Slovensko združenje za anesteziologijo in intenzivno medicine (SZAIM)

Zdravniška zbornica Slovenije

Oddelek za anesteziologijo, intenzivno terapijo in terapijo bolečin

Katedra za anesteziologijo, Medicinska fakulteta

Klinični oddelek za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok

Katedra za anesteziologijo, Medicinska fakulteta

Šola anesteziologije, reanimatologije in perioperativne intenzivne medicine

MODUL 8. »SPECIALNA ANESTEZIJA 3«

UČBENIK

Šola anesteziologije, reanimatologije in perioperativne intenzivne medicine

MODUL 8. »Specialna anestezija 3«

Učbenik je izdal: UKC Maribor in Medicinska fakulteta Univerze v Mariboru

Urednik: red. prof. dr. Mirt Kamenik, dr. med.

Strokovno - organizacijski odbor:

- Red. prof. dr. Mirt Kamenik, dr. med.
- Izr. prof. dr. Dušan Mekiš dr. med.
- Izr. prof. dr. Tatjana Stopar Pintarič, dr. med
- Izr. prof. dr. Maja Šoštarič, dr. med.
- Doc. dr. Janez Benedik, dr. med.
- Doc. dr. Andreja Moller Petrun, dr. med.
- Doc. dr. Peter Poredoš dr. med.
- Dr. Jožica Wagner Kovačec, dr. med.

Recenzenta: doc. dr. Iztok Potočnik, dr. med; red. prof. dr. Mirt Kamenik, dr. med.

Tehnični urednik: red. prof. dr. Mirt Kamenik, dr. med.

Maribor, oktober 2021

CIP - Kataložni zapis o publikaciji - Univerzitetna knjižnica Maribor
616-089.5(082)(0.034.2)

ŠOLA anesteziologije, reanimatologije in perioperativne intenzivne medicine. Modul 8, "Specialna anestezija 3" [Elektronski vir] : učbenik / [urednik Mirt Kamenik]. - E-knjiga. - Maribor : Univerzitetni klinični center : Medicinska fakulteta, 2021

Način dostopa (URL): https://www.ukc-mb.si/strokovna-sre%C4%8Danja/zborniki
ISBN 978-961-7039-62-7 (pdf)
1. Kamenik, Mirt
COBISS.SI-ID 78294787

PROGRAM SREČANJA

8:30 – 9:00 REGISTRACIJA

9:00 – 13:00 PREDAVANJA – predavalnica 1 N26

1. 9:00 – 9:20
   Sedacija in analgezija za diagnostične in terapevtske posege
   Peter Poredoš
2. 9:20 – 9:40
   Nadzor bolnika med sedacijo ob ohranjeni zavesti
   Maja Šoštarič
3. 9:40 – 10:00
   Uporaba hipnotikov, sedativov in analgezija med sedacijo ob ohranjeni zavesti
   Gordana Taleska
4. 10:00 – 10:20
   Zapleti med sedacijo ob ohranjeni zavesti
   Janez Benedik
5. 10:20 – 10:40
   Nadzor bolnika v zbujevalnici in ocena sposobnosti za odpust iz zbujevalnice
   Jožica Wagner Kovačec
6. 10:40 – 11:00
   Zapleti v zbujevalnici
   Vesna Sok

11:00 – 11:30 Odmor za kavo

7. 11:30 – 11:50
   Pripomočki za vzdrževanje odprte dihalne poti
   Darjan Kos
8. 11:50 – 12: 10
   Vrste videolaringoskopov in intubacija z videolaringoskopom
   Mekiš Dušan
9. 12:10-12:30
   Intubacija z fiberoptičnim bronhoskopom
   Marko Zdravkovič
10. 12:30-12:50
    Anatomija in anestezija zgornje dihalne poti z uporabo področne anestezije
    Tatjana Stopar Pintarič, *Lilijana Markova*
11. 12:50-13:10
    Algoritem za težko intubacijo
    Andreja Moller Petrun

12. 13:10-13:30

Tehnologija intubacijskih pripomočkov – preteklost, sedanjost, prihodnost

Miljenko Križmarič

13:30 – 14:30 Kosilo

14.30 – 17.30 SIMULACIJSKE DELAVNICE – simulacijski center
5 delavnic - 5 skupin, menjava skupin na 30 minut

1. **Sedacija za TAVI** (Maja Šoštarič, Gordana Taleska)
2. **Hipoksija med sedacijo za koloskopijo** (Peter Poredoš, Janez Benedik)
3. **Anafilaktična reakcija v zbujevalnici** (Jožica Wagner Kovačec, Vesna Sok)
4. **Intubacija z videolaringoskopom in s fiberoptičnim bronhoskopom** (Dušan Mekiš, Marko Zdravkovič, Tatjana Stopar Pintarič)
5. **Algoritem za težko intubacijo (simulator)** (Andreja Moller Petrun, Darjan Kos)

15:30 – 16:00 – Odmor za kavo

17.30 – 18.00 ZAKLJUČNI KOLOKVIJ / RAZGOVOR

RECENZIJA

Več eminentnih medicinskih inštitucij in združenj (Slovensko združenje za anesteziologijo in intenzivno medicino, Katedre ta anesteziologijo in reanimatologijo Medicinske fakultete Univerze v Ljubljani, Univerzitetna klinična centa Maribor in Ljubljana, Medicinska fakulteta Univerze v Mariboru) bo skupaj organiziralo že 8. modul kontinuiranega izobraževanja za specializante anesteziologije reanimatologije in perioperativne intenzivne medicine in kot glavni učni pripomoček za pripravo na modul izdalo učbenik Modul 8, Specialna anestezija 3, ki predstavlja dragoceno učno gradivo za specializante anesteziologije.

Anesteziolog ima zelo pomembno vlogo pri perioperativnem vodenju bolnikov in tako vpliva na ugodnejši izhod operacije, zmanjšanje perioperativnih zapletov in skrajšanje bolnišničnih dni. Takšen pristop poveča zadovoljstvo bolnikov, izboljša njihovo kvaliteto življenja in nenazadnje tudi poceni zdravljenje. Zato je podiplomsko izobraževanje bodočih anesteziologov še posebej pomembno.
V učbeniku, ki zajema Modul 8, so avtorji izjemno natančno, poglobljeno in sistematično predstavili področja specialne anesteziologije, pri kateri se uporablja sedacija ob ohranjeni zavesti. Vemo, da je bolnika v sedaciji včasih še težje uspešno in brez zapletov pripeljati skozi operacijo kot pri splošni anesteziji. Pri tem je treba zagotoviti, da je operacija za bolnika kljub prisotni zavesti čim manj stresna in udobna, vseeno pa moramo operaterju omogočiti nemoteno delo. Ker se populacija v Sloveniji stara operiramo vedno več bolnikov s številnimi spremljajočimi boleznimi, za katere je splošna anestezija še posebej rizična. Sedacija ob ohranjeni zavesti nam nudi možnost, da take bolnike vseeno varno in udobno operiramo. Na voljo je vedno več anestetičnih učinkovin, ki nam omogočajo, da takšne operacije izvedemo brez neželenih zapletov.
V drugem delu učbenika so avtorji opisali najrazličnejše tehnike in pripomočke za varno vzpostavitev proste dihalne poti, kar je nujni del skoraj vsake anestezije, reanimacije, pa tudi zdravljenja v enoti za intenzivno terapijo. Prav gotovo brez znanja teh veščin ne moremo govoriti o dobrem anesteziologu, zato je nujno, da se jih vsak specializant že tekom specializacije nauči.
Vsi prispevki opisujejo najnovejša spoznanja na področjih, ki jih pokrivajo in so podprta tudi z natančnimi opisi klinične prakse in priporočili oz. nasveti za vsakdanjo klinično prakso.
Učbenik predstavlja odlično učno gradivo za specializante anesteziologije, reanimatologije in intenzivne medicine, poleg tega pa bo koristen pripomoček tudi specialistom anesteziologom in intenzivistom, ki bodo v tem učbeniku našli zbrane najnovejše informacije iz obravnavanih področij, kar jim bo omogočalo nadgradnjo in poglobitev njihovega znanja.

Doc. dr. Iztok Potočnik, dr. med.

RECENZIJA

Zbornik predstavlja študijsko gradivo za specializante anesteziologije, ki opravljajo izobraževanja v okviru specializacije "*Šola anesteziologije, reanimatologije in perioperativne intenzivne medicine".* V zborniku so predstavljena nekatera področja specialne anestezije. Zbornik obravnava tri, za anesteziologa izjemno pomembna področja: področje sedacije za diagnostične in terapevtske posege, področje obravnave bolnika v zbujevalnici v zgodnji fazi okrevanja po operaciji in anesteziji, ter področje oskrbe dihalne poti.

Prvi sklop prispevkov obdeluje področje sedacije za diagnostične in terapevtske posege (t.i. proceduralne sedacije). Sklop je predstavljen v štirih prispevkih. Najprej so predstavljene evropske smernice za proceduralno sedacijo, nato nadzor bolnika med sedacijo, zdravila, ki jih uporabljamo in zapleti med sedacijo bolnika. Prispevki so napisani zelo kvalitetno z mnogo nasveti za vsakodnevno prakso, ki so koristni za vsakodnevno delo anesteziologa na teh deloviščih.

Sledi skupina prispevkov o posebnostih zgodnjega nadzora bolnikov po anesteziji v sobi za zbujanje bolnika po operaciji. Predstavljene so priporočene metode nadzora bolnika in kriteriji za odpust bolnika iz zbujevalnice, ter zapleti v zbujevalnici in njihovo zdravljenje. Gre za pomembno področje, s katerim se vsi anesteziologi srečujejo vsakodnevno, zato bo podrobna in kakovostna predstavitev tega področja, kot je predstavljena v zborniku v veliko pomoč tako specializantom kot tudi specialistom anesteziologije.

Zadnji sklop obravnava problematiko oskrbe dihalne poti. Gre za tematiko, ki je izjemnega pomena za anesteziologa, saj je reševanje zapletov povezanih z oskrbo dihalne poti vsakodnevno opravilo vsakega anesteziologa. Ob intenzivnem razvoju tehničnih pripomočkov na tem področju v zadnjih letih, je njihovo dobro poznavanje ključnega pomena za reševanje kritičnih situacij in s trem kvalitetno oskrbo bolnika. V sklopu so predtavljenji pripomočki za oskrbo dihalne poti, vrste in uporaba videolaringoskopov in fiberoptičnega bronhoskopa, predstavljena je tudi področna anestezija dihalne poti ter agloritem ukrepanja v primeru težav pri oskrbi dihalne poti. Tudi ti prispevki so napisani kvalitetno s koristnimi nasveti za klinično prakso.

Kot celota predstavlja zbornik kvaliteten strokovni prispevek in kvalitetno učno gradivo, ki omogoča specializantom anesteziologije vpogled v teoretične osnove opisane problematike, vsebuje pa tudi številne konkretne napotke za klinično prakso. Gotovo je zbornik tudi kvaliteten material za specialiste za obnovitev in poglobitev znanja na opisanih specialnih področjih anestezije.

Red. prof. dr. Mirt Kamenik, dr. med.

KAZALO VSEBINE

KAZALO VSEBINE 7

SEDACIJA IN ANALGEZIJA ZA DIAGNOSTIČNE IN TERAPEVTSKE POSEGE 8

NADZOR BOLNIKA MED SEDACIJO OB OHRANJENI ZAVESTI 20

UPORABA HIPNOTIKOV, SEDATIVOV IN ANALGEZIJA MED SEDACIJO OB OHRANJENI ZAVESTI25

ZAPLETI MED SEDACIJO OB OHRANJENI ZAVESTI 48

NADZOR BOLNIKA V ZBUJEVALNICI IN OCENA SPOSOBNOSTI ZA ODPUST IZ ZBUJEVALNICE .. 59

ZAPLETI V ZBUJEVALNICI 63

PRIPOMOČKI ZA VZDRŽEVANJE ODPRTE DIHALNE POTI 81

VRSTE VIDEOLARINGOSKOPOV IN INTUBACIJA Z VIDEOLARINGOSKOPOM 87

ANATOMIJA IN ANESTEZIJA ZGORNJE DIHALNE POTI Z UPORABO PODROČNE ANESTEZIJE 98

INTUBACIJA Z UPOGLJIVIM BRONHOSKOPOM 105

ALGORITEM ZA TEŽKO INTUBACIJO 111

TEHNOLOGIJA INTUBACIJSKIH PRIPOMOČKOV – PRETEKLOST, SEDANJOST, PRIHODNOST .. 121

SEZNAM AVTORJEV: 131

SEDACIJA IN ANALGEZIJA ZA DIAGNOSTIČNE IN TERAPEVTSKE POSEGE

Peter Poredoš

Izvleček

Sedacija in analgezija za diagnostične in terapevtske posege (PSA) je postala ena najbolj razširjenih praks, saj vse več pacientov zahteva lajšanje strahu, neugodja in bolečin med invazivnimi diagnostičnimi in terapevtskimi posegi. Postopek PSA zahteva ustrezno usposobljeno osebje z znanjem oskrbe dihalne poti in vstavitve intravenske kanile, farmakokinetike in farmakodinamike zdravil za PSA, prepoznavanja in zdravljenja zapletov ter oživljanja. Potreben je ustrezno velik prostor s pridruženo prebujevalnico ter ustrezna oprema. Izjemnega pomena je stalen klinični nadzor nad pacientom z oceno globine sedacije na vsaj 3-5 minut. Med vsako PSA je potrebno nadzorovati EKG, NIBP, SpO_2 in kapnografijo, za rutinsko uporabo monitorjev za globino sedacije pa podatkov ni dovolj. Po PSA mora biti pacient premeščen v prebujevalnico za vsaj 30 minut, pred odpustom se morajo vitalni znaki povrniti na vrednost pred posegom – priporoča se uporaba točkovnikov. Ob odpustu mora pacient prejeti pisna navodila, pacienta pa mora spremljati oseba, ki bo skrbela za njega v prvih urah po posegu. Zdravnik, ki izvaja sedacijo, mora izvajati le to in ne hkrati še posega. Vloga anesteziologa je v obravnavi najzahtevnejših zahtevnih pacientov ter v izobraževanju neanesteziologov, svetovanju in nadzoru nad kvaliteto izvajanja PSA.

Abstract

Procedural sedation and analgesia (PSA) has become one of the most widespread practices, as increasing number of patients demands a relief of anxiety, discomfort and pain during invasive diagnostic and therapeutic procedures. PSA procedure requires well trained personnel with the knowledge of airway management and intravenous cannulation, pharmacokinetics and pharmacodynamics of PSA drugs, recognition of adverse events and their management and the knowledge of resuscitation. A room of appropriate size is required with adjacent recovery room and corresponding equipment. Continuous clinical observation of a patient with assessment of a level of sedation, at least every 3-5 minutes is of paramount importance. Monitoring of ECG, NIBP, SpO_2 and capnography is mandatory during each PSA, whereas there is a lack of data for routine use of depth of sedation monitors. After PSA each patient should be observed in recovery room for at least 30 minutes; before a discharge of patient all vital signs should return to basic (preprocedural) values – the use of a questionnaire is advised. Written discharge instructions should be given to the patient and the patient should be accompanied by the caregiver, who will take care of the patient in the first hours after the procedure. Physician performing PSA should only take care of PSA and not a procedure at the same time. The role of an anesthesiologists is in management of the most difficult patients, in training of non-anesthesiologists, counselling and PSA quality supervision.

Uvod

Sedacija in analgezija za diagnostične in terapevtske posege (PSA) je eno najbolj kontroverznih področij anesteziologije, na videz preprosta tehnika, a terja veliko znanja ni še več izkušenj.

Navidezna preprostost tehnike vodi v precejšnje število zapletov (1) – kar 10% zahtevkov po odškodnini na strani anestezije se nanaša na sedacijo ob ohranjeni zavesti, med najpogostejšimi izidi teh zahtevkov pa je smrt pacienta. Smrtnost ob PSA je bistveno večja kot pri splošni ali področni anesteziji (2) ter je posledica neustrezne oksigenacije in/ali ventilacije, neustreznost prostora z nezadostnim monitoringom, pomanjkanje znanja in izkušenj s področja preprečevanja in ustreznega ukrepanja ob prekomerni sedaciji. Večina neanesteziooloških specialnosti tekom specializacije ne pridobi zadostnega znanja in izkušenj s področja sedacije, možnih zapletov in ukrepanja. Tudi v UKC Ljubljana smo obravnavali nekaj odklonov oz. opozorilnih nevarnih dogodkov, ki so se nanašali na izvajanje sedacije in analgezije za poseg s strani neanesteziologa. Ravno zato se ob PSA postavljajo številna vprašanja, tudi etično-legalna, ki jih skušajo v številnih državah nasloviti v smernicah. Anesteziologi imamo posebno znanje farmakologije, fiziologije in nujnih stanj, zato smo oz. bi morali biti tisti, ki določamo doktrino in standarde ter vodimo tečaje in šole za izvajanje PSA. Nadaljevanje tega prispevka je povzetek smernic za sedacijo in analgezijo ob posegih Evropskega združenja za anesteziologijo in intenzivno terapijo (ESAIC) v sodelovanju z Evropskim anesteziološkim omizjem (EBA) (3) ter nadgradnjo z nekaterimi drugimi obstoječimi smernicami (4). Smernice ne vključujejo s strani pacienta nadzorovane sedacije/analgezije (PCA), sedacije ob področni anesteziji, premedikacije za splošno anestezijo in novih ali redko uporabljenih sedativov/analgetikov. Večina podatkov temelji na trdnih podatkih iz literature, preostanek pa na zdravi pameti.

Definicija

Sedacija in analgezija za diagnostične in terapevtske posege je tehnika, ki z uporabo sedativov in/ali analgetikov omogoča učinkovitejšo izvedbo diagnostičnih in/ali terapevtskih posegov ob natančnem spremljanju pacienta za odkrivanje neželenih dogodkov oz. zapletov. Številni pacienti ob invazivnih in bolečih posegih vse pogosteje zahtevajo lajšanje strahu, neugodja in bolečin med posegi. Poleg tega številni neboleči posegi ne bi bili izvedljivi pri otrocih in nesodelujočih odraslih (posegi, ki zahtevajo popolno mirovanje).
V preteklosti se je tehnika nepravilno imenovala sedacija ob ohranjeni zavesti, sedacija sama po sebi namreč zmanjša stopnjo zavesti. Kljub zmanjšani stopnji zavesti pa dobra tehnika PSA ohranja odprto dihalno pot in spontano dihanje.
O minimalni sedaciji govorimo v primeru sedacije z dušikovim oksidulom (N_2O v koncentraciji < 50% ob dodatku kisika) ter oralnem sedativu ali analgetiku kot edinem zdravilu v nizkem odmerku.

Primer pacientke

Pred časom je bil prijavljen primer pacientke, ki jasno nakazuje nujnost poznavanja zdravil, ki jih uporabljamo v redni klinični praksi, in izkušenj z njihovo uporabo. Starejša pacientka je potrebovala diagnostično lumbalno punkcijo, a je ob odsotnosti smiselnega kontakta z njo (demenca) in nemira potrebovala sedacijo za omenjeni poseg. Zdravnik neanesteziolog se je odločil za propofol v odmerku 20, kar je sestra takoj aplicirala. Pacientka je prenehala dihati, SpO2 je padla do 60%, sistolični krvni tlak pa na 80 mmHg. Zdravnik je takoj pričel s predihavanjem preko obrazne maske, klican je bil anesteziolog, ki je pričel tudi z zdravljenjem hipotenzije. Po pogovoru je bilo ugotovljeno, da je zdravnik neanesteziolog naročil 20 mg, sestra pa je aplicirala 20 ml 1% propofola. Zaradi nepoznavanja zdravila ni bilo jasno, ali gre za mg ali ml. Izhod pacientke je bil dober.

Vloga anesteziologov

Anesteziologi smo nosilci dejavnosti PSA in smo usposobljeni za obravnavo pacientov na različnih globinah sedacije in splošne anestezije, smo strokovnjaki za oskrbo dihalne poti, ventilacijo in cirkulacijo. Vlogo anesteziologov pri PSA opredeljujejo številne smernice (5, 6), ki dopuščajo uporabo hitro-delujočih sedativov (propofola) tudi s strani neanesteziologov, a morajo le-ti pridobiti osnovne veščine ravnanja z omenjenimi zdravili in ukrepanja ob neželenih dogodkih. Potrebno se je namreč zavedati, da PSA tudi ob ustrezni izvedbi poveča tveganje za obolevnost in umrljivost. Zaradi tveganja PSA same po sebi je komisija za akreditacijo zdravstvenih organizacij v ZDA zahtevala, da je izvajanje PSA v vseh zdravstvenih ustanovah nadzorovano in ovrednoteno s strani anesteziooloških oddelkov, pri čemer imajo anesteziologi svetovalno in podporno vlogo (7). Ameriško združenje za anesteziologijo je ustanovilo tečaj izvajanja PSA za neanesteziologe, ki lahko po tečaju samostojno izvajajo blago do zmerno sedacijo pri pacientih ASA 1 in 2. Pri pacientih ASA 3 ali več mora PSA izvajati anesteziolog.

Katere paciente naj bi obravnaval anesteziolog (predoperativna ocena in izvedba PSA)?

