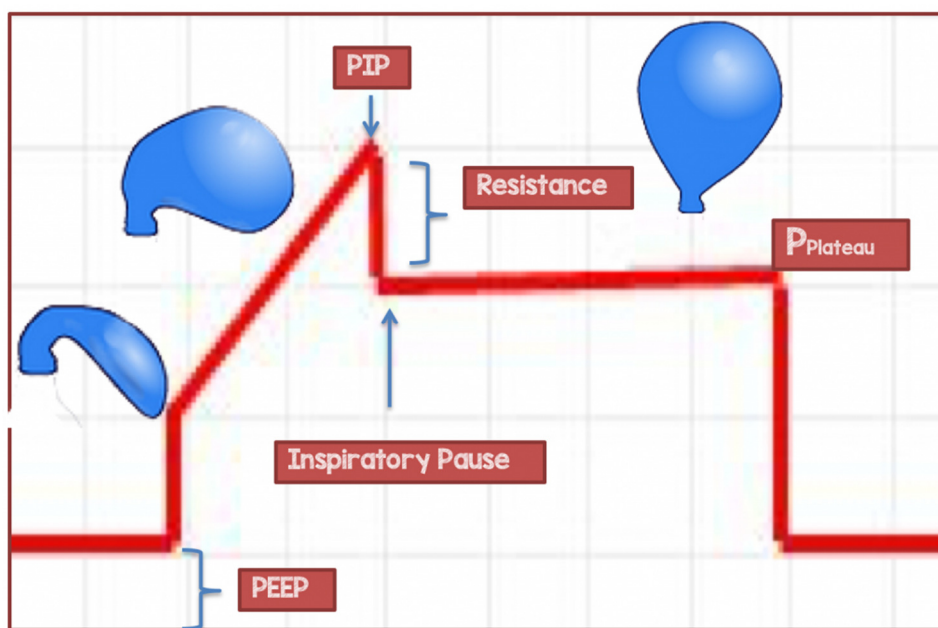
Način predihavanja	Ciljni parameter	Pretok dihalne zmesi (praviloma)	Učinek spremembe podajnosti in upornosti dihalnega sistema
VCV	dihalni volumen	stalen	inspiratorni pritisk
PCV	inspiratorni pritisk	pojemač	dihalni volumen
PRVC	dihalni volumen	pojemač	inspiratorni pritisk

Tabela 1: Lastnosti osnovnih načinov predihavanja

Pri vseh 3 načinih je potrebno nastaviti **koncentracijo kisika v vdihani dihalni zmesi (FiO₂)**, **frekvenco dihanja**, **razmerje vdih:izdih (I:E)** ter **pozitivni tlak na koncu izdiha (PEEP)**. Poleg tega pri posameznih načinih nastavimo še dodatne parametre, kot je opisano v nadaljevanju.

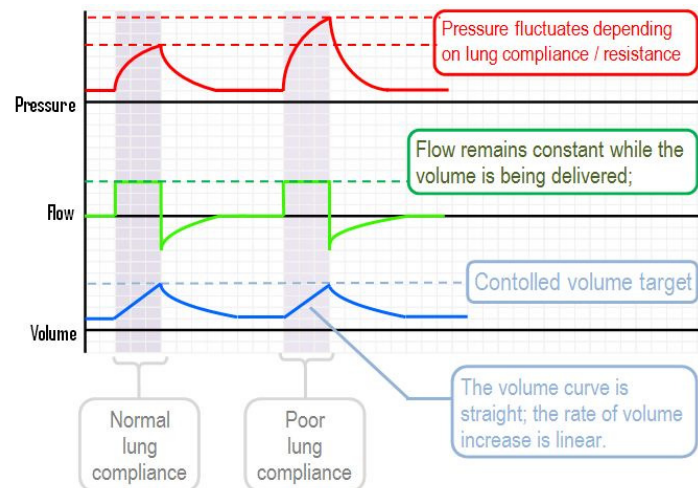
Volumsko voden predihavanje

Pri tem načinu na dihalnem aparatu nastavimo želeni dihalni volumen. Inspiratorni pretok plinov je pri tem stalen. Pritisk v dihalnih poteh se spreminja v odvisnosti od podajnosti pljuč in upora v dihalnih poteh (slika 2). Aparat nam vedno izmeri največji tlak, ki je potreben za doseganje želenega dihalnega volumna (angl. PIP – peak inspiratory pressure). PIP je seštevek tlaka, ki je potreben za premagovanje upora v dihalnih poteh ter tlaka, ki je potreben za odprtje majhnih dihalnih poti ter pljučnih mešičkov (premagovanje elastičnih sil pljuč in prsnega koša). Je dinamični tlak. Za preprečevanje poškodbe pljuč je bolj pomembno poznavanje plato tlaka (angl. plato pressure), ki ga izmerimo s posebnim manevrom tako, da na koncu vdiha aparat naredi 0,5-1 s pavzo (angl. end-inspiratory hold maneuver). Plato tlak je statični tlak, ki je potreben za premagovanje elastičnih sil pljuč in prsnega koša. Je odraz podajnosti pljuč. Pri manjši podajnosti je plato tlak večji. PIP in plato tlak sta prikaza na sliki 1. Razlika med PIP in plato tlakom je normalno $< 5 \text{ cm H}_2\text{O}$. Če sta zvečana tako PIP kot plato tlak, gre za zmanjšano podajnost pljuč, če je zvečan samo PIP, plato tlak pa ne, gre za povečano upornost v dihalnih poteh ali dihalnem sistemu.



Slika 1: Krivulja pretoka med volumsko vodenim predihavanjem, pljuča so ponazorjena z balonom. End-inspiratory hold maneuver se začne z inspiratorno pavzo, po čemer se tlak v dihalnih poteh izenači – to je plato tlak. *PEEP* – pozitivni tlak na koncu izdiha, *PIP* – največji tlak med vdihom, *P_{plateau}* – plato tlak.