1. **Srčno-žilne bolezni – težke oblike:** pri teh pacientih je potreben natančen telesni pregled in ocena srčne rezerve (8), razen v primerih nujnega posega (gastroskopija ob krvavitvi). Invazivni posegi v suboptimalnih pogojih PSA lahko izzovejo stresni odgovor telesa z ishemijo miokarda in srčno dekompenzacijo (9). Občasno potrebujejo ti pacienti PSA tudi za manjše srčne posege (kateterizacijo levega srca, električno kardioverzijo, implantacijo notranjih defibrilatorjev, srčnih spodbujevalcev ali TAVI). Trenutna praksa za tovrstne posege je uporaba benzodiazepina (midazolama)/propofola ob nizkem odmerku opioida (10). Omenja se tudi deksmedetomidin, a gre za neregistrirano uporabo zdravila. Še posebej je pomembna navzočnost anesteziologa pri pacientih s hipotenzijo in hudim srčnim popuščanjem.
2. **Obstruktivna apneja v spanju (OSA):** pri pacientih z OSA je med PSA močneje izražena kardiopulmonalna depresija (11). Priporočajo se minimalni odmerki sedativov ter izogib opioidom, medtem, ko je deksmedetomidin izkazal dober varnostni profil (12). Pri hudi obliki OSA se priporoča uporaba kontinuiranega pozitivnega tlaka v dihalni poti (CPAP) preko nosne maske, saj zmanjša tveganje za respiratorne zaplete po posegu, a je za njegovo uporabo potrebno posebno znanje (13).
3. **Morbidno debeli (BMI>40 kg/m^2):** imajo povečano tveganje za respiratorne zaplete zaradi slabšega delovanja dihalnih mišic, manjše FRC, omejenega pretoka zraka med izdihom, večje porabe kisika in večjega tvorjenja CO_2, povečanega dihalnega dela v mirovanju, povečanega upora v zgornji dihalni poti in nagnjenosti k OSA. Obstaja možnost debelostnega hipoventilacijskega sindroma s posledično pljučno hipertenzijo in odpovedjo desnega srca (14). Večje tveganje predstavlja centralna debelost. Priporočila za izvedbo PSA vključujejo izogib ležanju na hrbtu (polsedeči položaj), oskrba dihalne poti s trahealnim tubusom, izogib dolgo-delujočim sedativom, zdravilom z zaviralnim učinkom na dihanje in zdravilom, ki prožijo

obstrukcijo dihalne poti. Priporoča se uporaba remifentanila in deksmedetomidina ob ustreznem monitoringu (15).

4. **Kronična ledvična odpoved** (GFR<60ml/min/1,73m^2; stopnja 3): PSA je pogosto potrebna za oblikovanje fistule. Pri tovrstnih posegih se za PSA priporoča kombinacija midazolama in fentanila (16), pri čemer je potrebno paziti na čas do največjega učinka midazolama, ki znaša 13 minut. Kronična ledvična odpoved na farmakokinetiko midazolama nima vpliva (17), prav tako ni pomembno spremenjena pri fentanilu v posamičnem odmerku (18). Kombinacija propofola in alfentanila lahko povzroča hipoventilacijo s padcem SpO_2, zato se je ne priporoča.
5. **Kronična jetrna bolezen:** pacienti s kronično jetrno okvaro potrebujejo PSA za ezofago-gastro-duodenoskopijo zaradi varic ali portalne hipertenzivne gastropatije. Okvara jeter močno vpliva na farmakokinetiko sedativov. Midazolam se pogosto uporablja zaradi relativno hitrega pričetka delovanja in amnestičnih lastnosti, vendar lahko ob jetrni odpovedi poslabša simptome encefalopatije, njegovo delovanje pa je podaljšano. Priporoča se uporaba propofola kot bolj varnega, učinkovitega zdravila s hitrim izzvenevanjem učinka (19). Pred PSA je potrebno biti pozoren na možnost hepatopulmonalnega sindroma z nižjimi vrednostmi SpO_2.
6. **Starejši pacienti:** pri njih je med PSA povečano tveganje za hipotenzijo, hipoksemijo, srčne aritmije in aspiracijo (20). Imajo povečano občutljivost na sedative, zato je potrebno zmanjšanje odmerkov midazolama in propofola (21). Pričetek delovanja je podaljšan, potrebno je tudi prilagoditi intervale do ponovnega odmerka. Posege tolerirajo podobno kot mlajši, razen koloskopije, pri kateri je povečano tveganje za perforacijo črevesja in kardiopulmonalne komplikacije.
7. **Pacienti ASA 3 ali več**: imajo povečano tveganje za hipoksemijo zaradi hipoventilacije, zato je potreben natančen nadzor dihanja in prehodnosti dihalne poti.

Predoperativna ocena in priprava pacienta na PSA

Predoperativna ocena in priprava na PSA mora biti podobna kot za druge vrste anestezije (splošno, regionalno). Poudarki pri pripravi na PSA:

a. Anamneza predhodnih sedacij ali anestezij (splošnih in področnih) in težav z dihalno potjo.
b. Anamneza predhodnih bolezni: številni zapleti PSA (hipoksemija, hipotenzija) so posledica starosti in pridruženih kroničnih bolezni (bolezni dihal, kardiovaskularne bolezni, obstruktivne apneje v spanju, debelosti) (22).
c. Anamneza alergij, jemanja zdravil (predvsem psihotropnih, pomirjeval, opioidov), kajenja, odvisnosti od alkohola in drog.
d. Ocena zgornje dihalne poti: večina zapletov pri PSA je povezana z moteno prehodnostjo dihalne poti in respiratorno depresijo, zato je nujno potrebna predhodna ocena dihalne poti.
e. Informacija za paciente: zdravnik mora pacientu predstaviti možne nevarnosti in načrt za poseg s PSA. Predstavi naj mu možne alternative, tudi možnost posega brez PSA. Predstaviti je potrebno najpogostejša tveganja in možne zaplete. Tako kot za anestezijo, je tudi za PSA potrebno pisno soglasje. Opustitev soglasja je možna le, če ga pacient ne more podati zaradi hude bolečine ali spremenjenega mentalnega stanja (23).

f. Teščost pred PSA: ni potrjeno z dokazi; priporoča se enake smernice kot za anestezijo/operativni poseg.

Nadzor (monitoring) pacientov med PSA

Osnovni namen nadzora je zgodnja prepoznava zapletov in življenje-ogrožujočih stanj ter pravočasno ukrepanje. Zato moa osebje, ki izvaja PSA, natančno poznati monitorje in pravilno interpretirati informacije. Med vsemi PSA je obvezno nadzorovanje EKG, neinvazivnega krvnega tlaka, SpO2 in kapnografija. Pred pričetkom posega je potrebno preveriti, da so alarmi na monitorjih ustrezno nastavljeni.

1. **Klinično opazovanje pacienta med PSA** in po njej: stalno ocenjevanje globine sedacije s pomočjo lestvic ali oceno odzivnosti na verbalno stimulacijo in dotik (24) vsaj na 3-5 minut. Če ocena verbalnega odgovora ni mogoča (oralna kirurgija, zgornja endoskopija), odziv ocenjujemo s pacientovim odzivom na ukaz (npr. stisk roke, dvig palca). Previdnost je potrebna tam, kjer bi premik ob dražljaju lahko povzročil škodo. Prisotnost odziva nakazuje na pacientovo zmožnost nadzora nad dihalno potjo, globokega vdiha, kar predstavlja zmerno sedacijo. Refleksni odmik na bolečinski dražljaj ni namenski odziv in je viden tudi v fazi globoke sedacije ali splošne anestezije.
2. **Neinvazivni krvni tlak (NIBP) in EKG:** NIBP je potrebno meriti vsaj vsakih 5 min (25), EKG pa kontinuirano, tudi ob samem posegu brez PSA, saj so ob gastroskopijah pogosto opažali epizode hipoksemij in motenj srčnega ritma. Med dejavniki tveganja za te zaplete so ugotavljali starost, pridružene bolezni, trajanje posega in neizkušenost endoskopista (26).
3. **Pulzna oksimetrija (SpO_2):** obvezni kontinuirani nadzor SpO_2 je obvezen med vsako PSA, saj omogoča zgodnjo zaznavo hipoksemije. Vsa mesta merjenja (palec roke ali noge, uho) imajo podobno natančnost (27). Pomembno je merjenje SpO_2 že pred posegom in PSA, saj predstavlja izmerjena izhodiščna vrednost ciljno vrednost za SpO_2 po posegu. Merjenje SpO_2 pa ne pove nič o alveolarni ventilaciji, še posebej ob dodatku kisika v vdihanem zraku.
4. **Kapnografija:** ima osrednjo vlogo pri zgodnjem odkrivanju težav z ventilacijo (prej zazna apnejo kot SpO_2) in predstavlja obvezni monitoring pri vseh pacientih, pri katerih se izvaja PSA (28). V raziskavah so namreč ugotovili 17,6-krat večjo verjetnost zaznave respiratorne depresije kot zgolj s standardnim nadzorom ter pomembno manjšo pojavnost apnej in hipoksij med PSA (29).
5. **Merjenje globine sedacije:** priporoča se merjenje globine sedacije s pomočjo monitorjev, ki analizirajo EEG signal, predvsem ob uporabi propofola. Omenjeni monitorji (npr.BIS, Narcotrend, Sedline) po nekaterih raziskavah zmanjšajo pojavnost zapletov, povečajo zadovoljstvo pacientov, omogočajo bolj učinkovito doziranje zdravil in krajšo sedacijo (30), a podatkov ni dovolj, da bi bila njihova uporaba obvezna.

Globina sedacije

Za oceno globine sedacije obstajajo različne lestvice (31).
Ramsay lestvica globine sedacije: 1=prestrašen in nemiren pacient, 2=sodelujoč, miren, orientiran pacient, 3=zaspan pacient, odziven na ukaze, 4=zaspan pacient, ki ga prebudi fizični dražljaj (npr. trepljanje po čelu) ali glasen zvok, 5=zaspan pacient, ki se medlo in počasi odziva

na trepljanje po čelu ali glasen zvok, 6=pacient, ki se ne odzove niti na močan fizični dražljaj =

	STOPNJA 1 MINIMALNA SEDACIJA	STOPNJA 2 ZMERNA SEDACIJA	STOPNJA 3 GLOBOKA SEDACIJA	STOPNJA 4 SPLOŠNA ANESTEZIJA
Odzivnost	Normalni odgovor na verbalni dražljaj. Kognitivno delovanje in koordinacija lahko okrnjena.	Smiselni odgovor na verbalne/fizične dražljaje in verbalne ukaze.	Težje zbudljiv. Smiselni odgovor na večkratne verbalne/tipne ali bolečinske dražljaje.	Ni možno zbuditi. Ni odgovora na bolečinski dražljaj.
Dihalna pot	Normalno prehodna.	Normalno prehodna.	Sposobnost vzdrževanja odprte dihalne poti lahko okrnjena, lahko potrebna podpora.	Nesposobnost vzdrževanja odprte dihalne poti. Potrebna podpora.
Dihanje	Normalno.	Zadostno spontano dihanje.	Sposobnost vzdrževanja spontanega dihanja lahko okrnjena, lahko potrebna podpora.	Zmanjšana sposobnost vzdrževanja spontanega dihanja. Potrebna podpora dihanju in predihavanje s pozitivnim tlakom.
Hemodinamika	Normalna.	Neprizadeta.	Običajno neprizadeta.	Lahko prizadeta.

splošna anestezija.

ASA lestvica globine sedacije:

Razlike med prvima dvema stopnjama sedacije niso vedno jasne, vendar stopnja 3 ali 4 predstavlja močno povečano tveganje za življenje-ogrožujoče zaplete, ki terjajo takojšnjo in ustrezno ukrepanje. Napredovanje do stopnje 4 terja posebno znanje in spretnosti (napredne spretnosti oskrbe dihalne poti in cirkulacije), ki jih obvladajo anesteziologi.

Izbor zdravil

Izjemnega pomena je natančno poznavanje farmakokinetike in farmakodinamike zdravil, ki jih uporabljamo za PSA (32): tako vsakega zdravila posebej, kot tudi kombinacije. Izbor zdravil je

odvisen od preprostosti doziranja za dosego in vzdrževanje željene globine sedacije, izkušenj zdravnika, pridruženih bolezni pacienta in vrste posega.
Teoretično idealno zdravilo za PSA ima hiter pričetek, kratko trajanje delovanja in od časa infuzije neodvisen razpolovni čas zdravila. Imeti mora tudi ugoden hemodinamski in respiratorni stabilnostni profil. Večina zdravil nima hkrati sedativnih in analgetičnih lastnosti, zato je za PSA potrebna kombinacija zdravil. Učinek zdravila je lažje predvideti ob intravenski aplikaciji, čeprav je uporabna tudi intranazalna (deksmedetomidin), intramuskularna, rektalna, transmukozna in oralna oblika zdravil. Pri intravenskih oblikah se priporočajo naraščajoči odmerki, vmes mora miniti dovolj časa za oceno učinka zdravila. Za propofol in remifentanil se priporoča »target-controlled infusion« (TCI) način dajanja, saj tovrstna tehnika zmanjša število apnej, zagotavlja boljšo hemodinamsko stabilnost, večjo zadovoljstvo pacienta in zdravnika ter hitrejše okrevanje (33). Intravenski kanal mora biti vstavljen vse dokler je pri pacientu prisotno tveganje za kardiorespiratorno depresijo.
Pri neintravenskih oblikah je čas do največjega učinka bistveno daljši, saj mora priti do absorpcije zdravila, kar je potrebno upoštevati, preden se odločimo za ponovni odmerek. Če se odločimo za neintravensko PSA, je intravenski pristop nujno vzpostaviti pri zmerni do globoki sedaciji in glede na stanje pacienta (pričakovanje zapletov med posegom in PSA).

1. **Propofol:** Najpogosteje uporabljeno zdravilo je propofol zaradi hitrega nastopa učinka, predvidljivega trajanja delovanja in kratkega razpolovnega časa, tudi ob daljši infuziji. Kombinira se ga z opioidi s posledičnim močnim sinergističnim sedativnim in analgetičnim učinkom. Zaradi pomembne respiratorne in hemodinamske nestabilnosti teh zdravil je potrebno natančno titriranje. Poleg opioidov se kot dodatek k propofolu omenja tudi ketamin in deksmedetomidin.
2. **Midazolam:** Med benzodiazepini je najpogosteje uporabljen midazolam zaradi hitrega nastopa delovanja (30-60 s); zaradi največjega učinka komaj po 13 min in daljšega razpolovnega časa ter ozkega terapevtskega indeksa, pa je potrebna previdnost pri njegovi uporabi, predvsem pri starejših (34).
3. **Ketamin** ima analgetične lastnosti; hiter nastop delovanja in srednje trajanje delovanja pa ga postavljata v ospredje pri bolečih posegih. Zaradi stimulativnega kardiovaskularnega učinka je potrebna previdnost pri pacientih z ishemično srčno boleznijo (35).
4. **A_2-agonisti** (klonidin, deksmedetomidin): deksmedetomidin je potrebno dajati v počasnem bolusu in nadaljevati z infuzijo. Ima ugoden respiratorni profil, potrebna pa je previdnost zaradi kardiovaskularnih sprememb odvisnih predvsem od hitrosti dajanja (36). Kombinacija deksmedetomidina z opioidi se vse bolj uporablja za sedacijo, predvsem pri otrocih in pacientih v intenzivni terapiji (37).
5. **Opioidi:** potrebni so kot aditivi pri bolečih posegih, pri čemer se uporabljajo fentanil, alfentanil in remifentanil, ponekod tudi morfij, piritramid in buprenorfin.
6. Zdravila za izničenje učinka midazolama in opioidov: flumazenil in nalokson. V poštev pridejo ob depresiji dihanja in prekomerni sedaciji, predvsem pri pacientih s težavno dihalno potjo in/ali težavnim predihavanjem. Po dajanju teh zdravil je potrebno dovolj dolgo opazovanje, da ne pride do povratka kardiorespiratorne depresije po izzvenetju njihovega učinka. Rutinska uporaba zdravil za izničenje učinka sedativov in analgetikov se odsvetuje.

Opazovanje pacienta po PSA

Po PSA mora biti pacient premeščen v prebujevalnico za vsaj 30 minut. Do poslabšanja pacientovega splošnega stanja lahko namreč pride tudi po zaključenem posegu in PSA, zato je potreben ustrezen nadzor. Čeprav ni jasnih podatkov v literaturi, kdo naj bi nadzoroval pacienta in koliko časa morajo biti nadzorovani, se iz praktičnih razlogov priporoča osnovni nadzor (EKG, NIBP in SpO_2) ob budnem nadzoru s strani izkušene in izurjene medicinske sestre vsaj 30 min (38).
Pogoji za odpust pacienta:

1. Diagnostični/terapevtski poseg z nizkim tveganjem, po katerem ne pričakujemo zapletov,
2. stanje zavesti in vitalnih znakov kot pred PSA, pacient pa lahko skrbi zase ali potrebuje minimalno podporo in pomoč,
3. pooperativni simptomi (bolečina, slabost, vrtoglavost) morajo biti obvladani,
4. s pacientom mora biti spremljevalec, ki bo skrbel zanj v prvih urah po odpustu.

Pripravljenost pacienta na odpust lahko ocenimo z različnimi vprašalniki (38, 39), priporoča pa se Aldrete točkovnik (40). Kriterij za odpust pa je lahko tudi povrnitev živčno-mišičnega in kognitivnega stanja na nivo pred posegom. Pacient mora ob odpustu prejeti pisna navodila in obrazložitev zapletov, do katerih lahko pride po odpustu, kako jih rešiti, kontaktno številko, kam se lahko obrne v primeru težav in zabeležen čas, ko se lahko vrne v normalno aktivnost.

Zapleti in ukrepanje

Najpogostejši zapleti PSA vključujejo hipoksemijo, znižane vrednosti SpO2 (40,2%), bruhanje z aspiracijo (17,4%), arterijska hipotenzija/hemodinamska nestabilnost (15,2%) in apneja (12,4%). Neustrezno in zakasnelo ukrepanje lahko privede do življenje-ogrožujočih stanj (41, 42):

1. **Depresija dihanja:** PSA lahko povzroči zmanjšano globino in/ali frekvenco dihanja zaradi depresornega vpliva na dihalni center in posledičnega manjšega odziva na naraščajoče koncentracije CO_2 v krvi. Vsi sedativi, opioidi in inhalacijski anestetiki imajo potencial za depresijo dihalnega centra, a je tveganje pri zmerni sedaciji ob običajnih odmerkih zdravil in ustreznem nadzoru minimalno. Ob hipoksemiji, hipoventilaciji ali apneji je potrebno najprej stimulirati pacienta k globokemu dihanje, dodati kisik v vdihanem zraku ter pričeti s predihavanjem s pozitivnim tlakom. Med pomembnejše ukrepe sodijo zdravila za izničenje učinka sedativnih/analgetičnih učinkovin, a je potrebno dobro poznati njihovo delovanje.
2. **Zapora dihalne poti:** najprej je potrebno preveriti položaj glave in prisotnost tujkov v dihalni poti, nato razmišljati o patoloških vzrokih, kot je laringospazem in edem grla.
3. **Arterijska hipotenzija,** še posebej ob znižani zavesti, terja takojšnje ukrepanje in hemodinamsko stabilizacijo.
4. **Hipertenzija:** o hipertenzivni krizi govorimo pri diastoličnem krvnem tlaku nad 120 mmHg. Že pri asimptomatskem pacientu je potrebno ukrepanje, prisotnost simptomov (bolečine v prsih, glavobola, motenj vida) pa terja takojšnje zdravljenje.
5. **Bolečina v prsih:** angina pektoris, srčna ishemija.

6. **Alergijska reakcija:** diagnoza je pogosto zapletena, saj se simptomi prekrivajo s pregloboko sedacijo. Ukrepanje je v skladu z algoritmom in stopnjo anafilaktične reakcije.
7. **Druga blažja stanja:** vazovagalna reakcija, aritmija, bolečina in stres, halucinacije, slabost in bruhanje, slinjenje.

Ukrepi:

5. **Dodatek kisika:** preventivno dajanje kisika se priporoča pri dolgih posegih ali ob pričakovanih epizodah hipoksije (43). Po drugi strani lahko tovrstno dajanje kisika prikrije prepoznavo respiratorne depresije (če ne uporabljamo kapnografije).
6. **Hemodinamska podpora:** v primeru hipotenzije, hipertenzije ali motenj srčnega ritma ob PSA je potrebno takojšnje ukrepanje za preprečitev življenje-ogrožujočih stanj.

Zahteve za varno izvedbo PSA

1. **Ustrezen prostor:** prostor mora imeti lahek pristop, evakuacijsko pot in dvigalo za evakuacijo pacienta na postelji. Biti mora dovolj velik za vso potrebno opremo, zraven mora biti prebujevalnica. Vzpostavljen mora biti sistem za klic v sili.
2. **Osebje:** v kolikor poseg izvaja neanesteziološko osebje, mora biti le-to ustrezno usposobljeno. Omogočen mora biti dostop do nujnih storitev (ekipe za hitri odziv oz. reanimacijske ekipe - anesteziologa) v 1-5 minutah, sploh v luči dejstva, da je lahko potrebna nujna intubacija (v primeru inhalacije želodčne vsebine, anafilaktičnega šoka, bronhospazma). Zdravnik, ki izvaja sedacijo, mora izvajati le to in ne hkrati še posega.

   Usposabljanje osebja mora vključevati (44):
   - tečaj oživljanja, vključno s prepoznavanjem in zdravljenje stanj, ki lahko vodijo v srčni zastoj. Pomembno je, da urjenje poteka na primerih pacientov in vključuje tudi netehnične veščine (vodenje ekipe, hitro procesiranje in povezovanje informacij ter ustrezen odgovor v nujnih stanjih) (45).
   - znanje izvedbe ocene pacienta pred posegom (pridružene bolezni, dihalna pot),
   - vstavitev intravenske poti,
   - oskrbo dihalne poti,
   - hitro oceno in ukrepanje ob različnih globinah sedacije, prepoznavanje popolnega povratka zavesti (Aldrete),
   - prepoznavanje in zdravljenje zapletov (dihalne in hemodinamske depresije, slabosti),
   - natančno poznavanje farmakologije zdravil za PSA in nujna stanja,
   - tehnične veščine: ventilacija z masko z balonom, vstavitev supraglotičnih pripomočkov.

   Teoretično znanje mora biti pisno ocenjeno, pri čemer je prag za uspešno opravljen izpit 75% (46). Izobraževanje mora biti certificirano s strani strokovnega združenja (anesteziološkega) in Ministrstva za zdravje.

3. **Oprema:** v prostorih, kjer se izvaja PSA mora biti na voljo oprema za oživljanje in težko intubacijo: defibrilator, kisik, aspirator, pripomočki za dihalno pot (obrazne maske, dihalni balon, ustno-žrelni tubusi, supraglotični pripomočki, laringoskop, tubusi), intravenski pristop in zdravila (nalokson, flumazenil, adrenalin, efedrin, vazopresin,

atropin, nitroglicerin, amiodaron, lidokain, glukoza, deksametazon, hidrokortizon, midazolam). Na stenah morajo biti nameščeni algoritmi ukrepanja v nujnih stanjih.

4. **Sistem nadzora nad kakovostjo izvajanja PSA:** Vsak center, ki izvaja PSA, mora vzpostaviti nadzor kakovosti izvajanja PSA (oceno varnosti, beleženje in analiza zapletov in oceno tveganja). V redno klinično prakso je potrebno vpeljati varnostne kontrolne sezname (check-liste). Postopke izboljševanja kakovosti je potrebno redno posodabljati in vključevati novo tehnologijo, opremo in druge napredne možnosti.

Prihodnost

Razvoj in validacija novih metod nadzora (globine sedacije) bi lahko vodila v uporabo avtomatiziranih zaprto-zančnih sistemov. Potrebno bo pridobiti podatke in vzpostaviti objektivna merila za ocenjevanje pridobljenih kompetenc neanesteziologov za izvajanje PSA.

Zaključki

Sedacija in analgezija za diagnostične in terapevtske posege se pogosto izvaja tako v bolnišnicah, kot tudi v manjših zdravstvenih ustanovah/ambulantah. Potreba po PSA narašča in je pacientom vse bolj dostopna. Razvoju in širjenju tehnike mora slediti varnost, zato je potrebno za izvajanje PSA zagotoviti ustrezno izurjeno osebje, prostor, opremo in nadzor nad kakovostjo storitev. Pred posegom je vitalnega pomena ustrezna ocena pacienta z oceno dejavnikov tveganja za zaplete, kar terja izurjenega zdravnika z naprednim znanjem oskrbe dihalne poti ter uporabe zdravil za PSA in nujna stanja. Vloga anesteziologov mora biti predvsem pri obravnavi najzahtevnejših pacientov, pri koordinaciji, nadzoru nad izvajanjem PSA in urjenju neanesteziologov.

Viri

1. Bhananker SM, Posner KL, Cheney FW, et al. Injury and liability associated with monitored anesthesia care: a closed claims analysis. Anesthesiology 2006;104:228–34.
2. Metzner J, Posner K, Lam M, et al. Closed claims' analysis. Best Pract Res Clin Anaesthesiol 2011;25:263–76.
3. Hinkelbein J, Lamperti M, Akeson J, et al. European Society of Anaesthesiology and European Board of Anaesthesiology guidelines for procedural sedation and analgesia in adults. Eur J Anaesthesiol 2018;35(1):6-24.
4. Practice Guidelines for Moderate Procedural Sedation and Analgesia 2018: A Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Moderate Procedural Sedation and Analgesia, the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons, American College of Radiology, American Dental Association, American Society of Dentist Anesthesiologists, and Society of Interventional Radiology. Anesthesiology 2018;128:437–79.
5. American Society of Anesthesiologists. Practice guidelines for sedation and analgesia by nonanesthesiologists. Anesthesiology 2002;96:1004.
6. Department of Health and Human Services. Centers for Medicare and Medicaid Services Revised. Hospital Anesthesia Services Interpretive Guidelines – State Operations Manual (SOM) Appendix A Ref: S&C-10-09-Hospital. 2011. Available at: https://www.cms.gov/SurveyCertificationGenInfo/downloads/SCLet-ter10_09.pdf. [Accessed 25 August 2016]

7. Commission The Joint. 2016. https://www.jointcommission.org/standards_information/jcfaqdetails.aspx?StandardsFaqId=1240&ProgramId=46. [Accessed 25 August 2016]
8. Kristensen SD, Knuuti J, Saraste A, et al. 2014 ESC/ESA Guidelines on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management: The Joint Task Force on non-cardiac surgery: Cardiovascular Assessment and Management of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Society of Anaesthesiology (ESA). Eur J Anaesthesiol 2014;31:517–73.
9. Mangano DT. Perioperative medicine: NHLBI working group deliberations and recommendations. J Cardiothorac Vasc Anesth 2004;18:1–6.
10. Deftereos S, Giannopoulos G, Raisakis K, et al. Moderate procedural sedation and opioid analgesia during transradial coronary interventions to prevent spasm: a prospective randomized study. JACC Cardiovasc Interv 2013;6:267–73.
11. Hillman DR, Loadsman JA, Platt PR, et al. Obstructive sleep apnea and anesthesia. Sleep Med Rev 2004;8:459–71.
12. Wu W, Chen Q, Zhang LC, et al. Dexmedetomidine versus midazolam for sedation in upper gastrointestinal endoscopy. J Int Med Res 2014;42:516–22.
13. Jain S, Dhand R. Perioperative treatment of patients with obstructive sleep apnea. Cur Opin Pulm Med 2004;10:482–88.
14. Harris AT, Morell D, Bajaj Y, et al. A discussion of airway and respiratory complications along with general considerations in obese patients. Int J Clin Pract 2010; 64:802–06.
15. Aantaa R, Tonner P, Conti G, et al. Sedation options for the morbidly obese intensive care unit patient: a concise survey and an agenda for development. Multidiscip Respir Med 2015;101:8.
16. Lee SM, Kim GH, Lee JJ. Does propofol and alfentanil-induced sedation cause periodic apnoea in chronic renal failure patients? Int J Clin Pract 2010; 64:1–5.
17. McCarley P, Wingard RL, Shyr Y, et al. Vascular access blood flow monitoring reduces access morbidity and costs. Kidney Int 2001;60:1164–72.
18. Hohne C, Donaubauer B, Kaisers U. Opioids during anesthesia in liver and renal failure. Anaesthesist 2004;53:291–303.
19. Sharma P, Singh S, Sharma BC, et al. Propofol sedation during endoscopy in patients with cirrhosis, and utility of psychometric tests and critical flicker frequency in assessment of recovery from sedation. Endoscopy 2011;43:400–5.
20. Salminen P, Grönroos JM. Anesthesiologist assistance in endoscopic retrograde cholangiopancreatography procedures in the elderly: is it worthwhile? J Laparoendosc Adv Surg Tech A 2011;21:517–19.
21. 108 Heuss LT, Schnieper P, Drewe J, et al. Conscious sedation with propofol in elderly patients: a prospective evaluation. Aliment Pharmacol Ther 2003;17:1493–1501.
22. Omata F, Masuda K, Fujita Y, et al. Risk factors of hypoxia during conscious sedation for colonoscopy: A prospective time-to-event analysis. Gastro Endosc 2014;1:AB224.
23. General Medical Council. Consent: patients and doctors making decisions together. London: General Medical Council; 2008.
24. American Society of Anesthesiologists. Continuum of depth of sedation. 2014. Available from http://www.asahq.org/for-members/_/media/For%20Members/documents/Standards%20Guidelines%20Stmts/Continuum%20of%20Depth%20of%20Sedation.ashx. [Accessed 14 July 2017]
25. American Society of Anesthesiologists. Standards for basic anesthetic monitoring 2015. 2015. Available at: http://www.asahq.org/quality-andpractice-management/standards-and-guidelines. [Accessed 14 July2017]
26. Quine MA, Bell GD, McCloy RF, et al. Prospective audit of upper gastrointestinal endoscopy in two regions of England: safety, staffing and sedation methods. Gut 1995;36:462–67.
27. Hinkelbein J, Hose D, Fiedler F. Comparison of three different sensor sites for pulse oximetry in critically ill patients. Int J Intensive Care 2005;12:159–63.

28. Beitz A, Riphaus A, Meining A, et al. Capnographic monitoring reduces the incidence of arterial oxygen desaturation and hypoxemia during propofol sedation for colonoscopy: a randomized, controlled study (ColoCap Study). Am J Gastroenterol 2012;107:1205–12.
29. Qadeer MA, Vargo JJ, Dumot JA, et al. Capnographic monitoring of respiratory activity improves safety of sedation for endoscopic cholangiopancreatography and ultrasonography. Gastroenterology 2009;136:1568–76.
30. Bell JK, Laasch HU, Wilbraham L, et al. Bispectral index monitoring for conscious sedation in intervention: better, safer, faster. Clinical Radiol 2004;59:1106–13.
31. Knape H, Adriaensen H, van Aken H, et al. Guidelines for sedation and/or analgesia by nonanaesthesiology doctors. Eur J Anaesthesiol 2007;24:563–7.
32. Hansen TG. Sedative medications outside the operating room and the pharmacology of sedatives. Curr Opin Anaesthesiol 2015;28:446–52.
33. Short TG, Hannam JA, Laurent S, et al. Refining target-controlled infusion: an assessment of pharmacodynamic target-controlled infusion of propofol and remifentanil using a response surface model of their combined effects on bispectral index. Anesth Analg 2016;122:90–7.
34. Reves JG, Fragen RJ, Vinik HR, et al. Midazolam: pharmacology and uses. Anesthesiology 1985; 62:310–24.
35. Mion G, Villevieille T. Ketamine pharmacology: an update (pharmacodynamics, molecular aspects, recent findings). CNS Neurosc Ther 2013;19:370–80.
36. Zhang F, Sun HR, Zheng ZB, et al. Dexmedetomidine versus midazolam for sedation during endoscopy: a meta-analysis. Exp Ther Med 2016;11:2519–24.
37. Venn RM, Karol MD, Grounds RM. Pharmacokinetics of dexmedetomidine infusions for sedation of postoperative patients requiring intensive care. Br J Anaesth 2002;88:669–75.
38. Newman DH, Azer MM, Pitetti RD, et al. When is a patient safe for discharge after procedural sedation? The timing of adverse effect events in 1367 pediatric procedural sedations. Ann Emerg Med 2003;42:627.
39. Hickey N, O'Leary M, Falk V, et al. When is it safe to discharge patients following colonoscopy? Validation of the Aldrete score. Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons Meeting P075;2013. Available at http://www.sages.org/meetings/annual-meeting/abstracts-archive/when-is-it-safe-to-discharge-patients-followingcolonoscopy-validation-of-the-aldrete-score/. [Accessed 14 July 2017]
40. Aldrete JA, Kroulik D. A postanesthetic recovery score. Anesth Analg 1970;49:924–34.
41. Becke DE, Haas D. Management of complications during moderate and deep sedation: respiratory and cardiovascular considerations. Anesth Prog 2007;54:59–69.
42. Amornyotin S. Sedation-related complications in gastrointestinal endoscopy. World J Gastrointest Endosc 2013;5:527–33.
43. Keidan I, Gravenstein D, Berkenstadt H, et al. Supplemental oxygen compromises the use of pulse oximetry for detection of apnea and hypoventilation during sedation in simulated pediatric patients. Pediatrics 2008;122:293–8.
44. Kuypers MI,Mencl F, Verhagen MF, et al. Safety and efficacy of procedural sedation with propofol in a country with a young emergency medicine training program. Eur J Emerg Med 2011;18:162–7.
45. Fisher L, Ormonde DG, Riley RH, et al. Endoscopic skills training in a simulated clinical setting. Simul Healthc 2010;5:232–7.
46. Edwards JA, Kinsella J, Shaw A, et al. Sedation for oocyte retrieval using target controlled infusion of propofol and incremental alfentanil delivered by nonanaesthetists. Anaesthesia 2010;65:453–61.

NADZOR BOLNIKA MED SEDACIJO OB OHRANJENI ZAVESTI

Maja Šoštarič

Izvleček

Tako v svetu kot tudi v Sloveniji se povečuje število diagnostičnih in interventih posegov, ki zahtevajo sedacijo. Za varno sedacijo morajo biti izpolnjeni določeni pogoji in nadzor med posegom je le edeni izmed njih. Največ zapeltov povezanih s sedacijo je s strani dihal in srčnožilnega sistema. Zato je poleg nadzora globine sedacije, nadzor dihanja in srčnožilnega sistema obvezen med izvedbo vsake sedacije. Obvezno je neinvazivno merjenje arterijskega krvnega tlaka, spremljanje EKG-ja, uporaba pulzne oksimetrije in kapnografije. Kadar se zaradi zdravstvenega stanja bolnika oz. prisotnih kroničnih bolezni, tveganje za zaplete poveča, je potrebno uporabiti razširjen nadzor npr. neprekinjeno merjenje arterijskega krvnega tlaka. Tehnologija gre v smer razvoja manjinvazivnih aparatov za nadzor življenjskih funkcij, ki bodo zagotovili večjo varnost bolnika. Ne smemo pa pozabiti na klinično spremljanje bolnika in prisotnost usposobljenega kadra med izvedbo vsake sedacije.

Uvod

Tako v svetu kot v Sloveniji se izvajajo diagnostični, interventni in terapevtski postopki, ki se izvajajo v sedaciji. Strokovnjaki vedno več uporabljajo izraz proceduralna sedacija in analgezija (PSA), ko govorijo o uporabi hipnotikov, sedativov in analgetikov med postopki, ki jih izvajajo različni specialisti (1).

Proceduralna sedacija in analgezija je zamenjala izraze kot so sedacija ob ohranjani zavesti oz. angl. conscious sedation, besedna zveza, ki se izključuje, saj je značilnost sedacije, da povzroči motnjo v zavesti.

Ker se diagnostični, interventi in terapevtski postoki izvajajo običajno izven operacijskih dvoran ali pa v t.i. hibridnih operacijskih dvoranah, se anesteziologi, ki sodelujemo pri teh postopkih, pogosto srečujemo z določenimi posebnostmi, na katere moramo biti pripravljeni in postopati tako, da zagotovimo strokovno in varno obravnavo bolnika (2).

Bolniki, ki potrebujejo sedacijo za diagnostične in interventne posege so različne starosti, pogosto s kroničnimi obolenji. Postopki so lahko dolgi in boleči, včasih ne zadošča le sedacija pač pa jo je potrebno poglobiti in pogosto pride do zabrisane meje med sedacijo in stanjem, ki že vodi v globjo sedacijo oz. anestezijo. Prav pregloboka sedacija privede do vrsto zapletov s strani dihal in srčnožilnega sistema. Hipoventilacija, hipoksemija in zastoj dihanja so najpogostejši zapleti, ki ogrožajo življenje med sedacijo in povzročijo smrt, če niso pravočasno prepoznani in če ukrepanje ni hitro in pravilno (3).

Pri endoskopskih preiskavah zgornjih prebavil in dihal dihalno pot še dodatno zapirajo diagnostični aparati in je nevarnost nezadostne ventilacije še večja.

V evropskih državah je praksa kdo oz. kako se izvaja sedacija različna, veliko je razprav o tem ali sedacijo za diagnostične in intervente postopke lahko izvaja neanesteziolog. V Sloveniji so bili zaključki takih razprav, da naj bi diagnostične postopke izvajal usposobljen tim, ki zahteva prisotnost anesteziologa. Kljub temu, da je praksa v Evropi glede proceduralne sedacije precej različna, pa so stališča strokovnih združenj glede potrebnega nadzora med sedacijo poenotena in je del Evropskih smernic za sedacijo ob ohranjeni zavesti (1).

Pomen nadzora med sedacijo

Zaključki raziskav o pojavnosti zapletov povezanih s sedacijo so, da je večina zapletov povezana z nezadostno ventilacijo, hipoksemijo in zastojem dihanja. Obenem strokovnjaki ugotavljajo, da bi vsaj polovico teh zapletov lahko preprečili, če bi bila sedacija izvedena ob ustreznem nadzoru . Kakšen nadzor in katere aparate je potrebno uporabiti med sedacijo je opisano v večini priporočil različnih strokovnih združenj in bi moralo biti zavezujoče za dobro klinično prakso (1, 4, 5, 6).

Nadzor naj vsebuje:

1. Nadzor nad globino anestezije
2. Neinvazivno merjenje arterijskega krvnega tlaka
3. EKG
4. Pulzna oksimetrija
5. Kapnografija

Nadzor nad globino sedacije

Ker za sedacijo uporabljamo kombinacijo sedativa in analgetika, se lahko globina sedacije zelo hitro spreminja. Za nadzor globine sedacije je potrebno dobro klinično opazovanje in uporaba lestvice za oceno globine sedacije. Mnenja glede uporabe monitoringa za nadzor globine sedacije kot npr. BIS so med strokovnjaki še vedno deljena.
Globino sedacije med postopkom lahko nadzorujemo z verbalnim kontaktom. Kadar bolnik med postopkom ne more govoriti, njegovo stanje zavesti oz. globino sedacije ugotavljamo tako, da nam na ukaz stisne roko.
Najpogosteje uporabljene lestvice za ugotavljanje globine sedacije so: ASA Continuum of Sadation, Modified Observer's Assessment of Alertness/Sedation Scale (MOASS) in v Sloveniji najbolj poznana Ramsay Sedation Scale (RSS), ki se uporablja tudi za ocenjevanje sedacije v enotah za intenzivno zdravljenje (7, 8, 9).
Da bi se med posegom izognili razmeroma zapletenemu kliničnemu ocenjavanju globine sedacije, so v raziskavah skušali ugotoviti uporabnost bispektralnega index monitorja (BIS). V obzervacijskih raziskavah so BIS primerjali z oceno globine sedacije, ki so jo dobili z uporabo lestvic. Ugotovili so dobro korelacijo med BIS vrednsotjo in oceno sedacije pridobljeno z lestvicami. Predvsem pa je bilo zadovoljstvo bolnikov in preiskovalcev večja, če je med proceduralno sedacijo bil uporabljen BIS in je bila sedacija vodena glede na njegovo vrednost (10, 11). Uporaba BISa med sedacijo je skrajšal čas do povrnitve popolne zavesti bolnika, kar je zagotavljalo krajši čas preiskave in večji obrat bolnikov (12).
Za ocenjevanje globine sedacije je bil razvit aparat Anesthesia Responsivness Monitor (13).
Aparat deluje tako, da ima bolnik v ušesu slušalko preko katere dobiva ukaz, da mora pritisniti na gumb. Meri se čas, ki ga bolnik, ki je sediran potrebuje, da izvrši ukaz. Taka naprava je postala sestavni del aparata, ki avtomatično dozira sedativ mes sedacijo in je še v fazi razvoja.

Nadzor srčnožilnega sistema - merjenje arterijskega krvnega tlaka in EKG

Neinvazivno merjenje arterijskega krvnega tlaka vsaj vsakih 5 min je obvezno med vsako sedacijo, kot tudi je obvezno spremljanje EKGja (14). Arterijski krvni tlak zagotavlja primerno perfuzijo tkiv. Med sedacijo se se lahko pojavi hipotenzija, ki privede do slabše perfuzije osrednjega živčevja in srčne mišice. Zaradi aktivacije simpatika ob nezadostni sedaciji ali

analgeziji pride do hipertenzije in tahikardije, kar poveča porabo kisika v srčni mišici in lahko sproži ishemijo oz. mikoardni infarkt.
Za določene bolj invazivne interventne posege npr. vstavitev aortne zaklopke preko periferne arterije in radiofrekvenčna ablacija zaradi motenje srčnega ritma, potrebujemo kontinuirano merjenje arterijskega krvnega tlaka. V tem primeru vstavimo arterijski kateter ali pa merimo tlak preko katetrov, ki jih vstavi kardiolog. Pri tem moramo poznati faze posega, ker v določenih fazah tlaka ni mogoče meriti oz. meritev ni zanesljiva.
Kot standardna oprema pri izvedbi sedacije moramo uporabiti EKG. Z EKGjem zaznamo motnje srčnega ritma in morebitno ishemijo srčne mišice. Ishemija srčne mišice med sedacijo je bolj pogosta pri bolnikih z znano ishemično boleznijo srca, če traja poseg zelo dolgo oz. če ga izvaja neiskušen izvajalec (15).
Predvsem endoskopske preiskave zgornjih prebavil in dihal lahko sprožijo bradikardijo.

Nadzor dihanja

Razlogov za motnje v dihanju med sedacijo je več. Zaradi depresornega učinka sedativov in opioidnih analgetikov na center za dihanje pride do hipoventilacije in do zastoja dihanja. Ohlapnost mišic orofarinksa, laringospazem in aspiracija ob bruhanji pripeljejo do zapore dihalnih poti (16). Za preprečevanje hipoventilacije, hipoksemije in zastoja dihanja, ki so najpogostejši zapleti med sedacijo, potreben skrben nadzor dihanja.
Klinično spremljanje bolnikovega dihanja z inspekcijo oz. avskultacijo je potrebno, a ne zadostno, da bi pravočasno zaznali motnje v dihanju. Obvezna oprema med sedacijo je pulzni oksimeter in svetovana oprema kapnograf.
Pulzni oksimeter deluje po principu razlike v absorbciji svetlobe med oksi in deoksihemoglobinom in dobimo informacijo o saturaciji arterijske krvi s kisikom. S pulznim oksimetrom ne moremo oceniti oz. meriti alveolarne ventilacije (17). Ker med sedacijo običajno bolniku dovajamo dodaten kisik je padec v saturaciji pozen znak nezadostne ventilacije oz. depresije dihanja (18). Da bi se izognili zakasnitvi prepoznave hipoventilacije nekateri izvajalci sedacije celo opustijo dodatek kisika, kar pa ni ustrezno za izvedbo varne sedacije. Za propoznavo nezadosnte ventilacije je potrebno izbrati ustrezno metodo kot je npr. kapnografija.
Poleg numerične vrednosti, ki pove informacijo o saturaciji arterijske krvi s kisikom, pri pulzni oksimetriji dobimo tudi pulzno krivuljo, in je to dodana vrednost tega nadzora, saj vsaj v grobem dobimo informacijo o prekrvavitvi tkiva. Priporoča se, da se saturacijo izmeri bolniku pred sedacijo, ko diha zrak ter na ta način dobimo izhodno vrednost.
Ker nam pulzna oksimeterja ne pove ničesar o alveolarni ventilaciji, je za varno izvedbo sedacije priporočljivo uporabiti še dodatno metodo nadzora npr. kapnografijo. S kapnografijo merimo koncentracijo ogljikovega dioksida (CO_2) v izdihanem zraku, ki je dovolj senzitivna metoda za oceno alveolarne ventilacije. Z razvojem tehnologije, so v uporabi kapnografi kot nosne kanile in zanesljivo merijo koncentracijo CO_2 v izdihanem zraku. S kapnografijo lahko zgodaj ugotovimo hipoventilacijo oz. zastoj dihanje, veliko prej kot s padcem saturacije arterijske krvi, kar so dokazale tudi številne raziskave (19, 20, 21). Za merjenje koncentracije CO_2 v krvi, se lahko uporabi aparat za transkutano merjenje CO_2. Vendar je prepoznava hipoventilcije in zastoja dihanja manj zanesljiva oz. kasnejša kot s kapnografijo.
V razvoju so aparati, ki omogočajo neinvazivno merjenje minutne ventilacije, enkratnega dihalnega volumna, dihalne frekvence in CO_2 v izdihanem zraku. Ti aparti delujejo na principu merjenja električne impedance prsnega koša (22). Pomanjkljivost prvih aparatov, ki so delovali na principu merjenja eletrične impedance prsnega koša, je bila, da so zaznali dihalni napor, a

je pri bolniku lahko prišlo do zapore dihalne poti in nezadostnega dihanja, kar pa te naprave niso zaznale. Z novejšo tehnologijo so odpravili to pomanjkljivost.
V razvoju in v raziskavah so tudi tehnologije, ki preko spremembe v temperaturi in vlažnosti zraka pri nsou ali ustih, ocenijo in merijo dihalni cikel (23, 24). A trenutno še niso v klinični uporabi.