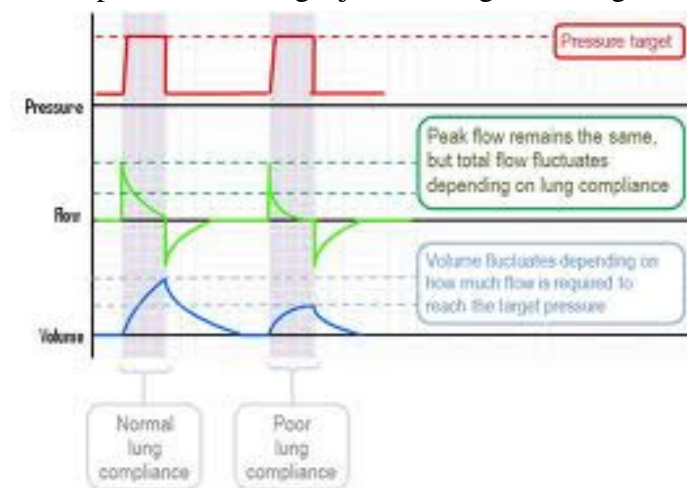
Prednost volumsko vodenega predihavanja je zagotavljanje stalnega minutnega volumna. Slabost takega načina je, da se ob spremembi podajnosti pljuč in/ali upora v dihalnih poteh lahko močno povečajo tlaki v dihalih, s čimer pljuča izpostavimo nevarnosti barotravme (slika 2).



Slika 2: Dihalne krivulje pri volumsko vodeni ventilaciji (8)

Tlačno vodeno predihavanje

Pri tem načinu ventilacije na dihalnem aparatu nastavimo želeni inspiratorni pritisk, ki je hkrati PIP. PIP aparat doseže praktično takoj in ga vzdržuje dokler traja vdih (trajanje določi zdravnik). Inspiratorni pretok plina je pojemajoč, ko se pljuča napihujejo, kar naj bi omogočalo bolj homogeno razporeditev vpihanega plina. Pojemajoč pretok plina je bolj fiziološki, saj je pri normalnem spontanem dihanju na začetku vdiha pretok zraka zelo velik, nato pa se hitro zmanjšuje. Volumen se spreminja v odvisnosti od podajnosti pljuč in prsnega koša in upora v dihalnih poteh. Slabost tega načina je, da ne zagotavlja stalnega dihalnega volumna in s tem minutne ventilacije. Ob spremembi v podajnosti pljuč in/ali uporju v dihalni poteh lahko pride do hiper- ali hipoventilacije (slika 2). Pri tem načinu je toliko pomembnejše, da nastavimo ozke meje za sprožitev alarma v primeru nedoseganja ustreznega dihalnega in minutnega volumna.



Slika 2: Dihalne krivulje pri tlačno vodeni ventilaciji (9)

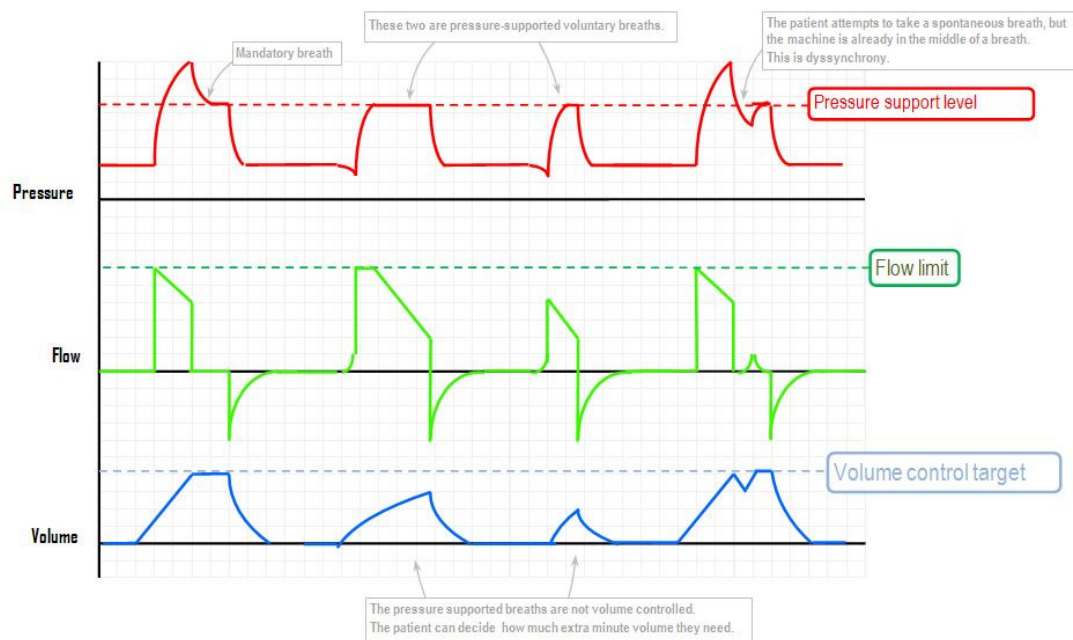
Tlačno regulirano predihavanje s konstantnim volumenom

Pri tem načinu zdravnik nastavi dihalni volumen, ki ga aparat doseže s pojemajočim pretokom dihalne zmesi. Aparat izračuna podajnost pljuč in vpihne dihalni volumen z najmanjšim možnim tlakom. Pri spremembi podajnosti ali upora v dihalnih poteh ostane dihalni volumen stalen, spreminja se inspiratorni tlak, ki je lahko od vdiha do vdiha različen. Vedno je potrebno nastaviti mejo največjega dovoljenega inspiratornega tlaka (PIP) med 30 in 35 cm H₂O, da ne pride do barotravme. Tako se v primeru, da se zmanjša podajnost pljuč in bi bil za doseganje nastavljenega dihalnega volumna potreben večji inspiratorni tlak, kot je dovoljena meja, sproži alarm. Aparat takoj, ko doseže mejni tlak, zapre inspiratorno zaklopko in odpre ekspiratorno zaklopko ne glede na to, da nastavljen dihalni volumen ni bil dosežen. Seveda je v takih primerih potrebno iskati vzrok spremembe lastnosti pljuč, ga odpraviti in prilagoditi predihavanje. Zaradi pojemajočega pretoka dihalne zmesi med vdihom naj bi bil tak način predihavanja bolj primeren kot drugi načini pri večini bolnikov.