Zaključek

Za varno izvedbo sedacije morajo biti izpolnjeni določeni pogoji in nadzor med sedacijo je le eden izmed njih. Število bolnikov in vrste posegov, kjer bo potrebna sedacija se bo v prihodnosti še povečevalo. Razvoj tehnologije in pravilna izvedba nadzora, zgodnja prepoznava zapletov in ustrezno ukrepanje zagotavlja varno izvedbo sedacije. Vedno večji pomen ima kontinuirano izobraževanje kadra, ki sodeluje pri sedaciji ter timski pristop, kjer ima anesteziolog vodilno vlogo (25, 26).

Viri

1. Hinkelbein J, Lamperti M, Akeson J, Santos J, Costa J, De Robertis E, et al. European Society of Anaesthesiology and European Board of Anaesthesiology guidelines for procedural sedation and analgesia in adults. Eur J Anaesthesiol. 2018 Jan;35(1):6-24.
2. Routman J, Boggs SD. Patient monitoring in the nonoperating room anesthesia (NORA) setting: current advances in technology Curr Opin Anaesthesiol. 2021 Aug 1;34(4):430-436.)
3. Sheahan CG, Mathews DM. Monitoring and delivery of sedation. Br J Anaesth. 2014 Dec;113 Suppl 2:ii37-47.
4. American Society of Anesthesiologists. Practice guidelines for sedation and analgesia by nonanesthesiologists. *Anesthesiology* 2002; 96:1004.
5. Department of Health and Human Services. Centers for Medicare and Medicaid Services Revised. Hospital Anesthesia Services Interpretive Guidelines – State Operations Manual (SOM) Appendix A Ref: S&C-10-09-Hospital. 2011.
6. Sury M, Bullock I, Rabar S. Sedation for diagnostic and therapeutic procedures in children and young people: summary of NICE guidance. *Brit Med J* 2010; 341:c6819.
7. Chernik DA, Gillings D, Laine H, Hendler J, Silver JM, Davidson AB, et al. Validity and reliability of the Observer's Assessment of Alertness/Sedation Scale: study with intravenous midazolam. J Clin Psychopharmacol. 1990 Aug;10(4):244-51.
8. Gill M, Green SM, Krauss B. A study of the Bispectral Index Monitor during procedural sedation and analgesia in the emergency department. Ann Emerg Med. 2003 Feb;41(2):234-41.
9. Ramsay MA, Savege TM, Simpson BR, Goodwin R. Controlled sedation with alphaxalone-alphadolone. Br Med J. 1974 Jun 22;2(5920):656-9.
10. Drake LM, Chen SC, Rex DK. Efficacy of bispectral monitoring as an adjunct to nurse-administered propofol sedation for colonoscopy: a randomized controlled trial. *Am J Gastroenterol* 2006; 101:2003–2007.
11. Imagawa A, Fujiki S, Kawahara Y. Satisfaction with bispectral index monitoring of propofol-mediated sedation during endoscopic submucosal dissection: a prospective, randomized study. *Endoscopy* 2008; 40:905–909.
12. Bell JK, Laasch HU, Wilbraham L. Bispectral index monitoring for conscious sedation in intervention: better, safer, faster. *Clinical Radiol* 2004; 59:1106–1113.
13. Doufas AG, Bakhshandeh M, Bjorksten AR, Greif R, Sessler DI. Automated responsiveness test (ART) predicts loss of consciousness and adverse physiologic responses during propofol conscious sedation. Anesthesiology. 2001 Apr;94(4):585-92.
14. Maurer WG, Walsh M, Viazis N. Basic requirements for monitoring sedated patients: blood pressure, pulse oximetry, and EKG. Digestion. 2010;82(2):87-9.

15. Quine MA, Bell GD, McCloy RF. Prospective audit of upper gastrointestinal endoscopy in two regions of England: safety, staffing and sedation methods. *Gut* 1995; 36:462–467.
16. Hillman DR, Walsh JH, Maddison KJ, Platt PR, Kirkness JP, Noffsinger WJ, Eastwood PR. Evolution of changes in upper airway collapsibility during slow induction of anesthesia with propofol. Anesthesiology. 2009 Jul;111(1):63-71.
17. Arakawa H, Kaise M, Sumiyama K, Saito S, Suzuki T, Tajiri H. Does pulse oximetry accurately monitor a patient's ventilation during sedated endoscopy under oxygen supplementation? Singapore Med J. 2013 Apr;54(4):212-5.
18. Sharma SK. The role of sedation and pulse oximetry during upper gastrointestinal endoscopy. *J Nepal Med Assoc* 2009; 48:92–98.
19. Beitz A, Riphaus A, Meining A. Capnographic monitoring reduces the incidence of arterial oxygen desaturation and hypoxemia during propofol sedation for colonoscopy: a randomized, controlled study (ColoCap Study). *Am J Gastroenterol* 2012; 107:1205–1212.
20. Cacho G, Pérez-Calle JL, Barbado A. Capnography is superior to pulse oximetry for the detection of respiratory depression during colonoscopy. *Rev Esp Enferm Dig* 2010; 102:86–89.
21. Burton JH, Harrah JD, Germann CA, Dillon DC. Does end-tidal carbon dioxide monitoring detect respiratory events prior to current sedation monitoring practices? Acad Emerg Med. 2006 May;13(5):500-4.
22. Voscopoulos C, Brayanov J, Ladd D, Lalli M, Panasyuk A, Freeman J. Special article: evaluation of a novel noninvasive respiration monitor providing continuous measurement of minute ventilation in ambulatory subjects in a variety of clinical scenarios. Anesth Analg. 2013 Jul;117(1):91-100.
23. Qiu C, Cheng E, Winnick SR, Nguyen VT, Hou FC, Yen SS, et al. Respiratory Volume Monitoring in the Perioperative Setting Across Multiple Centers. Respir Care. 2020 Apr;65(4):482-491.
24. Hurtado DE, Abusleme A, Chávez JAP. Non-invasive continuous respiratory monitoring using temperature-based sensors. J Clin Monit Comput. 2020 Apr;34(2):223-231.
25. Teng WN, Su BC, Cheng HW. Innovation in sedation and analgesia training. Curr Opin Anaesthesiol. 2019 Aug;32(4):472-479.
26. Tran TT, Beutler SS, Urman RD. Moderate and deep sedation training and pharmacology for nonanesthesiologists: recommendations for effective practice. Curr Opin Anaesthesiol. 2019 Aug;32(4):457-463.

UPORABA HIPNOTIKOV, SEDATIVOV IN ANALGEZIJA MED SEDACIJO OB OHRANJENI ZAVESTI

Gordana Taleska Štupica

Povzetek

Število neinvazivnih in minimalno invazivnih posegov, izvedenih zunaj operacijske sobe, se je v zadnjih nekaj desetletjih eksponentno povečalo. Za mnoge od teh intervencijskih ali diagnostičnih postopkov so pogosto potrebni sedacija, analgezija ali oboje. Sedacija in analgezija sta, poleg postopka samega, neodvisen dejavnik tveganja za obolevnost in umrljivost. Zdravila, ki imajo farmakološke učinke, kot so sedacija, anksioliza, amnezija in/ali analgezija, bolnikom zagotavljajo udobje med različnimi postopki.

Abstract

The number of non-invasive and minimally invasive procedures performed outside the operating room has increased exponentially in the last few decades. Many of these interventional or diagnostic procedures often require sedation, analgesia, or both. Sedation and analgesia, in addition to the procedure itself, represent an independent risk factor for morbidity and mortality. Medicines that have pharmacological effects, such as sedation, anxiolysis, amnesia, or analgesia, provide patients with comfort during various procedures

Uvod

Izraz proceduralna sedacija in analgezija (PSA – procedural sedation and analgesia, ang.) oz. analgo-sedacija ob ohranjeni zavesti vključuje uporabo sedativov, hipnotičnih in/ali analgetičnih zdravil, ki omogočajo učinkovito izvajanje diagnostičnih ali terapevtskih postopkov, medtem ko je bolnik pod strogim nadzorom za možne nezaželjene učinke. Med PSA bolniki lahko sami vzdržujejo prehodno dihalno pot in spontano dihanje, kljub zmanjšani ravni zavesti. Vendar, tudi če je ustrezno izvedena, PSA lahko poveča tveganje za obolevnosti in umrljivosti poleg tveganja, ki ga prinaša sam diagnostični/terapevtski postopek. [1-4]

Anesteziologi niso dolžni biti neposredno odgovorni za izvajanje sedacije ali zagotavljanje njene kakovosti, temveč bi morali imeti svetovalno in podporno vlogo. Posebna pravica glede tega, kdo lahko zagotovi PSA v ZDA ureja Ameško Združenje za Anesteziologijo (ASA), ki je organiziralo tečaj usposabljanja, ki omogoča izobraževanje za izvajanje samo blage do zmerne sedacije bolnikom z ASA fizičnega statusa I in II. Pri visoko-rizičnih bolnikih (ASA fizični status III in IV) PSA mora vedno biti zagotovljena s strani anesteziologa. V nadaljevanju je kratka opredelitev faz sedacije za olajšanje pravilne identifikacije bolnikov, ki morajo biti obravnavani s strani anesteziologov. [3,4]

V Evropi so bile nove formalizirane smernice za dobro proceduralno analgosedacijo pri odraslih uvedene v prakso s strani ugledne mednarodne skupine avtorjev in pod okriljem Evropskega združenja anesteziologov in Evropskega odbora za anesteziologijo [1] leta 2018. Smernice so pravilno opredelile, da je izraz 'zavestna sedacija' nejasen in da je izraz ‘proceduralna sedacija in analgezija’ (PSA) veliko boljši koncept. Čeprav smernice priporočajo, da anesteziologi podpirajo in lajšajo dobro prakso PSA, ti ne bi smeli biti preveč omejujoči do

prakse proceduralne sedacije in analgezije, ki jo izvajajo zdravniki ‘ne-anesteziologi’, medtem ko smernice zagotavljajo dober okvir za dobro prakso PSA. [1]

Lestvice za sedacijo, spremljanje odzivnosti

Stopnje/ravni sedacije

Za uporabo med PSA so na voljo številne lestvice za spremljanje sedacije/odzivnosti, kljub temu pa nobena ni bila dokazano boljša od druge pri ocenjevanju učinkovitosti sedacije. Najpogosteje navajane lestvice so lestvica opazovalčeve ocene budnosti/sedacije (Observer’s Assessment of Alertness/Sedation Scale), lestvica Richmondove vznemirjenosti in sedacije (Richmond Agitation- Sedation Scale) ter lestvica Ramsayjeve sedacije (Ramsay Sedation Scale). Poleg uporabe uveljavljenih lestvic za spremljanje pacientove odzivnosti je mogoče kot posredno merilo učinkovitosti PSA uporabiti tudi bolnikovo stisko, ustreznost dihanja in spomin bolnika na postopek. [5].

ASA je definirala štiri stopnje sedacije, [3] kjer je raven 4 podobna splošni anesteziji (Tabela 1. Ravni/Stopnje sedacije, kot jih predlaga Ameriško združenje anesteziologov).

Čeprav razlike med prvima dvema stopnjama sedacije niso vedno jasna, kadarkoli bolnik doseže globljo raven sedacije (stopnjo 3 ali 4), obstaja tudi večje tveganje za življenjsko nevarne nezaželene dogodke, ki zahtevajo takojšnje in ustrezno zdravljenje. Pomembno je, da vodenje prehoda s stopnje 3 na 4 lahko zahteva posebno znanje in tehnične sposobnosti (napredno oživljanje, ALS), ki jih na splošno v celoti obvladajo le anesteziologi.

	STOPNJA 1 MINIMALNA SEDACIJA	STOPNJA 2 ZMERNA SEDACIJA	STOPNJA 3 GLOBOKA SEDACIJA	STOPNJA 4 SPLOŠNA ANESTEZIJA
Odzivnost	Normalna odzivnost na verbalno stimulacijo. Kognitivna funkcija in koordinacija sta lahko oslabljena	Ustrezni odzivi na verbalne/taktilne dražljaje in verbalne ukaze	Bolnika se ne zbudi zlahka. Ustrezni odzivi na ponavljajoče se verbalne/taktilne ali boleče dražljaje.	Bolnika se ne da prebuditi. Ni odziva na bolečo stimulacijo.
Dihalna pot	Normalna	Dihalna pot je odprta	Sposobnost vzdrževanja odprte dihalne poti je lahko okrnjena. Lahko je potrebna podpora dihalne poti/dihanja	Sposobnost vzdrževanja odprte dihalne poti je okrnjena. Potrebna je podpora dihalne poti.
Dihanje	Normalna	Spontano dihanje je ustrezno	Sposobnost vzdrževanja spontanega dihanja je lahko okrnjena. Lahko je potrebna dihalna podpora.	Sposobnost vzdrževanja spontanega dihanja je okrnjena. Potrebna je dihalna podpora in

				predihavanje s pozitivnim tlakom.
Hemodinamska funkcija	Normalna	Brez vpliva	Običajno brez vpliva	Lahko je oslabljena

Tabela 1. Kontinuum globine sedacije: opredelitev ravni sedacije/anestezije. *Refleksni umik od bolečega dražljaja NE velja za namenski odgovor

Farmakološke možnosti za PSA

Za PSA so na voljo različna zdravila. Benzodiazepini, opioidi, hipnotiki, inhalacijski anestetiki, pa tudi lokalni anestetiki, ki se lahko zelo pogosto uporabljajo ob intravenski analgosedaciji. [6]

Večina trenutnih zdravil za PSA ima dobro dokumentirane stranske učinke na CŽS, respiratorni in kardiovaskularni sistem. „Idealno“ sredstvo za PSA zagotavlja analgezijo in anksiolizo, je kratkotrajno, ne povzroča respiratorne depresije in je hemodinamično inertno. V iskanju tega idealnega sredstva za PSA, zdravila za katere je tradicionalno veljalo, da so primerna le za operacijsko sobo so se izkazala za koristna tudi za proceduralno sedacijo. Zato, kako se nova kratkodelujoča pomirjevala in analgetiki uvajajo v prakso, je pomembno oceniti njihovo ustreznost za uporabo med PSA. [7,8]

Uporaba več zdravil hkrati in infuzij anestetikov

Na splošno velja, da je posameznega zdravila lažje titrirati in je varnejše kot sočasno dajanje dveh ali več zdravil. Kombinacija več zdravil lahko povzroči sinergijske učinke, posamezna zdravila imajo različne čase do začetka in največjega učinka ter so nepredvidljiva ali pa jih je težko titrirati. Varnostne meje se lahko zožijo, kar poveča verjetnost prevelikega odmerjanja, izgube zavesti, depresije dihanja in potrebe po manipulaciji z dihalno potjo. Na primer, benzodiazepini so lahko po predhodni uporabi opioida do osemkrat močnejši, zato jih je treba previdno titrirati. Anestetična zdravila in infuzije (npr. propofol) imajo ozek terapevtski indeks in zmanjšajo meje varnosti, kar povečuje verjetnost nezaželenih učinkov. Tehnike z uporabo več zdravil/anestetikov je treba upoštevati le, če obstaja jasna klinična utemeljitev, in so lahko primerne za uporabo le v okolju, ki je opremljeno na ravni enaka tisti, ki jo najdemo v bolnišnicah, to je na tisti, ki nudi popolno oživljanje in splošno anestezijo. [9]

Učinek sedacije na zaznavanje bolečine

V nasprotju s prepričanjem mnogih zdravnikov, da bodo sedativi in hipnotiki zmanjšali bolečo občutek, so predklinične študije opozorile na možnost, da lahko ta sedativno-hipnotična zdravila povečajo zaznavanje bolečine. Ta ugotovitev opozarja na potrebo po ustrezni analgeziji pri bolnikih, ki jih sediramo in spodbuja tekočo razpravo o farmakološkem profilu anestetikov in njihovem mehanizmu delovanja. Dokazano je bilo, da agonisti receptorjev γ-aminobuterne kisline (GABA) midazolam in propofol povečujejo bolečino, medtem ko agonist α2 receptorjev deksmedetomidin nima vpliva na zaznavanje bolečine ali povečuje učinke

sočasno uporabljenih analgetikov. Zato nekateri opisujejo deksmedetomidin kot idealno zdravilo za sedacijo. [10]
Kako bi lahko sedativi vplivali na zaznavanje bolečine, so zdravniki in raziskovalci opazovali v kliničnem okolju; kritično bolni bolniki v enoti za intenzivno terapijo (EIT) z zmanjšano stopnjo zavesti poročajo o velikem številu neprijetnih dogodkov, za katere menijo, da so se zgodili, preden so prišli k zavesti. Več kot polovica sediranih bolnikov v EIT se aktivno spominja bolečine, kar poudarja pomen ustrezne analgezije pri bolnikih, ki so pod sedacijo. Podobni pomisleki veljajo za številne endoskopske postopke, posege v interventni radiologiji in na urgenci ter za nekatere ambulantne kirurške posege, ki se izvajajo v lokalni anesteziji s sedacijo. Z neustrezno analgezijo lahko nocicepcija povzroči neugodne odzive avtonomnega živčnega sistema in neprostovoljne gibe pri bolniku ter potencialno neprijetne psihološke posledice. [10]
Ena najpomembnejših ugotovitev študij na tem področju [11] je bila ta, da so učinki sedativnih zdravil na zaznavanje bolečine odvisni od zdravila samega in od tipa bolečine. Znanstveniki že več desetletij razpravljajo o možnih učinkih intravenskih sedativov na zaznavanje bolečine. Razprave so bile sprva omejene na barbiturate, ki so se tako v raziskavah kot v klinični praksi pogosto uporabljali kot sedativno-hipnotična zdravila. Čeprav je še leta 1950 bilo predlagano, da so majhni odmerki pentobarbitona analgetični pri bolečini v klinični praksi, je nadaljnje delo z uporabo eksperimentalnih tehnik bolečine pri ljudeh pokazalo, da lahko barbiturati kljub izoliranim znanstvenim poročilom dejansko povzročijo povečano občutljivost oz. hiperalgezijo. [10] V isti študiji [11]so ugotovili, da midazolam povečuje zaznavanje vseh 'modaliteť bolečine, opažanje, o katerem prej niso poročali, vendar ima pomembne posledice za klinično prakso, ker se midazolam pogosto uporablja za premedikacijo oz. sedacijo pri bolnikih, ki so podvrženi bolečim postopkom. Potrdili so tudi prejšnje opažanje, da je propofol povečal zaznavanje 'toplotne' bolečine. Pridobili so tudi nove informacije, saj so opazili, da je propofol znatno zmanjšal 'prehladno' in 'ishemično' bolečino. Zelo podobne učinke so opazili pri prostovoljcih, ki so prejemali deksmedetomidin. V tej skupini so opazili znatno zmanjšanje intenzitete 'prehladne' in 'ishemične' bolečine, vendar so se stopnje 'toplotne' bolečine povečale. Zdi se, da je domnevna kinetika receptorjev, delovanje na receptor GABA ali α2-adrenergični receptor, omejeno vplivalo na njihovo analgetično lastnost.
Ugotovitve raziskave so najbolj pomembne za akutno vrsto klinične bolečine, kot je pooperativna bolečina. Rezultati študije kažejo, da tako propofol kot deksmedetomidin znatno zmanjšujeta bolečino, ki je trajala dlje od zelo kratke izpostavljenosti (mraz, ishemična), medtem ko je midazolam znatno povečal tako kratkotrajno, prekinitveno bolečino (električno, toplotno) kot trajno bolečino. Trdili so, da zmanjšanje tipa globoke tkivne bolečine (ishemične, hladne) verjetno odraža vrsto bolečine, ki bi jo lahko doživeli pri večini postopkov, povezanih z visceralnim ali miofascialnim tkivom. V tem smislu je pomirjujoče, ker se zdi, da propofol zmanjšuje to vrsto bolečine. Nasprotno pa se zdi, da so površinske (električne, toplotne) vrste bolečine povečane. To poudarja potrebo po robustni uporabi lokalnega anestetika in dodatne opioidne analgezije med postopki, kot sta, na primer, implantacija srčnega spodbujevalnika ali oblikovanje arteriovenskega dializnega šanta. Poudarjajo tudi, da ima midazolam najverjetneje učinek hiperalgezije pri vseh modalitetah bolečine in ga je treba vedno uporabljati v kombinaciji z analgetikom pri bolečih postopkih ali analogno med sedacijo v enoti intenzivne terapije. [11]

Tabela 2. Pogosto uporabljena zdravila za proceduralno sedacijo in analgezijo pri odraslih

Zdravilo	Odmerek pri odraslih	Začetek učinka	Trajanje učinka	Komentar
Mi**dazolam**	0,02-0,1 mg/kg IV na začetku; če je potrebna dodatna sedacija, se lahko po 3-5 minutah ponovi s 25% začetnega odmerka; ne sme presegati 2,5 mg/odmerek (1,5 mg za starejše osebe) in 5 mg kumulativnega odmerka (3,5 mg za starejše osebe)	1-2 min	30-60 min	Lahko se pojavi respiratorna depresija ali hipotenzija, zlasti pri hitri uporabi ali kombinaciji s fentanilom (morda bo treba zmanjšati odmerek midazolama); ne zagotavlja analgezije; flumazenil odpravi učinke
Remimazolam (EMA ga je odobrila 28 Januar 2021)	Indukcija: 5 mg IV bolus v 1 minuti; zmanjšati na 2,5 mg, če ASA-PS III/IV glede na bolnikovo splošno stanje Vzdrževanje: 2,5 mg IV bolusa v 15 sekundah; zmanjšati na 1,25 mg, če ASA-PS III/IV	1-2 min	11-14 min	Benzodiazepin ultra kratkega delovanja za postopke pri odraslih, ki trajajo manj kot 30 minut
Fentanil	1-2 mcg/kg počasen IV bolus (v 1-2 minutah); po 30 minutah lahko ponovite odmerek	1-2 min	30-60 min	Lahko povzroči togost prsne stene, apnejo, depresijo dihanja ali hipotenzijo; povzroča minimalno srčno - žilno depresijo; lahko povzroči disforijo, slabost, bruhanje ali spremembe EEG; učinke lahko antagoniziramo z naloksonom
Remifentanil	Začetna hitrost infundiranja je 0,1 μg/ kg/min in nato titrirano na 0,025–0,2 μg/kg/ min.	30-60 sek.	5-10 min	Hidrolizira se z nespecifičnimi plazemskimi in tkivnimi esterazami in ni odvisen od jetrne ali ledvične funkcije za eliminacijo. Zagotavlja hitro globoko analgezijo z

				minimalno depresijo CŽS. Glede na profil stranskih učinkov se ne razlikuje od drugih opioidov.
Etomidate	0,1-0,2 mg/kg počasen IV bolus v 30-60 sekundah	< 1 min	3-5 min	Pogosto povzroča mioklonus, bolečine po injiciranju, supresijo nadledvične žleze (običajno nima kliničnega pomena, razen če se v omejenem časovnem obdobju uporabijo ponavljajoči se odmerki); lahko povzroči slabost, bruhanje in nižji prag napadov; ne spreminja hemodinamike; povzroči rahlo do zmerno znižanje intrakranialnega tlaka, ki traja le nekaj minut; ne povzroča sproščanja histamina; uporabno za bolnike s travmo in hipotenzijo
Propofol	0,5-1 mg/kg polnilni odmerek IV; se lahko ponovi po 0,5 mg/kg q3-5min. Infuzijo lahko začnete pri 20 mg/kg/uro.	< 1 min	3-10 min	Zagotavlja fazo hitrega začetka in okrevanja ter kratek čas delovanja; ima antikonvulzivne lastnosti; lahko hitro povzroči poglabljanje sedacije; povzroča srčno -žilno depresijo in hipotenzijo
Ketamine	1-2mg/kg IV, 3-5mg/kg IM	< 1 min	5-10 min for IV, 25 min IM	Lahko povzroči delirij in halucinacije; lahko pride do hipertenzije in tahikardije; zaradi pretiranega slinjenja je treba predhodno

				dati bolniku glikopirolat
Dexmedetomidine	bolus IV 1mcg/kg in/ali infuzija 0,2-1 mcg/kg/h, IN 1-4 mcg/, intranazalno 1-2 mcg/kg	<1min	5min	Dobra sedacija brez odvzema dihalnega pogona, kratko delovanje; lahko povzroči hudo bradikardijo/srčni blok
* Trajanje delovanja glede na normalno izločanje zdravila (tj. pri starejših odraslih z normalnim delovanjem ledvic in jeter)				

Benzodiazepini

Benzodiazepini povzročajo ugodne učinke med PSA, ki vključujejo amnezijo, anksiolizo in sedacijo ter imajo antikonvulzivni učinek. Benzodiazepini okrepijo zaviralni učinek gama-aminobuterne kisline (GABA) v osrednjem živčevju z vezavo na receptorje, specifične za benzodiazepine v kompleksu receptorjev GABA-benzodiazepin. Vezava tega kompleksa okrepi dotok klorida, ki ga posreduje GABA, kar ima za posledico zgoraj naštete učinke ter depresijo dihanja. [12,13]

Midazolam je eno farmacevtskih sredstev, ki se najpogosteje uporablja za PSA. Je hitro delujoč benzodiazepin s kratko razpolovno dobo. V nižjih odmerkih ima anksiolitične, pomirjevalne in anterogradne amnestične učinke, medtem ko se v velikih odmerkih doseže globoka sedacija. Nima dokazanih analgetičnih lastnosti. Priporočeno območje intravenskega odmerjanja je 0,1–0,3 mg/kg v razdeljenih odmerkih 1–2 mg, dokler se ne doseže želeno raven sedacije. Midazolam ima takojšen učinek, razpolovno dobo 2–4 ure in učinki trajajo približno 30-60 minut. [14,15]

Midazolam povzroča hitrejši začetek sedacije, popolnejšo amnezijo, manj bolečine pri injiciranju in boljše prebujanje v primerjavi z *diazepamom*. Midazolam ima zaradi svoje lipofilnosti relativno visok volumen porazdelitve (Vd) v primerjavi z drugimi benzodiazepini. Vd se močno poveča pri debelih bolnikih, kar ima za posledico podaljšan razpolovni čas z 2,7 ure na 8,4 ure. Midazolam se izloči z jetrno hidroksilacijo v 1-hidroksimidazolam (izzove približno 10% farmakološke aktivnosti kot matična spojina). Za primerjavo, diazepam ima izredno dolgo razpolovno dobo (0,8-2,25 dni), ki se pri debelih ali starejših bolnikih izrazito poveča (do 3,9 dni). Poleg tega imajo njegovi aktivni presnovki dolge razpolovne dobe (to je N-dezmetildiazepam [1,6-4,2 d]; nordazepam [približno 8 d]).[14,15]

Midazolam se lahko pri PSA daje poleg intravensko tudi intranazalno. Intravensko dajanje omogoča natančno odmerjanje in hitrejši začetek delovanja z enostavno titracijo razdeljenih odmerkov. Intranazalna aplikacija pridobiva pozornost pri pediatrični populaciji, pa tudi pri agitiranih bolnikih, hkrati pa je tudi izvedljiva možnost pri bolnikih s težkim venskim dostopom. Intranazalno dajanje zdravila dosežemo z napravami, znanimi kot "razpršilniki". V idealnem primeru bi moral biti volumen apliciranega midazolama na nosnico med 0,2–0,5 ml/kg, največji odmerek pa 1 ml/kg. Ker z intranazalno potjo ni mogoče doseči velike količine dajanja zdravila, je njegova uporaba omejena na bolnike s telesno maso manj kot 50 kg. [12]

Najpogostejši neželeni učinki midazolama vključujejo hipotenzijo, hipoksijo in apnejo, incidenca pa je ocenjena na 6,1, 51,2 oziroma 51,4 na 1.000 bolnikov. Bruhanje je manj pogost stranski učinek. Kardiovaskularna depresija, ki se kaže kot hipotenzija ali bradikardija, je redka, če se midazolam daje kot edino sredstvo. V kombinaciji z alkoholom ali opioidi se sedativni in

depresivni učinek benzodiazepinov močno povečata, prav tako se poveča tveganje za srčno-žilno depresijo. V primeru življenjsko nevarnih neželenih učinkov je treba dati selektivni antagonist GABA-A, flumazenil. [16] Običajno se daje intravensko ali intranazalno, v odmerkih 8,0–15,0 mcg/kg. Začetek delovanja je hiter, vendar trajanje učinka kratko, kar lahko privede do ponovne sedacije v 20 minutah.

Lorazepam je še en benzodiazepin, ki se lahko uporablja za blago do zmerno sedacijo; vendar za razliko od midazolama doseže začetek delovanja po največ 15-20 minut po aplikaciji. Trajanje delovanja lorazepama je daljše (tj. 6-8 ur) kot pri midazolamu (30-60 minut). Poleg tega ima lorazepam približno dvakrat večjo moč midazolama in pomanjkanje presnovne aktivnosti. Zaradi tega se lorazepam običajno uporablja za dolgotrajno sedacijo.[12]

Opioidi

Opioidi zagotavljajo analgezijo med bolečimi postopki. Opioidni agonisti poleg analgezije zavirajo refleks kašlja in v velikih odmerkih povzročajo depresijo dihanja, zaspanost in sedacijo. Svoje zaviralne učinke imajo neposredno preko opioidnih receptorjev (μ,κ in δ) v celotnem osrednjem živčevju. Preko vezave na stereospecifične receptorje na številnih mestih v CŽS zavirajo ascendentne bolečinske poti, povečajo prag za bolečino ter spremenijo odziv na bolečino.

Večinoma se uporabljajo kot dodatek k sedativom in hipnotikom, ki nimajo analgetičnih učinkov. Najpogosteje uporabljena opioida za analgezijo in sedacijo sta *fentanil in morfij.* [12,13]

Običajni odmerek opioidov je 1,0–5,0 mcg/kg za fentanyl oziroma 0,1 mg/kg za morfij. Fentanil ima hitrejši začetek in krajši čas delovanja kot morfij, kar olajša titriranje in je zato smiselna izbira za PSA. Njegova razpolovna doba je 2-4 ure. Poleg tega ima fentanil veliko prednosti, ker je na voljo za intranazalno dajanje tako otrokom kot odraslim. Za razliko od morfija ima fentanil tudi minimalne kardiovaskularne depresivne učinke, redko pa se pojavi hipotenzija. [12,13]

Sicer so neželeni učinki, povezani z dajanjem opioidov, številni, vključno z depresijo dihanja, depresijo kašlja, slabostjo in bruhanjem, bradikardijo, zaprtjem in srbenjem; večina teh neželenih učinkov je odvisnih od odmerka. Pomembno je omeniti, da dodatek fentanila midazolamu povzroči 4-kratno povečanje neželenih dihalnih dogodkov v primerjavi z uporabo samo midazolama. [12,13]

V primeru hudih neželenih učinkov je treba dati konkurenčni (μ) antagonist opioidnih receptorjev, nalokson,[16] običajno intravensko ali intramuskularno. Začetek delovanja je 2 minuti, ustrezni odmerek pa se giblje med 0,4 do 1 mg pri odraslih in 0,1 mg/kg pri otrocih. Bolniki, ki so dobili velike odmerke fentanila, bodo lahko pozneje potrebovali večje ponovljene odmerke naloksona.

Remifentanil je novejši sintetični μ-opioid ultra kratkega delovanja, ki ima več edinstvenih lastnosti, zaradi katerih je privlačen kot novo PSA zdravilo. Zagotavlja hitro globoko analgezijo z minimalno depresijo CŽS. Pomembno je, da se za razliko od drugih naravnih ali sintetičnih opioidov remifentanil hitro hidrolizira z nespecifičnimi plazemskimi in tkivnimi esterazami ter ni odvisen od jetrne ali ledvične funkcije za eliminacijo. Posledično, njegova titracija je hitra in natančna, kadar se uporablja kot neprekinjena i.v. infuzija, razpolovna doba pa je kratka (3–8 minut) ne glede na starost bolnika, spremljajočih bolezni ali trajanja njegove infuzije. [17]

Prekinitev infuzije remifentanila povzroči izjemno hiter povratek v bolnikovo izhodiščno psihično (kognitivno) in kardiorespiratorno stanje (v večini primerov v 10 minutah), ne glede na trajanje infuzije. Čeprav ene raziskave so ugotovile, da so bili v mnogih primerih odmerki remifentanila, potrebni za 'udobje' bolnikov, višji od odmerka, ki je povzročil apnejo. To ni povsem presenetljivo, ker se remifentanil glede na profil stranskih učinkov ne razlikuje od drugih opioidov. [17]
Opioidi namreč značilno povzročajo od odmerka odvisno depresijo ventilacijskega odziva na hiperkarbijo in omilijo ventilacijski odziv na hipoksijo. Teoretična prednost uporabe remifentanila je hitra ponovna vspostavitev *ventilacijskega odziva*, ko infuzijo prekinemo.
Remifentanil je na voljo na evropskem trgu od 90-ih let in je licenciran *kot dodatek k* splošni anesteziji ali za uporabo kot analgetik med analgo-sedacijo v EIT. Čeprav ni zelo pogosta v klinični praksi, njegova uporaba kot analgetik v pooperativnem obdobju pri budnih bolnikih, ki dihajo spontano je omenjena v Povzetku glavnih značilnosti zdravila (SPC - Summary of Product Characteristics). V zvezi s tem, v povzetku glavnih značilnosti zdravila je priporočena neprekinjena infuzija (začetek z 0,1 µg/kg/min), medtem ko dajanje bolusov spontano dihajočim bolnikom "ni priporočljivo" glede na besedilo SPC. [18]
Zanimivo je, da se je zaradi njegovih edinstvenih farmakokinetičnih lastnosti s hitro presnovo z esterazami, njegova uporaba hitro razširila na področje porodne analgezije, ker prvič v zgodovini opioidne analgezije zagotavljene po parenteralni poti, „lahko damo materi ustrezne odmerke opioidov, da dosežemo dobro analgezijo, brez njihovega kopičenja v plodu". Tako je bila uporaba remifentanila razširjena od porodnic, ki imajo (relativne) medicinske kontraindikacije za nevroksialno blokado do porodnic, ki zavračajo epiduralno analgezijo (npr. zaradi bolečine v hrbtu) ali prizorišč, kjer nevraksialna analgezija preprosto ni na voljo. Kumulativni dokazi kažejo, da v primerjavi s *petidinom*, njegova uporaba za analgezijo pri porodu je povezana z bistvenim izboljšanjem lajšanja bolečin in zadovoljstvom ter je povezana z znatno znižano stopnjo konverzije v epiduralno analgezijo. [18]

Propofol

Propofol zagotavlja močno, ultra kratko sedacijo in anestezijo. Je fenolna spojina in njen mehanizem delovanja ni znan, vendar naj bi posredoval aktivnost GABA. Je eno najbolj pogosto uporabljenih sedativnih zdravil zaradi hitrega začetka sedacije in predvidljivosti trajanja učinka. Jetrni očistek je visok, zato je kopičenje zdravila zanemarljivo tudi po večkratnem dajanju ali neprekinjeni infuziji. Začetni učinki propofola vključujejo blago sedacijo in amnezijo, kar pri velikih odmerkih vodi do globoke sedacije. Odmerki, potrebni za uvedbo anestezije so 1–2,5 mg/kg, medtem ko je plazemska koncentracija, potrebna za sedacijo, 1–2 mcg/ml. [19]
Propofol se hitro presnavlja v jetrih; čeprav je trajanje delovanja, kadar se ne uporablja neprekinjena infuzija, povezano s prerazporeditvijo stran od mesta delovanja - zato ledvična in jetrna disfunkcija običajno ne vplivata na trajanje delovanja. Začetek delovanja je zelo hiter, največji učinek je viden pri 90 - 100 sekundah. Trajanje delovanja je odvisno od odmerka in se giblje od 5-10 minut po bolusni uporabi. Propofol vodi do od odmerka odvisnega znižanja arterijskega krvnega tlaka in srčnega utripa. Zato ga je treba uporabljati previdno pri tistih, ki so lahko hemodinamsko nestabilni ali odvisni od simpatičnega tonusa. [19]
Opisana je vse večja uporaba propofola za proceduralno sedacijo, kar je vezano na zadovoljstvo pacientov in zdravnikov, čas okrevanja in ekonomskih prednosti. Hohl in sod. so opisali propofol kot nekoliko stroškovno učinkovitejši od midazolama zaradi krajših časov okrevanja s propofolom. V prospektivni raziskavi z uporabo propofola v standardnem protokolu pri 113

bolnikih na urgenci je bil propofol varen in učinkovit za proceduralno sedacijo z velikim zadovoljstvom pacientov in zdravnikov. Tudi druge raziskave so potrdile varnost propofola na urgentnem oddelku. Randomizirana klinična raziskava je pokazala, da sta ketamin in propofol varna in učinkovita sredstva za proceduralno sedacijo, vendar so imeli bolniki, ki so prejemali ketamin, manjšo stopnjo depresije dihanja, višje stopnje vznemirjenosti pri okrevanju in daljše čase za ponovno vzpostavitev izhodiščnega kognitivnega statusa kot bolniki, ki so prejemali propofol. [12,13,19]

Propofol se lahko uporablja v različnih postopkih izven operacijske sobe. Pokazalo se je, da zagotavlja zadovoljstvo bolnikov, boljšo kakovost sedacije in hitrejše okrevanje pri endoskopskih posegih prebavil. Zato nova izjava o stališču Britanskega društva za gastroenterologijo in Kraljeve akademije anesteziologov predlaga dajanje propofola za izvedbo kompleksnih gastrointestinalnih endoskopij. Poleg tega so v svoji raziskavi leta 2009 Mathieu in sod. ugotovili, da je bil sedacijski režim z uporabo propofola uspešnejši od prej prednostne kombinacije midazolama/opioida pri doseganju optimalnih pogojev za repozicijo dislociranih protez kolka. [19]

Dajanje propofola za PSA lahko povzroči različne neželene učinke, kot so apneja, hipoksija in hipotenzija. Zato je prisotnost osebja, usposobljenega za oživljanje, bistvena. Homfray in sod. so ocenjevali in primerjali škodljive učinke propofola, kombinacije midazolama/morfija in drugih sedativnih in hipnotičnih sredstev pri populaciji 704 starejših bolnikov v njihovi analizi varnosti v letu 2018. [20] Skupna stopnja stranskih učinkov (hipoksija, apneja, hipotenzija) je bila 2,6%. Zanimivo je, da je pri tej posebni populaciji odmerek bolusnega propofola 0,5 mg/kg skupaj z naslednjim bolusnim odmerkom 0,25 mg/kg, če je bila sedacija nezadovoljiva, povzročil najnižjo stopnjo neželenih učinkov. Vendar je bila splošna stopnja neželenih učinkov, opaženih med dajanjem propofola, visoka, kar je poudarilo potrebo po nadaljnjih raziskavah sedacijskih praks. En pomemben in resen neželen učinek med PSA je prekomerna sedacija, zato bolnike mora spremljati osebje usposobljeno za nadzor, neodvisno od postopka. Ni zanemarljiva niti visoka stopnja nelagodja pri aplikaciji propofola razadi hudih ali neznosnih bolečin, ki jih povzroča injekcija. Znano je, da propofol povzroča pekoč občutek, zbadanje in bolečino na mestu injiciranja. To lahko doživi do 28-90% odraslih in 28-85% otrok. Prehodno lokalno bolečino lahko zmanjšamo, če uporabimo večje žile podlakti ali antekubitalne jame. Sistematični pregled in metaanaliza leta 2011 sta ugotovila, da bi lahko pojavnost nelagodja znatno zmanjšali s preprostimi posegi, kot je izbira antekubitalne vene za injiciranje namesto ven na dlani, predhodno dodajanje lidokaina ali uporaba dodatkov, ki vsebujejo lidokain ali ketamin. [19]

Ketamin

Ketamin (Ketalar) je derivat fenciklidina, ki povzroča globoko disociativno sedacijo, ki se razlikuje od "klasične" sedacije in amnezijo. Je antagonist receptorjev NMDA z močnimi analgetičnimi učinki. V odmerkih, ki se običajno uporabljajo za PSA, ne vpliva na faringealno-laringealni refleks in tako omogoča ohranjanje odprte dihalne poti in spontanega dihanja. Ta značilnost zdravila je še posebej uporabna pri nujnih postopki, ko ni zagotovljeno, da je bolnik tešč. Omeniti je treba, da lahko refleksi ostanejo nedotaknjeni, vendar ni mogoče domnevati, da so zaščitni. Po dajanju opazimo srčno-žilno in dihalno stimulacijo ter normalen ali rahlo povečan tonus skeletnih mišic, čeprav se lahko pri prehitri uporabi ali v velikih odmerkih pojavi prehodna respiratorna depresija. Edinstveno disociativno delovanje in delni agonizem na opioidnih μ-receptorjih omogočata izvajanje bolečih postopkov v doslednem stanju sedacije in udobja pacienta. Ketamin je kontraindiciran pri bolnikih s hipertenzijo in tahikardijo, pri

katerih bi povišan krvni tlak ali srčni utrip predstavljal tveganje za zaplete. Pogosto pride do povečane salivacije iz orofaringsa, kar lahko preprečimo s premedikacijo z glikopirolatom. [12,13,21]
Začetek delovanja pri intravenskem dajanju ketamina je v 1 minuti, trajanje delovanja pa je približno 10-15 minut. Kontekstno občutljiva razpolovna doba po uporabi je približno 45 minut in ima aktivni presnovek približno 1/3 aktivnosti matične spojine. Če se daje intramuskularno, se učinek pojavi v 3-5 minutah, trajanje je pa približno 20-30 minut. Poleg intravenske in intramuskularne uporabe se lahko ketamin daje tudi intranazalno. Priporočeni odmerki so 3–9 mg/kg za sedacijo in 1-2 mg/kg za analgezijo. Največja koncentracija ketamina je 50 mg/ml, kar omejuje skupni odmerek za intranazalno aplikacijo pri odraslih na 100-200 mg. Zato je intranazalno dajanje ketamina pri tej populaciji bolnikov rezervirano za analgetične namene. [21]
Ketamin se lahko uporablja kot edino sredstvo za PSA med precej bolečimi postopki, kot so ortopedske in traumatološke manipulacije. V kohortni študiji Newton in sod., ki je vključevala 92 bolnikov na urgentnem oddelku, je ketamin pri večini bolnikov zagotovil optimalno analgezijo in sedacijo. Začetni odmerek je bil 0,5 mg/kg, ponovljen po 5 minutah, če je zdravnik ocenil, da je sedacija neustrezna, do največ 1 mg/kg. Edinstvene lastnosti ketamina omogočajo ohranjanje spontane ventilacije in hemodinamične stabilnosti. Njegova uporaba je lahko neprecenljiva v okoljih, ki nimajo dovolj virov, kjer ni mogoče doseči idealnega spremljanja dihalnih in kardiovaskularnih funkcij. [12,13,21]
Bistvena pomanjkljivost dajanja ketamina so njegovi nezaželeni učinki. Te vključujejo vznemirjenost in delirij med okrevanjem po anesteziji/sedaciji, hipersalivacijo, klonične gibe, laringospazem in bruhanje. Med njimi se najpogosteje pojavlja delirij ob okrevanju. Ketamin povzroči namreč disociativno stanje in bolniki morda ne bodo mogli govoriti ali se namenoma odzvati na besedne ukaze. Lahko povzroči živo domišljijo, halucinacije, zmedenost, navdušenje, neracionalno vedenje in hudo tesnobo. Ocenjujejo, da se pojavne reakcije pojavijo pri približno 12% bolnikov. Strayer in Nelson sta ocenila, da se delirij ob okrevanju pojavi med 10% in 20% odraslih, ki so prejemali ketamin. Simptomi lahko trajajo 1-3 ure. [21]
Pojavnost delirija se lahko zmanjša z zmanjšanjem priporočenega odmerka ketamina in njegovo uporabo skupaj z benzodiazepinom. Priporoča se majhen hipnotični odmerek kratkodelujočega benzodiazepina za prekinitev hudih reakcij delirija. Delirij po sedaciji s ketaminom ni značilen za otroke, mlajše od 15 let. V randomizirani kontrolirani raziskavi pri odraslih bolnikih iz urgentnega oddelka so Sener in sod. ugotovili, da se je pojavnost vznemirjenosti pri okrevanju znatno zmanjšala, ko so za PSA midazolam dajali sočasno s ketaminom. [21]

Ketofol

"Ketofol" je mešanica ketamina in propofola, ki je postala priljubljena zaradi teoretičnih prednosti dodajanja analgetičnih lastnosti ketamina hipnotičnim lastnostim propofola. Zdi se, da ima propofol tudi sposobnost preprečevanja nekaterih najpomembnejših škodljivih učinkov ketamina; pojav delirija, slabosti in bruhanja. Poleg tega dodatek ketamina omogoči zmanjšanje odmerka propofola, potrebnega med PSA, kar zmanjšuje možnost za respiratorno depresijo. Pravi standardni režim odmerjanja ni uveljavljen, vendar večina raziskav in avtorjev priporoča razmerje 1: 1 za lažjo administracijo. Zdravili lahko mešamo ali dajemo zaporedno. Začetni odmerek je 0,5 mg/kg, po približno 30-60 sekundah pa še 0,5 mg/kg. Od takrat naprej za vzdrževanje lahko po potrebi uporabimo odmerek 0,25 mg/kg. [22]

Na podlagi pregledanih raziskav je težko reči, ali je ketofol sveti gral. Na splošno se zdi, da bi lahko imel ketofol nekoliko boljši čas do začetka sedacije in njene dolžine, vendar glede na razpoložljive dokaze to ni statistično pomembno. Zdi se, da ketofol zagotavlja bolj enakomerno globino sedacije, ki ne zahteva toliko dodatnih odmerkov.
Dve nedavni metaanalizi sta proučevali varnost in učinkovitost ketofola v primerjavi s propofolom kot enim samim sredstvom. Raziskava Yan in sod.,[23] ki je vključevala šest RCT, je ugotovila, da ni statistično značilne razlike v varnosti med obema farmacevtskima sredstvoma. Medtem ko splošna nevarnost razvoja neželenih učinkov med PSA ni bila zmanjšana, je bilo v skupini s ketofolom dokumentirano manj dihalnih dogodkov v primerjavi s skupino s propofolom. Avtorji pa poudarjajo dejstvo, da je njihova metaanaliza vključevala heterogeno populacijo (odrasle in otroke), v vključenih raziskavah pa so bila uporabljena različna razmerja ketamin/propofol. Jalili in sod. [24] so leta 2016 poskušali premagati tisto omejitev le z analizo raziskav, opravljenih pri odrasli populaciji. Prišli so do istega zaključka, ketofol je varna alternativa propofolu za PSA.
Ketofol so primerjali tudi s kombinacijo propofola in fentanila v kohortni študiji 136 bolnikov s poškodbami. Uporabljeni odmerki so bili 1 mcg/kg fentanila, 1,0 mg/kg ketamina in 0,5 mg/kg propofola. V skupini, ki je prejemala mešanico propofol/fentanil, je bilo več apnejskih in hipoksemičnih dogodkov. Kombinacija ketamina in propofola se zdi varna pri bolnikih s kardiogenim šokom zaradi manjšega vpliva ketamina na hemodinamične parametre.