Asistirano kontrolirano predihavanje

Asistirano kontrolirano predihavanje (angl. assisted/controled ventilation – A/C ventilation) omogoča bolniku, da med posameznimi kontroliranimi vdihom, ki jih izvede ventilator, spontano diha. Za sproženje spontanega vdiha mora bolnik doseči vnaprej določen negativni tlak ali pretok zraka (angl. trigger). Ko aparat zazna prej omenjeni bolnikov dihalni napor, mu doda tako tlačno podporo, da doseže enak dihalni volumen kot pri kontroliranem vdihu (slika 4). Bolniki ta način ventilacije lažje prenašajo. Pri bolnikih, ki hiperventilirajo, lahko ta način ventilacije privede do hipokapnije in respiratorne alkaloze, saj aparat tlačno pri vsakem bolnikovem poskusu vdiha vpihne nastavljen dihalni volumen. Zaradi skrajšanega dihalnega ciklusa in skrajšanega časa izdiha lahko pride do povečanja pritiska na koncu izdiha (angl. positive end expiratory pressure – PEEP), ker se pljuča ne uspejo izprazniti v celoti in se v njih prične kopičiti zrak. Pojav imenujemo intrinzični PEEP, ki ima lahko negativne posledice za delovanje srčnožilnega sistema. Pride do prenaplinitosti pljuč (angl. air trapping).

Parametri, ki jih nastavimo na dihalnem aparatu so: dihalni volumen ali inspiratorni tlak (odvisno ali je predihavanje volumsko/tlačno vodeno), frekvenca dihanja, razmerje vdih:izdih (I:E), odstotek O₂ v vdihani dihalni zmesi (FiO₂) in sprožilec vdiha (angl. – trigger), kar je običajno negativni tlak v vrednosti od -1 do -3 cm H₂O ali sprememba pretoka, ki ga aparat zazna ob bolnikovem poskusu spontanega vdiha (običajno okoli 2 L/min).



Slika 4. Asistirano kontrolirano volumsko vodeno predihavanje sinhronizirano z bolnikovimi vdih, ki so tlačno podprti (SIMV)

Podporno predihavanje

Da bi bolniku omogočili čim boljše ujemanje z dihalnim aparatom, preprečili številne negativne posledice mehanskega predihavanja, omogočili čim prejšnje odvajanje od aparata in prehod na spontano dihanje, hkrati pa zagotovili optimalno izmenjavo plinov v pljučih, so razvili številne načine podpornega predihavanja. Bolnik sproži vdih, ki mu nato aparat doda vnaprej določeno tlačno podporo. Podporne oblike predihavanja lahko kombiniramo s kontroliranimi ali pa jih uporabljamo brez kontroliranih vdihov. Najpogosteje uporabljeni načini podpornega predihavanja so:

- SIMV (angl. - synchronized intermittent mandatory ventilation) – nastavimo dihalni volumen ali inspiratorni tlak, frekvenco, PEEP, vmes lahko bolnik spontano diha s ali brez tlačne podpore
- BiPAP ali Bilevel (angl. - bilevel positive airway pressure) - nastavimo dva nivoja tlaka, čas trajanja posameznega nivoja tlaka, frekvenco, bolnik lahko spontano diha na obeh nivojih tlaka s ali brez tlačne podpore
- PSV (angl. - pressure suport ventilation) - nastavimo PEEP ter tlačno podporo, ki jo aparat doda vsakemu bolnikovemu spontanemu vdihu, ni kontroliranih vdihov
- kompenzacija dihalne cevke (angl. TC – tube compensation) – v aparat vnesemo velikost dihalne cevke/trahealne kanile, nato aparat izračuna upor cevke in ta upor kompenzira s tlačno podporo. Kompenzacijo lahko nastavimo 0-100%. TC lahko kombiniramo s kontroliranimi vdih, ali pa uporabimo pri spontanem dihanju, da zmanjšamo dihalno delo zaradi upora cevke

Obstaja še način spontanega dihanja brez tlačne podpore, kjer bolniku zaradi boljše oksigenacije nastavimo le PEEP. To je CPAP (angl. - continuous positive airway pressure).

Osnovne nastavitve in strategija predihavanja

Pri globoko nezavestnih ali analgosediranih bolnikih je prvi način predihavanja običajno IPPV. Parametri, ki jih nastavimo na aparatu so odvisni od osnovnega obolenja, ki je privedlo do nezadostnega dihanja in poznavanja načinov predihavanja. Za hitro odločitev, kako bolnika predihavati, nam je v pomoč razdelitev na tri različna patološka stanja:

1. Obstruktivni tip dihanja (astma, KOPB)
2. ARDS
3. Ostala obolenja

Nastavitev enkratnega dihalnega volumna

Dihalni volumen (angl. - tidal volume - V_t) je volumen plina, ki ga aparat vpihne bolniku z vsakim vdihom. Priporočena nastavitev V_t je 6-8 ml/kg standardne telesne teže, to velja za odrasle in otroke. Po podatkih iz literature je pri takem predihavanju manjša možnost poškodbe pljučnega tkiva. Izjema je ARDS, kjer se priporoča uporaba V_t , ki ne presegajo 6 ml/kg standardne telesne teže (4-6 ml), saj se z uporabo večjih volumnov po podatkih iz literature poslabša možnost preživetja. V_t naj bo takšen, da plato pritisk ne preseže 30 cm H_2O . Izjema so bolniki s povišanim tlakom v trebuhu, kjer se dovoljuje uporaba plato pritiska do 35 cm H_2O . Razlika med PIP in plato tlakom naj ne bi presegala 15 cm H_2O .

Če pride ob uporabi prej opisanega dihalnega volumna do acidoze in hiperkapnije, ki bi poslabšali osnovno bolezen (npr. zvečanje znotrajlobanjskega pritiska, poslabšanje pljučne hipertenzije, ledvične ali srčne funkcije), se seveda dovoljuje ustrezno prilagoditev predihavanja (povečanje frekvence in/ali dihalnega volumna).

Standardna teža se izračuna za:

- Ženske = $45,5 + 0,91(\text{višina v cm} - 152,4)$
- Moške = $50 + 0,91(\text{višina v cm} - 152,4)$

Frekvenca dihanja

Priporočena začetna nastavitev frekvence dihanja (angl. - respiratory rate – RR) je 10 – 14 vdihov na minuto. Frekvenco prilagajamo vrednostim CO_2 v izdihanem zraku (med 4,5 in 5,5) in pH-ju arterijske krvi ($\geq 7,25$). Pri visoki frekvenci moramo paziti, da ne pride do nastanka prevelikega intrinzičnega PEEP-a, saj se relativno skrajša čas izdiha proti času vdih.

Pri bolniku na podporni obliki predihavanja je priporočljivo nastaviti frekvenco na 4 vpihe manj, kot je bolnikova lastna frekvenca.

Pri bolnikih na SIMV nastavimo frekvenco tako, da bolnik dobi od aparata najmanj 80% celotne minutne ventilacije.

Pri bolnikih z astmo in KOPB je včasih potrebna frekvenca tudi le 6 – 8 vpihov na minuto, da omogočimo dovolj dolg izdih.

Pri bolnikih z ARDS ob ventilaciji z nizkimi V_t je v izjemnih primerih potrebno frekvenco dihanja zvišati tudi do največ 35/min.

Delež kisika v dihalni zmesi

Poleg srednjega tlaka v dihalnih poteh je delež kisika v dihalni zmesi parameter, s katerim lahko izboljšamo oksigenacijo tkiv. Vsako mehansko predihavanje (neinvazivno ali invazivno) običajno začnemo s 100% kisikom. Nato postopno zmanjšujemo odstotek kisika v dihalni zmesi (**FiO₂**) do najnižjega možnega odstotka kisika, ki še zagotavlja ustrezno oksigenacijo. Presežek kisika (hiperoksija) namreč povzroča resorpcijske atelektaze in tvorbo reaktivnih kisikovih radikalov, ki povzročajo oksidativni stres.

Ciljne vrednosti so nasičenost hemoglobina s kisikom v periferni krvi (SpO_2) in/ali arterijski krvi (SaO_2) 90-94% ter delnega tlaka kisika v arterijski krvi (PaO_2) 8-10,7kPa. Te vrednosti se razlikujejo od bolnika do bolnika (npr. bolniki z akutno ishemično boleznijo srca potrebujejo boljšo oksigenacijo, kot bolniki s kronično hipoksemijo zaradi bolezni pljuč; pri bolnikih z ARDS lahko na račun vzdrževanja nižjih pritiskov v dihalnih poteh in izogibanja poškodbi pljuč dopuščamo tudi nižje vrednosti kisika – SaO_2 88% in PaO_2 7,4 kPa).

Izjeme, kjer je hiperoksija začasno smiselna, so zastrupitev s CO, arterijska zračna embolija, kesonska bolezen.

Razmerje vdih : izdih (inspirij : ekspirij= I : E)

Fiziološko je čas vdiha 1/3 in čas izdiha 2/3 dihalnega cikla. Pri mehanskem predihavanju je pomembno razmerje I:E prilagoditi osnovnemu vzroku dihalne odpovedi.

Tako kot je za prekrvavitev tkiv pomemben srednji arterijski tlak, je za oksigenacijo alveolov in posledično difuzijo kisika v kri pomemben srednji tlak v dihalnih poteh. Srednji tlak v dihalnih poteh je odvisen tako od PIP kot od PEEP. Ker pa je fiziološko izdih daljši od vdiha, je vrednost srednjega tlaka v dihalnih poteh bližje PEEP (analogija s srednjim arterijskim tlakom, ki je bližje diastolnem zaradi daljšega časa diastole v primerjavi s sistolo). Kako torej lahko vplivamo na izboljšanje oksigenacije? Po eni strani s podaljšanjem časa vdiha proti izdihu, po drugi strani s povečanjem vrednosti PEEP. Vendar imata oba parametra svoje meje, ki so odvisne od osnovnega obolenja.

Pri **akutni hipoksemični respiratorni insuficienci** in **ARDS-u** je na račun slabo ali celo nepredihanih predelov pljuč zmanjšana predvsem podajnost. Zmerno je lahko povišan upor v

dihalnih poteh. Za izboljšanje oksigenacije je potrebno podaljšati čas vdiha. Posledično se zveča srednji tlak v dihalnih poteh in intrinzični PEEP. Tako se predihajo tudi področja pljuč z daljšo časovno konstanto. Priporoča se razmerje I:E 1:1 do 1:1;5. Skrajni primer podaljšanja časa vdiha je APRV (angl.- airway pressure release ventilation), kjer je čas izdiha bistveno krajši od časa vdiha. Vendar se predihavanje z APRV na podlagi podatkov iz literature ne priporoča.