Etomidat

Etomidat je sedativno-hipnotično zdravilo, ki okrepi aktivnost receptorjev GABA-A. Je ultrakratko delujoč nebarbituratni hipnotik, ki se uporablja za anestezijo. Proizvaja hitro indukcijo brez sproščanja histamina in z minimalnimi kardiovaskularnimi in dihalnimi učinki. Tako kot pri ketaminu ali barbituratih etomidat začasno zmanjša možganski krvni pretok za 20-30% in rahlo zmanjša intrakranialni in intraokularni tlak. Nima analgetičnih lastnosti. Začetek delovanja je okoli 30 sekund, največji učinek pa se doseže po 1 minuti. Učinek etomidata traja 2-10 minut, odvisno od odmerka. Ima minimalne učinke na delovanje srca in ožilja, vendar za 4-8 ur zavira proizvodnjo kortizola, kar omejuje njegovo uporabo v neprekinjeni infuziji. Se pravi, glavni neželeni učinek je prehodna supresija nadledvične žleze, ki je posledica zaviranja encimov 11-ß-hidroksilaze in 17-alfa-hidroksilaze, ki sta pomembni pri sintezi kortizola. Obstaja tudi velika incidenca bolečin pri injiciranju ter slabosti in bruhanja, povezanih z dajanjem bolusa. Nove študije o uporabi etomidata za PSA so omejene. [12,13,25] Med endoskopskimi postopki se je etomidat izkazal za tako učinkovitega kot propofol pri doseganju sedacije z manj kardiopulmonalnimi neželenimi učinki. Poleg tega je respiratorna depresija manj izrazita v primerjavi s propofolom, vendar se lahko občasno pojavijo epizode apneje. Njegovi učinki na srčno-žilni sistem so minimalni, čeprav je pri uporabi etomidata pri bolnikih s hipovolemijo priporočljiva previdnost, saj lahko znatno zniža krvni tlak. V RCT raziskavi Minerja in sod. [25] je bilo ugotovljeno, da je propofol učinkovitejši od etomidata s podobnimi stopnjami neželenih učinkov, razen pri stopnji mioklonusa, ki je bila v skupini z etomidatom bistveno višja (20% v primerjavi z 1,2%).

Inhalacijska sedacija

Je tehnika pri kateri se uporabljajo inhalacijski anestetiki za zagotavljanje PSA. Inhalacijska sedacija je pogosta in se običajno uporablja med diagnostičnimi endoskopijami, kozmetičnimi kirurgijami, sedacijo EIT in sedacijo za otroke v ali zunaj operacijske sobe.V okolju, kjer ni

dostopa do anestezijskega aparata, je inhalacijska PSA varen način za dosego ciljne globine sedacije s skrbnim titriranjem odmerka. [12,13,26]

Sevofluran, prvič uporabljen leta 1971, je široko na voljo že več kot deset let. Postal je priljubljen kot hlapni anestetik zaradi prijetnega vonja ter hitrega začetka in prenehanja delovanja. To je fluoriran metil-propil eter, ki preko receptorja GABA-A poveča zaviralni učinek gama-aminobuterne kisline (GABA). Je inhalacijski anestetik z minimalno alveolarno koncentracijo, ki se giblje od 3,3% pri dojenčkih do 1,7% pri odraslih, starejših od 65 let. Ima hitro absorbcijo in izpiranje, ki omogočata hiter začetek in prenehanje delovanja zaradi nizkega porazdelitvenega koeficienta plina v krvi (0.68). Presnavlja se s citokromom P450 IIEI in presnovki se nato podvržejo glukoronidaciji. Le 3% absorbiranega odmerka se dejansko presnovi. [26,27]

Sevofluran zmanjša kontraktilnost miokarda in arterijski tlak z minimalnim učinkom na srčni utrip. Ne draži dihalne poti, sprošča gladke mišice bronhijev. Zmanjša odziv na hipoksijo in hiperkapnijo. Na CŽS deluje pomirjevalno in amnezično. Povečanje globine sedacije z naraščajočo koncentracijo vodi v stanje splošne anestezije. Ima nekaj analgetičnega in amnezijskega učinka. Sicer zvišuje intrakrainalni tlak in zmanjšuje možgansko žilni upor ter stopnjo presnove v možganih. V ledvicah zmanjša pretok krvi skozi ledvice. [26,27]

Čeprav je anesteziologom zelo dobro znan kot zdravilo za indukcijo in vzdrževanje anestezije, se manj pogosto uporablja za sedacijo ob ohranjeni zavesti. Anesteziologi ga najbolj pogosto uporabljajo za sedacijo na področjih pediatričnega zobozdravstva in slikanja otrok z magnetno rezonanco (MRI). Inhalacijska sedacija s sevofluranom je sicer koristna alternativa intravenski sedaciji, zlasti pri bolnikih, ki imajo fobijo za iglo. Sevofluran se lahko uporablja za PSA kot edino sredstvo, v mešanici z zraka in kisika ali v kombinaciji z dušikovim oksidom. Če se sevofluran uporablja sam, poročajo, da end-tidal koncentracija okoli 0,3 - 0,5 % povzroči klinično pomembno sedacijo. To bolniki dobro prenašajo in hkrati ohranijo verbalni stik med sedacijo, prilagajanje potrebam posameznikov pa je enostavno. Anterogradna amnezija s sevofluranom ni globoka, vendar je študija Hall in sod. pokazala, da je 40-70% dušikovega oksida in 0,6-0,8% sevoflurana povzročilo primerljivo amnezijo in sedacijo pri ženskah, ki pa imajo boljši spomin in znatno manj amnezije kot moški. [27]

Kot že omenjeno, največ dokazov o uporabi sevoflurana za sedacijo prihaja iz pediatrije, zlasti v zobozdravstvu in sedacije za MRI. Sedacija in analgezija pri vdihavanju dušikovega oksida sta varni in dobro uveljavljeni, vendar obstajajo dobri dokazi, da sevofluran v nizkih koncentracijah (0,1-0,3%), dodan dušikovemu oksidu (40%) v kisiku, izboljša zadovoljstvo bolnikov, obenem pa pušča mejo varnosti, ki verjetno ne bo povzročila izgube zavesti. [28]

Tehnika administracije inhalacijske sedacije. Pomembna načela ostajajo, da mora obstajati popolna oprema za nadzor in oživljanje, kot za vsako splošno anestezijo, kot tudi za spremljanje ogljikovega dioksida in koncentracije anestetikov. Philip in sod. so opisali tehniko z uporabo krožnega dihalnega sistema in standardnega sistema za dajanje anestetikov. Sedacija se začne z 2 l. kisika na minuto, uparjalnik sevoflurana je pa nastavljen na 2%. Ko bolnik prijavi udobno zaspanost, se poseg lahko začne in koncentracija sevoflurana se zmanjša na 1%. Nadaljnja titracija se izvaja skozi celoten postopek, odvisno od bolnikovih potreb. S to tehniko lahko med celotnim postopkom vzdržujemo verbalni stik, povprečna končna vrednost inhalacije sevoflurana pa je bila 0,5%. Četudi je bil prvotno zasnovan za halotan in enfluran, je bilo dokazano, da je mogoče sevofluran zanesljivo dajati tudi z uporabo oksfordskega miniaturnega uparjalnika (OMV), čeprav je dobavljena koncentracija višja od nastavljene. [27]

Čeprav sedacija mehansko ventiliranih bolnikov ni (ozka) tema tega prispevka, vezano na tehniko administracije je vredno omeniti, da inhalacijska sredstva se že nekaj let uspešno uporabljajo za sedacijo bolnikov, ki so odvisni od ventilatorjev v EIT, in so postala dragocena alternativa pogosto uporabljenim intravenskim zdravilom. Študije so pokazale, da metoda sedacije s hlapnimi anestetiki povzroči krajši čas do ekstubacije in hitrejše kognitivno okrevanje v primerjavi z intravensko uporabljenimi sedativi. Nedavno so razvili novo orodje (anestezijsko varčno napravo) za hlapno sedacijo ventiliranih bolnikov v EIT (AnaConDa, Sedana Medical, Uppsala, Švedska). Ta uporabljena tehnika je glede na namen sedacije podobna "intravenski anesteziji - nadzorovana sedacija", vendar jo je treba obravnavati kot novo medicinsko tehniko, ki uporablja drugačno metodo, saj vbrizgava anestetik v organe v obliko plina.Vendar varnost in učinkovitost takšne tehnike, ki uporablja inhalacijsko anestezijo pri sedaciji, nista bili ocenjeni. [26,27]

Dušikov oksid je drugo inhalacijsko sredstvo, ki se lahko uporablja za PSA. Je anestetik, ki se pogosto uporablja za povečanje absorbcije oz. izkoriščanja drugega inhalacijskega sredstva, kar posledično zmanjša čas indukcije. Zaradi učinka zmanjšanja zahtevanega MAC sočasno uporabljenih hlapnih anestetikov, N2O se običajno uporablja za povečanje analgezije med kirurškimi posegi, hkrati zagotavlja dodatno anksiolizo, kar omogoča zmanjšanje odmerka anestetikov in narkotikov. Verjame se, da mehanizem delovanja za anestetični učinek N2O pretežno vključuje nekonkurenčno inhibicijo podtipa N-metil-d-aspartata ekscitatornih receptorjev za glutamat. Čeprav je zaviranje nevrotransmisije glutamata primarno pojasnilo, obstajajo tudi drugi predlagani mehanizmi. Ena takšna alternativa pripisuje ta učinek aktiviranju kalijevih kanalov, kar poveča prevodnost za kalij in hiperpolarizacijo nevrona. Dušikov oksid povzroča anksiolizo in sedacijo, vedenjski odzivi, podobni učinkom benzodiazepinov. Raziskave na živalih so pokazale, da tako z N2O kot z benzodiazepini posredovano anksiolitično vedenje je bilo enako občutljivo do antagonizma, ki ga povzroča flumazenil. Ta ugotovitev kaže na možno povezavo med GABA receptorskim mehanizmom benzodiazepinov in anksiolitičnim mehanizmom N2O. Ostaja nejasno kako N2O deluje na molekularni ravni, da stimulira mesto vezave na benzodiazepinskih GABA receptorjih, vendar se domneva, da je to povezano z sproščanjem endogenega benzodiazepinskega faktorja, ki stimulira receptor. Analgetični mehanizem delovanja N2O ni kljub obsežnim raziskavam popolnoma definiran. Eden možnih mehanizmov vključuje z N2O posredovano sproščanje endogenih opioidnih peptidov v periakveduktalno sivo območje v srednjih možganih, ki spodbuja descendentne poti, ki preko α2 adrenoreceptorjev modulirajo bolečinske dražljaje v zadnjih rogovih medulle spinalis. Predpostavlja se, da ima N2O analgetične učinke preko supraspinalnega in spinalnega sproščanja opioidnih peptidov. Živalski modeli kažejo, da je ciljni opioidni receptor verjetno podtipa κ. Dokazi kažejo, da je tudi sproščanje kortikotropinov in dopamina lahko vključeno v analgetsko delovanje N2O in raziskave so pokazale, da koncentracije dopamina in norepinefrina ter promet v možganih lahko modulira nekatere učinke zdravila na CŽS. Dušikov oksid se hitro izloča iz telesa v prvotno obliko skoraj v celoti preko pljuč. Majhna količina plina se lahko razprši skozi kožo. Dušikov oksid se ne presnavlja v človeškem tkivu, ampak ga črevesne bakterije reducirajo v dušik (N2) in proste radikale, kar predstavlja zelo majhen prispevek k eliminaciji. [26,29]
N2O se običajno daje kot 50–50% ali 70–30% mešanica N2O-kisik z najmanj 30% kisika, da se izognemo hipoksemiji, medtem ko je za ustrezno sedacijo potrebna koncentracija najmanj 30% N2O. Lahko se ga daje z masko z ‘on-demand’ valvulo ali ustnikom, ki ga drži bolnik sam. Vendar pa je inhalacija N2O povezana z nekaterimi neželjenimi stranskimi učinki, vključno s

slabostjo in bruhanjem, vrtoglavico ali omotico, subjektivnimi občutki disforije in nemira, megaloblastno anemijo, miokardno ishemijo, hipoksijo, nevronsko toksičnostjo, možno teratogenostjo, s širitvijo zračnih prostorov in povečanim intrakranialnim tlakom. Zato se odsvetuje njegova uporaba pri bolnikih s pnevmotoraksom, koronarno boleznijo, imunosupresijo ali možno nosečnostjo. [29]

Večina žensk po vsem svetu uporablja neko obliko analgezije med porodom in različne metode so široko dostopne. Izboljšane metode dajanja dušikovega oksida (N2O) so naredili to metodo analgezije varno in praktično tudi med porodom. Vdihavanje N2O je klinično učinkovita metoda obvladovanja bolečin z nizkim tveganjem in izboljša splošno porodno izkušnjo matere. Raziskava Lindholma in Hildingsson (N = 936) je pokazala, da je inhalacija N2O ena najbolj priljubljenih metod lajšanja bolečin pri porodu. Dušikov oksid ima številne značilnosti, zaradi katerih je zelo primeren kot analgetik za porodnice. Zaradi hitrega začetka delovanja in eliminacije iz telesa, N2O se ne kopiči v tkivih mater ali ploda. Ti farmakološki lastnosti omogočajo N2O da lajša bolečino, zmanjšuje anksioznost in povzroči občutek antipatije bolečine v 30 do 60 sekundah. Dokler porodnica lahko sama kontrolira masko, ona ostane budna in pozorna, brez izgube motorične ali senzorične funkcije. Poleg tega materinski laringalni refleks ni prizadet, zato ni povečane nevarnosti za aspiracijo. Za razliko od koncentracije N2O 70/30, uporabljene v 1940, sedanja praksa uporabe fiksne koncentracije 50/50 N2O v kisiku (O2) je povezana z manj stranskih učinkov in preprečuje desaturacijo matere. Dušikov oksid ne zavira sproščanja oksitocina, budnost dojenčka ali dojenja. Glavna prednost N2O je, da hitro začne in preneha delovati, ker se eliminira v 30 do 60 sekundah. Hiter očistek N2O omogoča tudi možnost preklopa na drugo obliko obvladovanja bolečine, če porodnica ni zadovoljna z analgezijo, ki jo zagotavlja N2O. [29]

Deksmedetomidin

Deksmedetomidin je močan, zelo selektiven agonist adrenergičnih receptorjev α-2, ki ima sedativne, analgetične, anksiolitične, simpatolitične in opioidne lastnosti. Je farmakološko aktiven dekstro enantiomer medetomidina, metiliranega derivata etomidina. Šteje se predvsem za agonist adrenergičnih receptorjev α-2, vsebuje pa tudi imidazolinsko strukturo in ima tako agonistični učinek na imidazolinske receptorje. [12,13,30]

Deksmedetomidin je kemično soroden klonidinu, vendar je približno osemkrat bolj specifičen za adrenergične receptorje α-2 z selektivnim razmerjem α-2:α-1 1620: 1 v primerjavi z 200: 1 za klonidin, zlasti za podtip 2a, zaradi česar je deksmedetomidin za sedacijo in analgezijo učinkovitejši od klonidina. Njegovi učinki se odpravijo z uporabo selektivnega antagonista α-2, kot je *atipamezol,* ki pa je na voljo za uporabo le v veterinarni medicini. Deksmedetomidin se sistemsko absorbira tudi preko transdermalne, oralne ali intramuskularne poti, pri čemer je povprečna biološka uporabnost več kot 80%. Vezani delež se pri bolnikih z okvaro jeter znatno zmanjša v primerjavi z zdravimi bolniki; zato bo morda treba zmanjšati odmerek pri bolnikih z okvaro jeter. [12,13,30]

Mehanizmi delovanja. Hipnotični učinek deksmedetomidina je posledica hiperpolarizacije noradrenergičnih nevronov v locus ceruleus možganskega debla (majhno dvostransko jedro, ki vsebuje številne adrenergične receptorje), ki je primarno mesto pri moduliranju budnosti. Ko se aktivira adrenergični receptor α-2, zavira adenilil ciklazo. Hkrati pride do izliva kalija skozi kalijeve kanale, aktivirane s kalcijem, in zaviranje vstopa kalcija v kalcijeve kanale v živčnih končičih. Sprememba membranske jonske prevodnosti vodi do hiperpolarizacije membrane, ki zavira sprožitev nevronov v locus ceruleusu in aktivnost v ascendentni noradrenergični poti. Locus ceruleus je tudi izvirno mesto za descendentno medullospinalno adrenergično pot, za

katero je znano, da je ključni mehanizem pri uravnavanju nociceptivne nevrotransmisije. Analgetični učinki naj bi bili v hrbtnem rogu hrbtenjače. Odsotnost zaviralnega nadzora pa nad ventrolateralnim preoptičnim jedrom (VLPO) povzroča sproščanje-aminobuterne kisline (GABA) in galanina, ki nadalje zavirata locus ceruleus in tuberomamilarno jedro (TMN). Ta zaviralni odziv povzroči tudi zmanjšanje sproščanja histamina, kar povzroči hipnotični odziv, ki je podoben odzivu pri normalnem spanju. [30]

Farmakodinamika. Hemodinamski učinki. Po prvi aplikaciji deksmedetomidina so poročali o kratkem dvofaznem, od odmerka odvisnem kardiovaskularnem odzivu. Bolusni odmerek 1 µg.kg-1 povzroči začetno zvišanje krvnega tlaka in refleksni padec srčnega utripa. Ta odziv je pogostejši pri mladih in zdravih bolnikih. Domneva se, da je stimulacija receptorjev α-2b v gladkih mišičnih žilah vzrok za zvišanje krvnega tlaka. Povišanje krvnega tlaka lahko oslabimo s počasno infuzijo in z izogibanjem bolusnemu dajanju zdravila. Ta začetni odziv traja 5 do 10 minut, sledi pa mu rahlo znižanje krvnega tlaka zaradi zaviranja osrednjega simpatičnega odtoka. Stimulirajo se tudi presinaptični receptorji α-2, s čimer se zmanjša sproščanje noradrenalina, kar povzroči padec krvnega tlaka in srčnega utripa. Od odmerka odvisen bradikardni učinek deksmedetomidina je predvsem posledica znižanja simpatičnega tona in deloma z baroreceptorskim refleksom in povečano vagalno aktivnostjo. [30]

Učinki na CŽS. Tako kot drugi α-2 agonisti tudi deksmedetomidin zagotavlja sedacijo, hipnozo, anksiolizo, amnezijo in analgezijo. Zanimivo je, da so pri sedaciji, ki jo povzroča deksmedetomidin, opazili nekaj podobnosti z naravnim spanjem. Amnestični učinki deksmedetomidina so veliko manjši od benzodiazepinov, ki povzročajo globoko anterogradno amnezijo, ki pa lahko prispeva k zmedenemu stanju. Nasprotno pa amnezijo dosežemo z deksmedetomidinom le pri visokih koncentracijah v plazmi (≥ 1,9 ng.mL-1), brez retrogradne amnezije. Analgetične lastnosti deksmedetomidina pri ljudeh so bolj kontroverzne. Predlagano je bilo, da je hrbtenjača verjetno glavno mesto analgetičnega delovanja agonistov adrenergičnih receptorjev α-2. Naj bi dexmedetomidin imel analgetične učinke na ravni hrbtenjače in na supraspinalnih mestih. [30]

Dihalni učinki. Kljub globokim pomirjevalnim lastnostim je deksmedetomidin povezan le z omejenimi učinki na dihanje, tudi če je doziran na plazemsko raven do 15 -krat večjo od tiste, ki je običajno dosežena med zdravljenjem, kar vodi do široke varnostne meje. Ob tem je hiperkapnična stimulacija dihanja ohranjena. [30]

Presnovni učinki. Deksmedetomidin in drugi agonisti α-2 zavirajo drhtenje, morda s svojo aktivnostjo na receptorjih α-2b v hipotalamusnem termoregulacijskem jedru. Prav tako je lahko koristen pri zmanjševanju nelagodja bolnikov zaradi pooperativnega drgetanja in obvladovanja drhtenja pri terapevtsko hipotermijo, na pr. po akutni kapi ali poškodbi CŽS. Easley in sod. so v odprti prospektivni pediatrični raziskavi ugotovili, da je en sam intravenski bolus deksmedetomidina, 0,5 µg. kg-1 v 3-5 minutah, bil učinkovit pri zdravljenju postanestezijskega drgetanja. [30]

Zaščitni učinki na organe [30]

Miokardna ishemija in kardioprotekcija. Prejšnje raziskave so pokazale, da hemodinamska stabilizacija z uporabo agonistov adrenergičnih receptorjev α-2 v perioperativnem obdobju vodi do zmanjšanja epizod stresno povzročene tahikardije in hipertenzije, kar lahko zmanjša perioperativno ishemijo miokarda. Teoretični premisleki o uporabi agonistov adrenergičnih receptorjev α-2 pa so vazokonstrikcijske in hipotenzivne lastnosti, ki so potencialno proishemične. Zmanjšanje ishemije miokarda in izboljšani izidi pri bolnikih s tveganjem za srčne dogodke so trenutno dokumentirali le za klonidin kot klinično razpoložljiv α-2 agonist.