Pri **hiperkapnični respiratorni insuficienci**, katere vzrok je običajno obstrukcija, je povečan upor v dihalnih poteh. Zaradi tega pride do omejitve pretoka zraka med izdihom in prenapihnenosti pljuč. Ustrezen ukrep je podaljšanje časa izdiha, s čimer omogočimo izpraznjenje pljučnih področij z daljšo časovno konstanto in zmanjšamo prenapihnenost. Pri podaljševanju časa izdiha je pomembno spremljati spremembe na krivulji pretoka in tlaka za optimalno nastavitvev. Pomembno je tudi, da vrednost PEEP ni prevelika, ker s tem še dodatno povečujemo prenapihnenost pljuč.

Nastavitev pozitivnega tlaka ob koncu izdiha (PEEP)

Uporaba pozitivnega tlaka ob koncu izdiha (angl. possitive end-expiratory pressure - PEEP) ima številne prednosti, a tudi neželene učinke.

Po do sedaj znanih podatkih iz literature se pri vsakem mehanskem predihavanju priporoča uporabo vsaj 5 cm H₂O PEEP-a. Uporaba PEEP-a pri bolnikih z zdravimi pljuči je smiselna za preprečitev zmanjšanja funkcionalne rezidualne kapacitete (angl. functional residual capacity - FRC) in razvoja mikrotelektaz. PEEP ohranja večje število odprtih pljučnih mešičkov, ki sodelujejo pri ventilaciji in na ta način zmanjša ventilacijsko perfuzijsko nesorazmerje in znotrajpljučni desno-levi obvod. Izmenjava plinov je tako izboljšana, saj kisik in ogljikov dioksid prehajata skozi alveolokapilarno membrano z difuzijo, ki poteka tako med vdihom kot izdihom, če so pljučni mešički odprti.

PEEP ima pozitiven učinek tudi pri bolnikih s pljučnim edemom (kardiogenim in nekardiogenim), saj potisne tekočino iz pljučnih mešičkov v obžilni intersticijski prostor (ne zmanjša pa celotne količine izvenžilne pljučne vode).

Zaradi zmanjšanega venskega priliva v desno srce je lahko uporaba PEEP-a koristna tudi pri zastojnem srčnem popuščanju.

PEEP ima **neželene učinke** na obtočila, saj se zaradi povečanih tlakov v prsnem košu zmanjša venski priliv, kar ima za posledico padec sistemskega tlaka in minutnega volumna srca. Še posebej previdni moramo biti pri hipovolemičnih in hemodinamsko nestabilnih bolnikih.

Pri poškodbah glave uporaba PEEP-a teoretično lahko zmanjša venski odtok iz možganov, posledično se poveča znotrajlobanjski tlak (angl. intracranial pressure - ICP). Pri takih bolnikih je potrebno uporabljati PEEP zelo preudarno, predvsem, če pri bolniku nimamo možnosti merjenja ICP-ja.

V splošnem so začetne vrednosti PEEP-a običajno 5 cm H₂O. Vrednost nato prilagajamo glede na oksigenacijo in hemodinamsko stanje bolnika, pri zvišanem ICP pa glede na vpliv PEEP-a na ICP.

Pri ARDS se priporoča uporaba višjih vrednosti PEEP-a (12-15 cm H₂O in več). Načinov za določanje primerne vrednosti PEEP-a za posameznega bolnika je več, pri določenih načinih je potrebna posebna oprema, ki je na voljo le v določenih centrih. Zato še vedno priporoča uporabo tabele ARDSNetwork (tabela 2, 3).

FiO ₂	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0
PEEP	5	5	8	8	10	10	10	12	14	14	14	16	18	18-24

Tabela 2: nižji PEEP/višji FiO₂

FiO ₂	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5-0,8	0,8	0,9	0,9	1,0
PEEP	5	8	10	12	14	14	16	16	18	20	22	22	22	24

Tabela 3: višji PEEP/nižji FiO₂

V primeru kombinacije povišanega ICP-ja in ARDS priporočila niso čisto jasna. Nemške smernice v tem primeru predlagajo uporabo višjih vrednosti PEEP-a ob stalnem merjenju ICP-ja in perfuzijskega tlaka možganov (cerebral perfusion pressure – CPP). Boljša oksigenacija, ki jo dosežemo z višjo vrednostjo PEEP-a, je namreč ugodna tudi za možgane. Seveda s tem ne smemo povzročiti neustreznega povišanja ICP-ja.

Pri bolnikih z obstruktivno boleznijo pljuč se priporoča določanje intrinzičnega PEEP-a. Na podlagi omenjene meritve ekstrinzični PEEP naj ne bi presegal 85% vrednosti intrinzičnega PEEP-a.

Ob hemodinamskem poslabšanju ali poslabšanju ICP-ja ob povečanju PEEP-a je le tega potrebno zmanjšati.

Nastavitev občutljivosti (trigger-ja)

Pri asistiranih načinih ventilacije moramo nastaviti občutljivost, pri kateri bo aparat zaznal poskus bolnikovega spontanega dihanja in bo sprožil asistiran ali podprt vdih. Ena možnost je negativni tlak -1 do -2 cm H₂O (angl. pressure triggering), ki ga mora bolnik pri poskusu vdiha ustvariti, da mu aparat vpihne dihalno zmes. Druga možnost je nastavitev občutljivosti z merjenjem inspiratornega pretoka (angl. flow triggering). Ta način zmanjša dihalno delo potrebno za sprožitev vdiha (okoli 2L/min).