Nevroprotekcija. Deksmedetomidin ima nevroprotektivne lastnosti pri različnih eksperimentalnih modelih možganske ishemije in pri hipoksično-ishemični možganski poškodbi pri razvijajočih se možganih, ki so zelo dovzetni za poškodbe nevronov. Poleg tega je bilo dokazano znatno izboljšanje funkcionalnih nevroloških izidov po možganski poškodbi. Natančni mehanizmi nevroprotekcije niso jasni, vendar imajo kateholaminske poti pomembno vlogo.
Zaščita ledvic. Učinki deksmedetomidina na delovanje ledvic so kompleksni. Agonisti α-2 imajo diuretični učinek, saj zavirajo anti-diuretično delovanje vazopresina (AVP) v zbiralnem kanalu, najverjetneje preko receptorjev α-2a, kar ima za posledico zmanjšano izražanje receptorjev aquaporin-2 in zmanjšano reabsorpcijo soli in vode. Obstajajo eksperimentalni dokazi, da deksmedetomidin oslabi radiokontrastno nefropatijo pri miših z ohranjanjem kortikalnega krvnega pretoka. Ta mehanizem podpira ugotovitev, da deksmedetomidin zmanjšuje ledvično kortikalno sproščanje norepinefrina. Vendar pa prospektivne raziskave na ljudeh, ki bi ugotavljale korist uporabe, še niso na voljo.
Toksikologija in neželeni učinki. Teratogeni učinki deksmedetomidina trenutno niso bili ustrezno raziskani, vendar zdravilo prehaja skozi posteljico in ga je treba uporabljati med nosečnostjo le, če koristi upravičujejo tveganje za plod.
Kot je pričakovano s farmakološkega profila, sta bradikardija in hipotenzija najpogostejša stranska učinka deksmedetomidina. Vendar pa z uporabo visokih koncentracij obstaja tudi možnost za pljučno in sistemsko hipertenzijo ter direktno ali refleksno bradikardijo. Poročali so, da je pojavnost pooperativne bradikardije pri zdravih bolnikih kar 40%. Previdnost je potrebna pri tistih kliničnih situacijah, pri katerih se simpatolitično delovanje agonistov receptorjev α-2 izkaže za škodljivo, na primer pri bolnikih z disfunkcijo levega prekata in pri bolnikih, ki so izčrpani, ali imajo hude krvavitve ali blok prevajanja. Pred kratkim so pri uporabi deksmedetomidina poročali o hudi bradikardiji, ki je povzročila celo srčni zastoj. [12,13,30]

Lahko povzamemo, da dexmedetomidin zagotavlja edinstveno vrsto sedacije, sedacijo ob ohranjeni zavesti, pri kateri se zdi, da so bolniki zaspani, vendar se ob stimulaciji zlahka prebudijo, komunikativni so in sodelujejo. Ima razmeroma hiter začetek in kratek čas delovanja, zaradi česar je deksmedetomidin primeren za sedacijo tudi v EIT, za pooperativne srčne in nekardialne bolnike ter za invazivne in neinvazivne posege, saj ga je mogoče zlahka titrirati. V nekaterih raziskavah se je izkazalo, da je kratkotrajna sedacija varna, čeprav sta hipotenzija in bradikardija najpomembnejša stranska učinka. Poleg tega, pride le do minimalne depresije dihanja, zato ga lahko varno uporabljamo tako pri bolnikih na mehanski ventilaciji, kot na spontanem dihanju. Zaradi teh lastnosti je deksmedetomidin uporabno sredstvo za analgo-sedacijo v obdobju pred in po ekstubaciji pooperativnih kardiokirurških bolnikov. Druga področja klinične uporabe PSA z dexmedetomidinom vključujejo na primer sedacijo med fiberoptično intubacijo v budnem stanju, pri 'budni' kraniotomiji, 'budni' karotidni endarterektomiji, sedacijo za transfemoralni TAVI, kot tudi PSA pri otrocih. Zdaj je na voljo več poročil o uporabi deksmedetomidina za PSA pri dojenčkih in otrocih. [28] Uspešno so ga uporabljali med diagnostičnimi radiološkimi postopki, kot so MRI in CT, ter za invazivne postopke, kot so uvajanje osrednjih venskih linij pri dojenčkih, bronhoskopija in laringoskopija, kateterizacija srca in drugi. Deksmedetomidin je bil uporabljen tudi za zagotavljanje sedacije v enoti za postonestezijsko oskrbo po anesteziji s sevofluranom, da bi zmanjšal incidenco vznemirjenosti pri pediatrični populaciji in omogočil intubacijo pri pomirjenem pediatričnem bolniku. Pri pediatričnih bolnikih so z deksmedetomidinom opravili prebujene kraniotomije. Zanimiva prihodnost deksmedetomidina je peroralna ali nazalna uporaba za sedacijo pri

otrocih, saj je peroralna absorpcija deksmedetomidina 82% v primerjavi z intravenskim dajanjem. [28]
Na splošno ima deksmedetomidin edinstveno konstelacijo lastnosti, zaradi česar je privlačno sredstvo tako za anesteziologe kot za zdravnike inteziviste. Je odlično sedativno in analgetično sredstvo z lastnostmi, ki omogočajo varčevanje z opioidi; ne zmanjša črevesne peristaltike; preprečuje pooperativno slabost, bruhanje in drgetanje; in hkrati ponuja potencialno korist pri nevro- in kardio-protekciji. [30]

Lokalni anestetiki se lahko uporabljajo med PSA vedno, ko je to možno in ustrezno glede na posega in bolnika. Podroben opis teh le je izven okvirja tega predavanja.

Pediatrična populacija

Izbira sedativov in analgetikov se pri otrocih sicer nekoliko razlikuje. [28] Benzodiazepini, kloralhidrat in barbiturati se že desetletja uporabljajo za zagotavljanje sedacije med postopkih pri pediatrični populaciji. Propofol se zlahka uporablja tudi zunaj operacijske sobe za indukcijo anestezije pri pediatričnih posegih (večinoma pediatrični anesteziologi ali skupina za sedacijo). Podatki kažejo na večjo variabilnost polnilnega odmerka pri otrocih, mlajših od enega leta, večjo variabilnost pa opazimo pri vzdrževalnem odmerku pri otrocih, starejših od 7 let. Podatki so omejeni za uporabo etomidata za proceduralno sedacijo pri otrocih. Dejstvo, da etomidat zavira proizvodnjo kortizola omejuje njegovo uporabo pri otrocih. Za boleče postopke je potreben opioidni analgetik (npr. fentanil); namesto tega se lahko uporabi ketamin, ki zagotavlja sedacijo in analgezijo hkrati. Midazolam je najpogosteje predpisan benzodiazepin pri otrocih in ga lahko dajemo na različne načine (npr. peroralno, intranazalno, rektalno, intramuskularno, intravensko). Zagotavlja odlično amnezijo in anksiolitični učinek. Kloral hidrat se že vrsto let uporablja za rutinsko sedacijo; vendar ga je razvoj varnejših in učinkovitejših sredstev v veliki meri nadomestil. Deksmedetomidin se pogosto uporablja za PSA pri pediatričnih bolnikih z minimalnimi stranskimi učinki. Prospektivna, multicentrična, opazovalna kohortna raziskava [31] iz 6 pediatričnih urgentnih oddelkov, ki je pregledala 6295 primerov pediatrične PSA, je poročala, da je uporaba samo ketamina povzročila najmanjšo pojavnost resnih neželenih učinkov (17 [0,4%]) in pomembne intervencije (37 [0,9 %]) v primerjavi s samo propofolom ali kombinacijo ketamina s propofolom ali fentanilom.

Tabela 3. Pogosto uporabljena zdravila za PSA pri pediatričnih bolnikih

Zdravilo	Pediatrični odmerek	Komentar
Midazolam	Intravensko: 0,05-0,1 mg/kg IV 3 minute pred posegom; ne sme presegati skupnega kumulativnega odmerka 0,4 mg/kg ali 6 mg Intramuskularno: 0,1-0,2 mg/kg IM 30-45 minut pred posegom	Zmanjšajte odmerek za 30-50% v kombinaciji z opioidnimi analgetiki (npr. Fentanilom); mlajši otroci (tj. <5 let) bodo morda potrebovali višje odmerke do 0,6 mg/kg/odmerek

	Oralno: 0,25-0,5 mg/kg PO 30-45 minut pred posegom Intranazalno: 0,2-0,6 mg/kg/odmerek vdihavati intranazalno 10 minut pred posegom Rektalno: 0,3-0,5 mg/kg/odmerek PR 30-45 minut pred posegom	
Dexmedetomidine	1mcg/kg in/ali infuzija 0,2-1mcg/kg/h, IM 1-4mcg/kg Intranazalno 1-2 mcg/kg	Dobra sedacija brez odvzema dihalnega pogona, kratko delovanje Lahko povzroči hudo bradikardijo
Methohexital	25 mg/kg/odmerek PR 15 minut pred posegom; ne sme presegati 500 mg/odmerek	Ultra kratkodelujoči barbiturat, ki zagotavlja dobro imobilizacijo in hipnozo; lahko pride do paradoksalnega vzbujanja; ni zdravila za reverzijo
Fentanyl	1 mcg/kg/odmerek IV; po potrebi se lahko ponovi po 1 mcg/kg; ne sme presegati skupnega kumulativnega odmerka 4 mcg/kg	Zagotavlja analgezijo pri bolečih postopkih; povečano tveganje za depresijo dihanja v kombinaciji s pomirjevali (zmanjšanje odmerka sedativa); togost prsne stene, povezana s hitrim IV potiskom
Ketamine	Intravensko: 1-2 mg/kg polnilni odmerek IV; 0,25-1 mg/kg IV q10-15min; dajati počasi, ne več kot 0,5 mg/kg/min Intramuskularno: 2-5 mg/kg/odmerek IM Peroralno: 6-10 mg/kg/odmerek PO, pomešano v kole ali drugi pijači 30 minut pred postopkom	Zagotavlja odlično sedacijo in analgezijo; povzroča disociativno stanje; poveča izločanje bronhijalnega sekreta in sline; povečuje srčni utrip, krvni tlak in intrakranialni tlak; pojavne halucinacije, opažene pri starejših otrocih (> 15 let) in odraslih; farmakološki učinki niso reverzibilni
Propofol	Omejeni podatki: 1-1,5 mg/kg polnilni odmerek IV; 0,25-0,5 mg/kg IV q3-5min ali 50-150 mcg/kg/min neprekinjena IV infuzija	Zagotavlja hitro anestezijo; apneja se pojavi ob indukciji in nepredvidljivo povzroči izgubo refleksov dihalnih poti (tudi pri sedativnih odmerkih); draženje in pekoč občutek pri IV dajanju; učinek NI reverzibilen
Chloral hydrate	25-75 mg/kg/odmerek PO/PR; ne sme presegati 1 g/odmerek (dojenčki) ali 2 g/odmerek (otroci); dajte 30 minut pred postopkom	Ni več priporočljivo, saj obstajajo veliko varnejše in učinkovitejše alternative; nepredvidljiv učinek; lahko pride do paradoksalne hiperaktivnosti; lahko povzroči slabost in bruhanje; zmanjšanje

	Ni več priporočljivo, glejte komentarje	odmerka v kombinaciji z opioidnimi analgetiki (npr. fentanilom); poročali so o smrti in trajni nevrološki poškodbi zaradi dihalnega kompromisa, zlasti pri tistih z dejavniki tveganja (npr. ASA razred III, Leigh -ova encefalopatija, hipertrofija tonzil in adenoidov, obstruktivna apneja v spanju); aktivni presnovek ima podaljšan razpolovni čas

Zdravila za odpravo učinka (antagonisti) sedativov in analgetikov

Odmerki zdravil, ki se uporabljajo za sedacijo in analgezijo so zelo različni, k tej variabilnosti pa prispevajo drugi dejavniki, kot je uporaba sočasnih zdravil, aktualno zdravstveno stanje bolnikov in starost. Zdravila za blago do zmerno sedacijo je treba uporabljati le v okoljih, ki zagotavljajo stalni nadzor dihalne in kardiovaskularne funkcije. Obenem je treba zagotoviti razpoložljivost zdravil za oživljanje, opremo in zdravstveno osebje, ki ima izkušnje z uporabo teh zdravil. Na voljo morajo biti tudi sredstva za odpravo oz. reverzijo učinka opioidov (tj. nalokson) in benzodiazepinov (tj. flumazenila). [16]

Tabela 4. Pogosto uporabljena sredstva za reverzijo učinka opioidov in benzodiazepinov

Antagonist	**Indikacija**	**Odmerek pri odraslih**	**Pediatrični odmerek**	**Komentar**
Nalokson	Odpravi učinek opioidnih agonistov	0,1-0,2 mg IV; lahko ponovi q2-3min pp do želenega odziva Preveliko odmerjanje opioidov: 0,4-2 mg IV; lahko se ponovi q2-3min pp	Postenestetična reverzija: 0,005-0,01 mg/kg IV/IM; lahko se ponovi q2-3min pp Zastrupitev z opiati: 0,01-0,1 mg/kg odmerek IV/IM; se lahko ponovi vsako minuto; ne sme presegati 2 mg/odmerek	Začetek delovanja pri IV je 1-3 min v primerjavi z 10-15 min pri IM; lahko pride do povratne sedacije; če se uporablja pri bolnikih s kronično uporabo opioidov, bo povzročil akutno odtegnitev in nenadna sprožitev simpatikusa, ki bi lahko povzročil akutni pljučni edem

Flumazenil	Odpravi učinek benzodiazepinov	Delni antagonizem (za odpravo sedacije): 0,1-0,2 mg IV, infundirano v 15 sekundah; se lahko ponovi po 45 sekundah in nato vsake minute; ne sme presegati skupnega kumulativnega odmerka 1 mg Popolni antagonizem (za preveliko odmerjanje): 0,2 mg IV, infundirano v 30 sekundah; se lahko ponovi z dodatnimi odmerki 0,5 mg v 30 sekundah v 1-minutnih presledkih; ne sme presegati skupnega kumulativnega odmerka 3 mg	0,01 mg/kg/odmerek IV, infundirano v 15 sekundah; ne sme presegati 0,2 mg/odmerek; se lahko ponovi vsako minuto; ne sme presegati skupnega kumulativnega odmerka 0,05 mg/kg ali 1 mg (kar je nižje)	Lahko pride do povratne sedacije; če se uporablja pri bolnikih s kronično uporabo BZP, bo povzročil akutno odtegnitev; lahko povzročijo epileptične napade, ki se ne odzivajo na BZP

Zaključek

Sedacija ob ohranjeni zavesti je stanje sedacije, v katerem se bolnik zaveda svoje osebe, okolice in stanja, vendar ne čuti bolečine ali tesnobe. Nešteto aplikacij za tovrstno sedacijo vključuje manjše kirurške posege pri travmatskih in ortopedskih bolnikih, med izvajanjem regionalne anestezije in živčnih blokov ali operacijo pod regionalno anestezijo ali živčnimi bloki, med vstavljanjem invazivnih katetrov in med endoskopskimi posegi. Depresija centralnega živčnega sistema omogoča izvajanje posega, med katerim se vzdržuje verbalni stik z bolnikom, obenem so spontano dihanje in zaščitni refleksi ohranjeni. Obstaja dobro sodelovanje bolnikov in hiter čas okrevanja. V idealnem primeru bi zdravilo imelo minimalen fiziološki učinek na kardiovaskularni, dihalni ali prebavni sistem. Za izvajanje proceduralne sedacije se uporabljajo hipnotiki, sedativi in analgetiki ter lokalni anestetiki. Zdravila in tehnike, ki se uporabljajo za sedacijo ob ohranjeni zavesti bi morala imeti dovolj velik varnostni rob, da bi izguba zavesti postala malo verjetna.

Viri

1. Hinkelbein J, Lamperti M, Akeson J, Santos J, Costa J, De Robertis E et al. European Society of Anaesthesiology and European Board of Anaesthesiology guidelines for procedural sedation and analgesia in adults. Eur J Anaesthesiol 2018; 35(1): 6-24.
2. Green SM, Krauss B. Procedural sedation terminology: moving beyond 'conscious sedation'. Ann Emerg Med 2002; 39:433.
3. American Society of Anesthesiologists. Continuum of depth of sedation: definition of general anesthesia and levels of sedation/analgesia. 2007; Available at http://www.asahq.org/For-Healthcare.
4. Raffay V, Fišer Z, Samara E, Magounaki K, Chatzis D, Mavrovounis G, Mermiri M, Žunić F, Pantazopoulos I. Challenges in procedural sedation and analgesia in the emergency department. Journal of Emergency and Critical Care Medicine 2020; 4(0): 2521-3563.
5. Williams MR, McKeown A, Dexter F et al. Efficacy Outcome Measures for Procedural Sedation Clinical Trials in Adults: An ACTTION Systematic Review. Anesth Analg 2016;122:152-70
6. Godwin SA, Burton JH, Gerardo CJ, Hatten BW, Sharon E, Mace SE et al. Clinical Policy: Procedural Sedation and Analgesia in the Emergency Department. Ann Emerg Med. 2014;63:247-258.
7. Burbulys D. Procedural Sedation and Analgesia. In: Marx JA, Hockerberger RS, Walls R, eds. Rosen's emergency medicine: concepts and clinical practice. 8 ed. Philadelphia, PA: Elsevier, 2014;1:50–66.
8. Bahn EL, Holt KR. Procedural sedation and analgesia: a review and new concepts. Emerg Med Clin North Am 2005;23: 503–17.
9. Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain j Volume 12 Number 4 2012
10. Ewen A, Archer DP, Samanani N, Roth SH. Hyperalgesia during sedation: Effects of barbiturates and propofol in the rat. Can J Anaesth 1995; 42:532–40
11. Frölich MA, Zhang K, Ness TJ. Effect of sedation on pain perception. Anesthesiology 2013;118(3): 611-21.
12. Lamperti M. Adult procedural sedation: an update. Curr Opin Anaesthesiol 2015;28:662-7.
13. Blayney MR. Procedural sedation for adult patients: an overview. *Continuing Education in Anaesthesia Critical Care & Pain 2012;*12(4):176–180.
14. Lameijer H, Sikkema YT, Pol A, Bosch MGE, Beije F, Feenstra R, Bens BWJ, Ter Avest E. Propofol versus midazolam for procedural sedation in the emergency department: A study on efficacy and safety. Am J Emerg Med. 2017 May;35(5):692-696.
15. Barends CR, Absalom A, van Minnen B, Vissink A, Visser A. Dexmedetomidine versus Midazolam in Procedural Sedation. A Systematic Review of Efficacy and Safety. PLoS One. 2017 Jan 20;12(1):e0169525.
16. Sivilotti ML. Flumazenil, naloxone and the 'coma cocktail'. *Br J Clin Pharmacol*. 2016;81(3):428-436.
17. Litman RS. Conscious Sedation with Remifentanil During Painful Medical Procedures. Journal of Pain and Symptom Management 2000; 19(6): 468-471.
18. Kisilewicz M, Rosenberg H, Vaillancourt C. Remifentanil for procedural sedation: a systematic review of the literature. Emerg Med J. 2017 May;34(5):294-301.
19. Newstead B, Bradburn S, Appelboam A, Reuben A, Harris A, Hudson A, et al. Propofol for adult procedural sedation in a UK emergency department: safety profile in 1008 cases. *Br J Anaesth*. 2013; 111(4):651-5.
20. Homfray G, Palmer A, Grimsmo-Powney H, et al. Procedural sedation of elderly patients by emergency physicians: a safety analysis of 740 patients. Br J Anaesth 2018;121:1236-41
21. Li L, Vlisides PE. Ketamine: 50 Years of Modulating the Mind. Front Hum Neurosci. 2016;10:612.

22. Lemoel F, Contenti J, Giolito D, Boiffier M, Rapp J, Istria J, et al. Adverse Events With Ketamine Versus Ketofol for Procedural Sedation on Adults: A Double-blind, Randomized Controlled Trial. *Acad Emerg Med*. 2017 Dec. 24 (12):1441-1449.
23. Yan JW, McLeod SL, Iansavitchene A. Ketamine-Propofol Versus Propofol Alone for Procedural Sedation in the Emergency Department: A Systematic Review and Meta-analysis. Acad Emerg Med 2015;22:1003-13.
24. Jalili M, Bahreini M, Doosti-Irani A, et al. Ketamine-propofol combination (ketofol) vs propofol for procedural sedation and analgesia: systematic review and meta-analysis. Am J Emerg Med 2016;34:558-69.
25. Miner JR, Danahy M, Moch A, et al. Randomized clinical trial of etomidate versus propofol for procedural sedation in the emergency department. Ann Emerg Med 2007;49:15-22
26. Mo JA. Inhalation Sedation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Acute Care Surg.* 2019;9(2):45-53.
27. Ross N, Drury N. Conscious sedation with sevoflurane. Anaesthesia tutorial of the week 188. World Federation of Societies of Anaesthesiologists. www.totw.anaesthesiologists.org
28. Krauss B, Green SM. Procedural sedation and analgesia in children. *Lancet*. 2006 Mar 4. 367(9512):766-80.
29. Huang C, Johnson N. Nitrous Oxide, From the Operating Room to the Emergency Department. Curr Emerg Hosp Med Rep 2016;4:11-8.
30. Afonso J, Reis F. Dexmedetomidine: current role in anesthesia and intensive care. Rev Bras Anestesiol. 2012 Jan-Feb;62(1):118-33.
31. Bhatt M, Johnson DW, Chan J, Taljaard M, Barrowman N, Farion KJ, et al. Risk Factors for Adverse Events in Emergency Department Procedural Sedation for Children. *JAMA Pediatr*. 2017 Oct 1. 171 (10):957-964.