Fiziološke in patofiziološke posledice mehanske ventilacije

Učinki na dihala

- Z ventilatorjem povezana poškodba pljuč (angl. - ventilator-associated lung injury – **VALI**): je poškodba pljuč, ki nastane zaradi učinkovanja pozitivnega ali negativnega tlaka na dihala in pljučno tkivo. Če je poškodba pljuč dokazano in izključno posledica mehanskega predihavanja, govorimo o z ventilatorjem povzročeni poškodbi pljuč (**VILI** – ventilator induced lung injury). Ločimo **barotravmo** (posledica poškodbe pljučnih mešičkov s pritiskom), **volutravmo** (prekomerno raztezanje in poškodba pljučnih mešičkov pri prevelikih dihalnih volumnih), **atelekttravmo** (poškodba pljučnih mešičkov zaradi nenehnega odpiranja in zapiranja le-teh), **poškodbo zaradi strižnih sil** in poškodbe zaradi **toksičnosti kisika**. Vsi omenjeni mehanizmi so med seboj povezani. Povzročajo **biotravmo**, ki pomeni sproščanje vnetnih mediatorjev. To privede do spremenjene prepustnosti alveolo-kapilarne membrane, intersticijskega in alveolarnega edema, alveolarnih krvavitev, izgube funkcionalnega surfaktanta. Spremembe so sprva akutne. Pri vztrajanju nepravilnega predihavanja lahko v končni fazi privedejo do fibroze pljuč. Možnost nastanka VALI zmanjšamo tako, da bolnika ventiliramo z majhnimi dihalnimi volumni in vzdržujemo nizek pritisk platoja ≤ 30 cm H₂O. Pomeben je tudi tako imenovani gonilni tlak ali angl. “driving pressure”, ki je razlika med tlakom platoja in PEEP ter naj ne bi presegal 13-15 cm H₂O. Gonilni tlak je namreč kazalec stresa, ki deluje na pljučno tkivo. Novejše raziskave priporočajo predvsem pri ARDS prilagajanje Vt glede na gonilni tlak in ne toliko na idealno telesno težo.
- Razvoj intrinzičnega PEEP-a: do pozitivnih pritiskov v dihalnih poteh pride, ko se pljuča ob koncu izdiha ne izpraznijo v celoti, zrak se prične v njih kopičiti in pritisk v pljučih naraste. Razlogi za to so različni: visok minutni volumen zaradi prevelike frekvence dihanja ali prevelikih enkratnih dihalnih volumnov, podaljšan čas vdiha in skrajšan čas izdiha, otežen izdih zaradi povečanega upora. Intrinzični PEEP ima negativne učinke na obtočila, zato je potrebno spremeniti parametre predihavanja, s čimer zmanjšamo in preprečimo nastanek intrinzičnega PEEP-a.
- Ventilacijsko perfuzijsko neujemanje: pri mehanski ventilaciji so določeni predeli pljuč prekomerno predihani glede na perfuzijo ($V > P$) in predstavljajo mrtvi prostor, kjer izmenjava plinov ne poteka. V določenih predelih pljuč pa je perfuzija večja od ventilacije ($V < P$) in ti predeli predstavljajo desno - levi obvod (šant). Z aplikacijo PEEP-a lahko preprečimo nastanek atelektaz in tako zmanjšamo obvod ob tem pa lahko pride do povečanja mrtvega prostora.
- Oslabitev dihalnih mišic: že 24 urno mehansko predihavanje lahko privede do oslabitve dihalnih mišic in trebušne prepone (angl. - ventilator induced diaphragmatic dysfunction – VIDD). Zato si prizadevamo bolnika čimprej prevesti na podporno obliko predihavanja, kjer bo moral bolnik opraviti vsaj nekaj dihalnega dela.

- Mukociliarna gibljivost: pri mehanskem predihavanju je okvarjena oz. zmanjšana mukociliarna gibljivost, kar privede do zadrževanja izločkov in razvoja pljučnice.

Sistemske učinki

- Učinki na obtočila: povečan tlak v prsnem košu privede do zmanjšane dotoka krvi v desno srce (zmanjšani preload), poveča se pljučni žilni upor, medpreklatni pretin se pomakne v levo, moteno je diastolično polnjenje levega prekata, končna posledica je zmanjšanje utripnega in minutnega volumna srca. Omenjeni učinki so poudarjeni pri hipovolemičnih bolnikih, pri uporabi PEEP-a in razvoju intrinzičnega PEEP-a. Zaradi zmanjšane venskega odtoka se lahko poveča znotrajlobanjski tlak.
- Učinki na gastrointestinalni trakt: poveča se možnost za nastanek stresnih razjed na želodčni sluznici in posledično krvavitev, zmanjša se pretok skozi splahnjično cirkulacijo (povečanje aminotransferaz in laktat dehidrogenaze), lahko pride do erozivnega ezofagitisa in gastritisa, motene peristaltike, akalkuloznega holecistitisa.
- Učinki na ledvice: mehansko predihavanje je neodvisni dejavnik tveganja za razvoj akutne ledvične odpovedi. K temu pripomorejo moten pretok skozi ledvice, aktivacija renin-angiotenzinskega sistema, povečan simpatični tonus, sproščanje vnetnih mediatorjev.
- Učinki na imunski sistem: poveča se sproščanje mediatorjev vnetja, lahko pride do translokacije trahealnih bakterij v kri.

Nadzor bolnika med umetnim predihavanjem

Vsi mehansko predihavani bolniki morajo imeti nadzor delovanja obtočil ter parametrov predihavanja (našteti pri nastavitvah aparata za mehansko predihavanje).

Obvezen je nadzor krvnega tlaka in srčnega ritma.

Nadzor nad učinkovitostjo predihavanja naj obvezno vključuje nasičenost hemoglobina s kisikom v periferni krvi SpO_2 , CO_2 v izdihanem zraku ($etCO_2$), tlake v dihalnih poteh in nadzor nad enkratnim dihalnim volumenom (V_t). Plinsko analizo arterijske krvi opravimo običajno 15 minut po uvedbi mehanskega predihavanja in pri vsaki spremembi parametrov predihavanja. Predvsem pri bolnikih z obstruktivnimi boleznimi dihal je priporočljivo občasno izmeriti intrinzični PEEP.

Diferencialna diagnoza in ukrepanje pri težavah s predihavanjem

Vsak intubiran bolnik, pri katerem pride do nenadnih težav s predihavanjem in posledične hemodinamske nestabilnosti, mora biti takoj odklopljen z aparata in ročno predihavan s 100% O_2 s pomočjo Ambu balona!

Diferencialna diagnostika težav s predihavanjem je zelo široka in vključuje težave z dihalno cevko, aparatom za predihavanje, neustrezne nastavitve aparata za predihavanje, pljučne in izven pljučne bolezenske procese, bolečino in strah bolnika.

Eden od prvih vzrokov, ki jih moramo izključiti je nastanek tenzijskega pnevmotoraksa. Diagnozo postavimo klinično (avskultacija!, nenadna hipotenzija, porast pritiskov v dihalnih poteh, motnje ritma) in po možnosti z ultrazvokom (99% senzitivnost!!!). Tenzijski pnevmotoraks zahteva takojšnjo igelno torakocentezo, kasneje pa torakalni dren.

Pri nenadnem povečanju PIP-a (peak inspiratory pressure) brez povečanja tlaka platoja bomo pomislili na povečan upor v dihalnih poteh, ki lahko nastane zaradi zamažitve dihalne cevke (izločki, kri, tujki, prepognjenje, ugriz v cevko) ali zaradi bronhospazma.

Povečanje tlaka platoja in PIP-a kaže na zmanjšano podajnost pljuč, katere vzrok je lahko pljučni edem, povišanje intraabdominalnega tlaka, ARDS, pljučnica.

Nižji volumen izdiha nas opozori na puščanje dihalne zmesi iz dihalnega sistema ventilatorja. V takem primeru moramo skrbno preveriti lego dihalne cevke, vse stike cevi in filtrov na ventilatorju, zadostno napihnjenost mešička na dihalni cevki.

Hipoksija po vstavitvi dihalne cevke je najpogostejše posledica neustrezne izvedbe oskrbe dihalne poti, aspiracije, pljučnega edema, nastanka pnevmotoraksa.

Hipotenzija po vstavitvi dihalne cevke je navadno posledica zmanjšane venskega dotoka krvi. Popravimo jo z vazopresorji, tekočinami, in nastavitvijo ventilatorja tako, da znižamo intratorakalni tlak ($\downarrow$ PEEP-a, $\downarrow$ Vt, prilagodimo frekvenco dihanja tako, da ne pride do razvoja intrinzičnega PEEP-a). Razlog za hipotenzijo je lahko tudi vagalna reakcija na vstavev dihalne cevke ali reakcija na zdravila, ki jih damo med oskrbo dihalne poti.

Zaključek

Mehansko predihavanje je dinamičen terapevtski postopek, ki terja od zdravnika veliko znanja o fiziologiji in patofiziologiji dihal, poznavanje različnih načinov predihavanja in poznavanje delovanja dihalnih aparatov. **Neustrezno postavljena indikacija in/ali izvajanje mehanskega predihavanja je za bolnika lahko smrtno nevarno!** Univerzalnega še manj pa idealnega načina mehanskega predihavanja ni. Predihavanje moramo prilagajati bolniku ter njegovemu bolezenskemu stanju, s čimer se omogoči čim boljša izmenjava plinov, hkrati pa se preprečuje nastanek škodljivih učinkov mehanskega predihavanja in zapletov.

Literatura

1. Adamzik M et al. S3-Leitlinie Invasive Beatmung und Einsatz extrakorporaler Verfahren bei akuter respiratorischer Insuffizienz.1. Auflage, Langversion. Dostopno na : http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/001-0211_S3_Invasive_Beatmung_2017-12.pdf

2. www.rebelem.org
3. Bugedo G, Retamal J, Bruhn A. Driving pressure: a marker of severity, a safety limit, or a goal for mechanical ventilation? *Critical Care* (2017) 21:199 DOI 10.1186/s13054-017-1779-x
4. N. Matkovič Lonžarić, D. Mekiš. Mehanska ventilacija. V: MEKIŠ, Dušan (ur.), et al. *Dihalna pot 2017: zbornik vabljenih predavanj, 17. in 18. marec 2017*. Maribor: Univerzitetni klinični center. 2017, str. 130-140.
5. Courey AJ, Hyzy RC. Overview of mechanical ventilation. Dosegljivo s spletne strani 18.4. 2018: <http://www.uptodate.com/contents/overview-of-mechanical-ventilation>
6. Amitai A. Ventilator management. Dosegljivo s spletne strani 18.4.2018: <http://emedicine.medscape.com/article/810126-overview>
7. Ryland PB. Mechanical ventilation. Dosegljivo s spletne strani 18.4.2018: <http://emedicine.medscape.com/article/304068-overview>
8. Hyzy RC. Modes of mechanical ventilation. Dosegljivo s spletne strani 18.4.2018: <http://www.uptodate.com/contents/modes-of-mechanical-ventilation>
9. Hyzy RC. Physiologic and pathophysiologic consequences of mechanical ventilation. Dosegljivo s spletne strani 18.4.2018: <http://www.uptodate.com/contents/physiologic-and-pathophysiologic-consequences-of-mechanical-ventilation>
10. Kamenik M, Pristovnik S. Mehanska ventilacija v urgentni medicini. V: Zbornik Šola urgence 1 letnik FINAL VERZIJA 1_1.pdf. Dosegljivo s spletne strani 5. 9. 2015. <http://www.szum.si/literatura.html>
11. Pogorevc M, Pristovnik S. Zapleti mehanske ventilacije. V: Zbornik Šola urgence 1 letnik FINAL VERZIJA 1_1.pdf. Dosegljivo s spletne strani 5. 9. 2015. <http://www.szum.si/lite5ratura.html>
12. Vir: <http://www.derangedphysiology.com/main/core-topics-intensive-care/mechanical-ventilation-0/Chapter%203.1.1/control-variables-volume-and-pressure>
13. Vir: <http://www.derangedphysiology.com/main/core-topics-intensive-care/mechanical-ventilation-0/Chapter%203.1.1/control-variables-volume-and-pressure>
14. Vir: <http://www.slideshare.net/samirelansary/conv-ventilation-physi-46322147>



aScope™ 4 Broncho



- aScope 4 Broncho Slim 3.8/1.2
Bending: 180/180
- aScope 4 Broncho Regular 5.0/2.2
Bending: 180/180
- aScope 4 Broncho Large 5.8/2.8
Bending: 180/160

Experience new opportunities
with aScope™ 4 Broncho

- ✓ Clear, sharp image
- ✓ Smooth and easy navigation
- ✓ Improved patient safety

[illegible]

Inovacije
za varnost oseba



AbbVie SEVOrana®
veľkosť
1.000.000.000
operácií po svetu



bolnike

- Zdravilo SEV Crane® je indikirano za indukcijo in vzdrževanje splošne anestezije pri odraslih in otrocih, za bolnišnične in ambulantne operacije
- Deluje hitro in ne draži
- Omogoča gladko in hitro izgubo zavesti med inhalacijsko indukcijo ter hitro okrevanje po prekinitvi anestezije

Plastenka iz polietilen nafalata (PEN)

- Nelomljlva
- Transparentna
- Lahka

Quik-Fil® sistema

- Omogoča takojšnjo uporabo zdravih, brez dodatne uporabe adjuvantov za polnjenja tlaplilikov
- Minimalizira izpostavljenost osebja anestetiku

Use binost mode > 30.0 ppm

- Zaščita pred potencialnimi reakcijami z Lewisovimi kisljinami in nastankom fluorovodikove kisline

Holografski varnostni trak

- Ščiti pred ponarejanjem iz daljave in potrjuje, da plastenka še ni bila odorta

Hlapilniki

AbbVie nudi bolnišnicam hlapičnike s Quik-Fit® sistemom v brezplačno uporabo.

Konstantna dobava zdravila



Omogočamo vam eno od naših najboljših storitev.

v več kot 120 držav po svetu¹

TIME TO MATES

Samo za strokovno javnost. Datum prijave informacije: september 2019
Abbvie Biopharmaceuticals d.o.o.,
Dolenjska cesta 240c, 1000 Ljubljana; T: 01 320 80 60

LITERATURA
1. Data OnFile
2. 3GV Crane Powerset glavnih proizvodnih desaka, 15.01.2009

[illegible]

abbvie

[illegible]

AbbVie SEVOrane®
 Vsestranskost, izkušnje, zanesljivost

več kot
20 let izkušenj

- ✓ Skrb za bolnike
- ✓ Inovacije za varnost osebja
- ✓ Konstantna dobava zdravila

AbbVie SEVOrane®

več kot
20 let izkušenj

Leta 1995 je podjetje Abbott na tržišče pripeljalo zdravilo SEVOrane®

Inovacije
za varnost oseba



AbbVie SEV Crane®
več kot
1.000.000.000
operacij po svetu



Skrb za



bolnike

- Zdravilo SEVCRane® je indicirano za indukcijo in vzdrževanje splošne anestezije pri odraslih in otrocih, za bolnišnične in ambulantne operacije
- Deluje hitro in ne draži
- Omogoča gladko in hitro izgubo zavesti med inhalacijsko indukcijo ter hitro okrevanje po prekinitvi anestezije

Plastenka iz polietilen nafaalata (PEN)

- Nelomiljiva
- Transparentna
- Lahka

Quik-Fit® system

- Omogoča takojšnjo uporabo zdravila, brez dodatne uporabe adapterjev za polnjenje tlaplinskih
- Minimizira izpostavljenost osebe anesteziji

Všechnost v roce > 30

- Zaščita pred potencialnimi reakcijami z Lewisovimi kisljinami in nastankom fluorovodikove kisline

Holografická varnostni trak:

- Ščiti pred ponarejanjem izdelka in potrjuje, da plastenka še ni bila odprta

Hlapilniki

AbbiVi je nudil bolnišnicam in apilnikom s Quik-Fit® sistemom v brezplačno uporabo.

Konstantna dobava zdravila



Omogočam
nemoteno oskrbo

v več kot 120 držav po svetu¹

Samo za strokovno javnost. Datum prijave informacije: september 2019
 Abbia Biofarmaceutika d.o.o.,
 Dolenjska cesta 242c, 1000 Ljubljana; T: 01 320 60 60

LITERATURA
1. Data On File,
2. SE VO rane Povzetek glavnih značilnosti zdravila, 15. 03. 2009



abbvie

Pokrovitelji:

*Hvala za pomoč pri izvedbi
tečaja!*

-  **KARL STORZ ENDOSKOPIJA d.o.o.**
 -  **ABBVIE BIOFARMACEVTSKA DRUŽBA d.o.o.**
 -  **MERCK SHARP & DOHME d.o.o.**
 -  **PHARMAMED-MADO d.o.o.**
 -  **THOMY F.E. d.o.o.**
 -  **RAM 2 d.o.o.**
 -  **DRÄGER SLOVENIJA d.o.o.**
 -  **EUROMED d.o.o.**
-