ZAPLETI MED SEDACIJO OB OHRANJENI ZAVESTI

Janez Benedik

Izvleček

V prispevku predstavim zaplete pri izvajanju sedacije ob ohranjeni zavesti (sedacija) pri različnih diagnostičnih in terapevtskih posegih pri odraslih bolnikih. Število diagnostičnih in terapevtskih posegov pri različnih področjih medicine, ki zahtevajo sedacijo, narašča. Sedacija, katere namen je predvsem zagotoviti pomiritev in sočasno ustrezno analgezijo, je povezana z različnimi stranskimi učinki uporabljenih pomirjeval in analgetikov. Najpogostejši so zapleti s strani dihalnega in srčno-žilnega sistema, še posebej pri bolnikih s spremljajočimi boleznimi.
Sedativi in analgetiki, ki jih najpogosteje uporabljamo, so varni le, če jih uporablja ustrezno izobraženo zdravstveno osebje. Pogoj za varno sedacijo so tudi primerno pripravljeni bolniki in ustrezno opremljeni prostori in oprema (pripomočki za oživljanje, vzdrževanje dihalne poti in spremljanje bolnikovega stanja, zbujevalnica – smernice za odpust bolnika).

Uvod

V strokovnih krogih uporabljamo za pomirjenje bolnika med diagnostičnimi, terapevtskimi in/ali operativnimi posegi izraz sedacija (sedacija ob ohranjeni zavesti); z njim označujemo razne oblike in stopnje pomirjenja (1). Število diagnostičnih in terapevtskih posegov narašča na različnih področjih medicine: kirurgija, radiologija, pediatrija, interventna diagnostika, endoskopije, stomatologija (2) (tabela 1).
Glavni cilji sedacije so pomiritev, sprostitev (zmanjšanje psihološkega pritiska in bolečine) ter preprečitev premikanja, kar zagotavlja uspešnost posega. Pomembno je tudi zagotoviti retrogradno amnezijo in povrnitev bolnika v stanje pred sedacijo ob koncu posega. V ta namen uporabimo različna zdravila (benzodiazepini, opioidi, babiturati, alfa 2 agonisti, hlapni anestetiki), ali kombinacije le teh (3) (tabela 2).
Sedacijo in analgezijo lahko razdelimo na blago, zmerno, globoko sedacijo in splošno anestezijo kot posebno entiteto (2, 3). Prehod iz ene globine sedacije v drugo je odvisen od več dejavnikov kot so stopnja morebitnega bolečinskega dražljaja, raznolikost med posameznimi bolniki, značilnosti zdravila, interakcije med zdravili, stopnja anksioznosti pred posegom in predhodne izkušnje z sedacijo. Zato mora biti osebje, ki vzdržuje določeno globino sedacije sposobno reševati zaplete, ki se pojavijo, če stopnja sedacije postane globlja kot so na začetku želeli (4).

Ocena bolnikov pred sedacijo (anamneza, klinični pregled, preiskave)

Pred sedacijo moramo biti še posebej pozorni na bolezni, ki lahko spremenijo odgovor bolnika na sedacijo / analgezijo in s tem povzročijo zaplete med ali po sedaciji: (1) bolezni glavnih organskih sistemov, (2) predhodne izkušnje z sedacijo / analgezijo, splošno / regionalno anestezijo, (3) alergija na zdravila in možne interakcije med zdravili, (4) podatek o zadnjem vnosu hrane oz. tekočine, (5) podatek o kajenju, uživanju alkohola ali opojnih snovi. Sledi telesni pregled z vitalnimi znaki, avskultacija srca in pljuč in ocena dihalne poti. Klinični pregled

še dopolnimo s potrebnimi laboratorijskimi in drugimi preiskavami (elektrokardiogram, RTG, spirometrija) glede na splošno oceno bolnika. Nekateri avtorji priporočajo oceno po Ameriškem združenju anesteziologov (ASA) (5).

Priprava na poseg v sedaciji / analgeziji

Zdravila, ki jih uporabljamo za sedacijo, lahko povzročijo izgubo zaščitnih refleksov dihalnih poti, predvsem med globoko sedacijo, zato se glede teščosti pred posegom priporoča uporaba smernic, ki veljajo za splošno anestezijo (2). Za *nujne posege* je potrebna skrbna presoja, pri kateri razmislimo o nevarnosti vdihanja želodčne vsebine, času posega in zahtevani globini sedacije. Dodatni dejavniki tveganja za vdihanje želodčne vsebine so poškodbe, znižana stopnja zavesti pred posegom, debelost in bolezni s področja prebavil. Tuje smernice tako priporočajo uporabo sedativov, pri katerih je možnost depresije zaščitnih refleksov minimalna in uporabo najmanjše možne globine sedacije. V kolikor je potrebna globoka sedacija, razmislimo o popolni zaščiti dihalnih poti med posegom (6).

Zapleti med sedacijo ob ohranjeni zavesti

Zapleti v povezavi s sedacijo lahko vodijo do znatne obolevnosti pri bolnikih, z občasno možnim tudi slabim izhodom. Dejavniki tveganja za nastanek zapletov med sedacijo vključujejo vrsto, odmerek in način dajanja sedativov / analgetikov, kot tudi starost bolnika in njegove spremljajoče bolezni (7).
Zapleti zmerne in globoke sedacije so najpogosteje v povezavi s srčno-žilnim in dihalnim sistemom. Najpogosteje so blagi do zmerni in jih v večini primerov lahko preprečimo z skrbnim pregledom in pripravo pred samim posegom v sedaciji, ustreznim spremljanjem življenjskih funkcij (monitoringom) in potrebno podporo (vzdrževanje odprte dihalne poti, vzdrževanje krvnega tlaka) med in po posegu v sedaciji. Osebje, ki sodeluje pri izvajanju sedacije mora biti usposobljeno te zaplete tudi ustrezno zdraviti (8, 9).
Po rezultatih velike prospektivne raziskave o zapletih sedacije pri endoskopijah se hujši zapleti (major complications) pojavijo pri 1 / 10.000 posegov / sedacij. Večina neželenih učinkov med endoskopijo nastane zaradi sedacije. V omenjeni raziskavi so analizirali podatke iz več kot 350.000 endoskopij, ki so potekale v številnih centrih v Nemčiji (10).
Sedacijo so uporabili pri 89% posegov, od tega propofol v 62%, propofol v kombinaciji z midazolamom pa v 23%. Rezultati analize:

- hujši zapleti so se pojavili v 0,01%, blagi zapleti pri 0,3% sediranih bolnikov; v primerjavi z 0,007% in 0,05% pri bolnikih, ki niso bili sedirani
- smrtnost: 0,004% z sedacijo in 0,002% brez sedacije
- blagi zapleti: 33% s strani dihalnega sistema, 12% padec tlaka (hipotenzija)
- 6% bolnikov z zapleti s strani dihalnega sistema je potrebovalo predihavanje z obrazno masko
- od 38 bolnikov z hujšimi zapleti jih je 26 potrebovalo intubacijo, 13 jih je umrlo
- rizični dejavniki za zaplete pri sedaciji so vključevali bolnike ocenjene z ASA >2, urgentne ali terapevtske endoskopije in daljše trajanje endoskopije
- uporaba samo propofola je bila povezana z manjšim tveganjem za zaplete v primerjavi z midazolamom (10).

V drugi raziskavi so z sistematičnim pregledom in metaanalizo ugotavljali pojavnost (incidenca) neželenih učinkov med sedacijo na oddelkih za urgentno medicino. Ocenjevali so incidenco / 1000 bolnikov z 95% intervalom zaupanja za naslednje zaplete: vznemirjenost, apneja,

aspiracija, bradikardija, bradipneja, hipotenzija, hipoksija, intubacija, laringospazem in slabost / bruhanje. Rezultati (11):

- od 2046 pregledanih člankov so 55 člankov z opravljenimi 9.652 sedacijami vključili v raziskavo
- najpogostejši zapleti: hipoksija: 40,2 / 1000 sedacij
  bruhanje: 16,4 / 1000 sedacij
  hipotenzija: 15,2 / 1000 sedacij
  apneja: 12,4 / 1000 sedacij (9, 10)
- hudi zapleti pri katerih je bilo potrebno takojšnje posredovanje:
  Aspiracija: 1,2 / 1000 sedacij
  Laringospazem: 4,2 / 1000 sedacij
  Intubacija: 1,6 / 1000 sedacij

Bolniki učinke sedacije lahko občutijo zelo različno. Najpogostejša občutka sta zaspanost in sprostitev, s trajanjem sedacije pa negativna čustva, stres in anksioznost / nemir postopno izginejo. Sedirana oseba lahko občuti tudi mravljinčenje po celem telesu, še posebej po okončinah, ki ga lahko spremlja počasnost, ki da občutek težjega premikanja okončin (12).
Sedacija se lahko individualno občuti tudi kot občutek upočasnitve dogajanja v okolici sedirane osebe, refleksi so zakasneli, tudi odgovor na telesni dražljaj ali pogovor je upočasnjen. Nekateri običajni stanski učinki sedacije ob ohranjeni zavesti lahko trajajo tudi nekaj ur po končanem posegu: zaspanost, občutek počasnosti, izguba spomina za dogodke med posegom (amnezija), počasni refleksi, nizek krvni tlak, glavobol in slabo počutje (13).

Opis posameznih zapletov

Zavora dihanja je najpogosteje posledica višjih odmerkov sedativov (npr. benzodiazepini ali propofol v kombinaciji z opiatnimi analgetiki) s posledičnim poglabljanjem zavore (depresije) stanja zavesti in dihanja. Klinično se prekomerna sedacija najprej pokaže tako, da se sedirana oseba ne odzove več na besedni stik (»verbal contact«) zaradi zmanjšanega stanja zavesti. Posledično pride tudi do zavore dihanja in alveolarne hipoventilacije. Najbolj občutljiv zgodnji pokazatelj zavore dihanja je povečanje delnega tlaka ogljikovega dioksida ob koncu izdiha ($etCO_2$), ki ga merimo s kontinuirano kapnometrijo. Določanje nasičenosti hemoglobina s kisikom (SpO_2) je dober pokazatelj oksigenacije, ne pa ventilacije, še posebej pri bolnikih, ki dobivajo dodaten kisik preko obrazne maske ali nosnega katetra. Zato opažamo zakasnitev padca saturacije zaradi zavore dihanja in posledične alveolarne hipoventilacije tudi za 30 do 90 s (8).
Zgodnje ukrepanje pri prekomerno sediranem bolniku s posledično zavoro dihanja in posledično alveolarno hipoventilacijo je spodbujanje bolnika, bodisi z besedo (verbalna stimulacija) ali pa z rahlim tresenjem, da ga zbudimo in spodbudimo, da naredi nekaj globokih vdihov. Če se na te ukrepe ne odzove, pristopimo k ukrepom za sprostitev in vzdrževanje dihalne poti (9).
Ukrepi pri zavori dihanja in hipoventilaciji: hipoventilacija je pogost in pričakovan zaplet sedacije, ki je posledica kombinacije zapore dihalne poti, zmanjšane frekvence dihanja ter manjših dihalnih volumnov. Dihalna pot se zapre zaradi zapadanja jezika in ohlapnosti mehkih delov dihalne poti, kar je še posebno izrazito pri bolnikih z obstruktivno motnjo dihanja v spanju (OSA, »obstructive sleep apnea«). Manjši dihalni volumni so problem predvsem pri debelih (prekomerno prehranjeni bolniki) in nosečnicah, kjer velik trebuh pritiska na prepono in posredno na pljuča. Do neke mere lahko to izboljšamo s privzdignjenim vzglavjem bolnika.

Zdravnik, ki izvaja sedacijo mora hipoventilacijo pričakovati in biti pripravljen razrešiti apnejo (14).
Hipoventilacija je najpogostejša ob uporabi opioidov, ki imajo sinergistični (respiratorno-depresivni) učinek s sedativi. Ob uporabi ultra-kratkodelujočih sedativov je običajno prehodna in ne potrebuje agresivnega ukrepanja, v kolikor so bolniki preoksigenirani. Ob nadzoru etCO2 lahko hipoventilacijo zgodaj prepoznamo. Ukrepanje naj bo postopno. Najprej prenehamo z aplikacijo zdravil in opazujemo, ali bo etCO2 ob naslednjih izdihih pričela padati. V kolikor narašča, poskusimo z manevri za sprostitev dihalne poti – dvig brade ali trojni manever. Če bolnik preneha dihati (apneja), lahko poskusimo s pritiskom za ramusom mandibule in pod ušesno mečico, kar je močan bolečinski dražljaj in naj bi pomagal tudi sprostiti laringospazem. V kolikor dihalna pot kljub trojnemu manevru ni ustrezno sproščena, vstavimo nazofaringealno cevko. Ob padcu saturacije (SpO2) pod 93%, pričnemo z nežnimi vpihi z ambujem. Običajno je potreben le eden ali dva vpiha, nakar večina bolnikov prične ponovno spontano dihati. Izogibamo se sunkovitemu predihavanju z visoko frekvenco, saj s tem močno povečamo možnost regurgitacije želodčne vsebine in aspiracije. V kolikor bolnik ne zadiha sam, vstavimo supraglotični pripomoček, nadaljujemo s predihavanjem in razmislimo o aplikaciji antidota (flumazenil, nalokson) oziroma izvedbi urgentne intubacije (15).

Zapora dihalne poti

Zaporo dihalne poti moramo znati razlikovati od zavore dihanja, čeprav se obe klinični sliki lahko med seboj tudi prepletata. Zapora dihalne poti lahko napreduje v hipoventilacijo in hipoksijo. Pri takšnem bolniku je stimulus za dihanje (»respiratory drive«) lahko zavrt ali pa ohranjen. Če opazimo nastanek hipoksije pri bolniku, pri katerem poteka endoskopski poseg brez sedacije, potem je vzrok hipoksije gotovo zapora zgornje dihalne poti. Najpogosteje je vzrok zapore anatomska nenormalnost ali tujek, neodvisni pokazatelji spremenjene dihalne poti so še moški spol, bolniki ocenjeni z ASA 3 ali več in povečan indeks telesne mase, ki jih lahko predvidimo že z pregledom bolnika pred posegom v sedaciji. Če zapore dihalne poti ne moremo razrešiti s preprostimi ukrepi sprostitve oz. odprtja dihalne poti (dvig brade, trojni manever, vstavitev nosno žrelne cevke ob dodatku kisika preko obrazne maske ali nosnega katetra) in pojasniti z naštetimi vzroki, moramo pomisliti tudi na patološke vzroke za zaporo dihalne poti (laringospazem, edem grla in bronhospazem) (8).
Laringospazem je nehoten, nekontroliran vztrajajoči krč notranjih mišic grla, ki lahko nastane tudi med potekom globoke sedacije. Je pravzaprav zaščitni refleks dihalnih poti in se kaže kot delna ali popolna zapora. Večinoma nastane zaradi preplitve sedacije / anestezije in kot odgovor draženja sluznice ter nepopolno zavrtih refleksov v zgornji dihalni poti. V večini primerov spontano popusti in se ventilacija izboljša, v nasprotnem primeru pa moramo hitro ukrepati, saj lahko hitro vodi do dihalnega in posledično srčnega zastoja. Prvi ukrepi so odstranitev stimulusa, klic na pomoč, vzpostavitev intravenskega dostopa, sprostitev dihalne poti in aplikacija 100% kisika. Poskusimo z manualno ventilacijo s pozitivnim tlakom, pri čemer ne forsiramo vpihov, ki bi le napihovali želodec in še otežili nadaljnjo ventilacijo. Poleg vseh splošnih ukrepov je prvi korak poglobitev sedacije / splošne anestezije. To dosežemo najlažje z bolusom propofola, ki v odmerku 0,25-0,8 mg/kg v 75% razreši laringospazem, v praksi pa večinoma uporabimo nekoliko večje odmerke. V kolikor poglobitev sedacije ne razreši stanja pa moramo uporabiti mišični relaksant in bolnika urgentno intubirati. V prvi vrsti uporabimo sukcinilholin iv 1,5mg/kg. V kolikor nimamo iv dostopa lahko intraosalno v enaki dozi ali intramuskularno (im) v odmerku 4mg/kg, pri čemer bo nastop učinka kasnejši. Uporabi se lahko tudi rokuronij iv v odmerku 1mg/kg, ki ima primerljivo hitrost učinkovanja kot

sukcinilholin. V kolikor laringospazem vztraja in smo neuspešni pri več poskusih intubacije, je potrebna igelna krikotiroidotomija oziroma vzpostavitev kirurške dihalne poti (16, 17).

Edem grla navadno nastane v poteku hude alergične (anafilaktične) reakcije in ga spremlja tudi edem sosednjih struktur (sluznice žrela in jezika). Klinično se kaže kot hud stridor in napor pri dihanju, bolnik pokaže na grlo, otekel jezik in žrelo. Zdravljenje je takojšnja aplikacija adrenalina 0,5 mg im ali 0,1 mg iv v najtežjih primerih, dodatek 100% kisika preko obrazne z rezervoarjem za kisik in ostala simptomatska terapija po protokolu za zdravljenje anafilaktične reakcije (9).
Obstrukcija spodnje dihalne poti (infraglotično) pa je najverjetneje **bronhospazem**, ki je najpogosteje posledica anafilaktične reakcije ali pa povečane vzdražnosti (reaktivnosti) dihal pri astmatičnem bolniku. Hud bronhospazem, ki prepreči ventilacijo preko obrazne maske se najbolje prepreči z dajanjem adrenalina iv, saj bronhodilatatorji v vdihanem zraku ne bi učinkovali, ker praktično ni izmenjave plinov v pljučih. Če obstrukcije ne moremo razrešiti s temi hitrimi manevri je nujno poklicati pomoč in prekiniti z dajanjem vseh zdravil, poskusiti z intubacijo ali zbuditi pacienta oz. ob neuspehu preiti v algoritem »ne morem intubirati, ne morem ventilirati«.
V primeru hemodinamske nestabilnosti pa moramo poklicati kirurško pomoč. V kolikor kirurga ni, naredimo igelno krikotiroidotomijo, kirurg pa naredi kirurško vzpostavitev dihalne poti (8, 18).

Hipoksija
Hipoksija je lahko posledica zavore dihanja ali zapore dihalne poti. Incidenca hipoksije med posegom endoskopije je 1,5 – 70% in ima lahko za posledico številne druge zaplete odvisno od stopnje hipoksemije. Zdravljenje mora biti hitro, pri tem moramo paziti, da nas ne zavede dobra saturacija pri bolniku, ki dobiva dodatni kisik, in spregledamo hipoventilacijo in/ali apnejo s posledično hiperkapnijo. Neodvisni napovedni dejavniki za nastanek hipoksemije so povišan indeks telesne mase, arterijska hipertenzija, sladkorna bolezen, gastrointestinalne bolezni, srčne bolezni in kombinirani endoskopski posegi (19).

Pljučna aspiracija
Aspiracija želodčne vsebine v pljuča je med gastroenterološkimi endoskopskimi posegi relativno pogosta. Posledica je lahko aspiracijska pljučnica, ki ima lahko tudi slab izhod. Dejavniki tveganja za aspiracijo so starostniki, prekomerno sedirani bolniki, bolniki z krvavitvijo iz prebavil, zmanjšana motiliteta želodca, zapora izhoda iz želodca, poln želodec in jetrna encefalopatija.
Na aspiracijo posumimo, ko bolnik prične močno kašljati med posegom in hitro postane cianotičen.
Zdravljenje vključuje aspiracijo tekočine ali druge vsebine iz ust in žrela, povečanje pretoka kisika, spodbujanje bolnika h kašlju, rentgensko slikanje pljuč, antibiotik in respiratorna fizioterapija. Upoštevati moramo, da je intenzivnost zdravljenja odvisna od stopnje aspiracije in s tem povezane klinične slike (20).

Alergična reakcija
Čeprav redko, se huda alergična reakcija lahko pojavi tudi med sedacijo. Pri tem je zelo pomembna ocena bolnika pred sedacijo in podatki o predhodni alergiji. Pri uporabi propofola moramo paziti pri osebah z znano preobčutljivostjo na jajca in sojo.

Klinična slika alergične reakcije je lahko od blage dispneje in kožnega izpuščaja do hude hipotenzije z anfilaktičnim šokom in srčnim zastojem, ki zahteva takojšnje ukrepanje in intenzivno zdravljenje z oskrbo dihalne poti in dodatnimi postopki oživljanja (prenehanje aplikacije alergena, iv tekočine, antihistaminiki, hidrokortizon in adrenalin) (21).
Slabost in bruhanje sta pogosta stranska učinka opiatnih analgetikov, dodaten vzrok je pri endoskopijah še prekomerno razširjen želodec ali debelo črevo po posegu. Preventiva je zmanjšanje odmerka opiatnih analgetikov in antiemetiki (ondansetron, metoklopramid) (22).
Druge reakcije, kot so nemir, razdraženost, prekomerna zgovornost, dezorientacija in tahikardija se pogosto pojavijo po benzodiazepinih, še posebej midazolamu in diazepamu (pogosteje pri otrocih). Pomembna je zgodnja prepoznava in zdravljenje takšnega stanja z antagonistom benzodiazepinov flumazenilom (23).

Srčno žilni zapleti

Hipotenzija je definirana kot sistolični krvni tlak, ki je nižji od 90 mmHg in nastane zaradi padca srčnega minutnega volumna ali perifernega žilnega upora s posledičnim znižanjem srednjega arterijskega tlaka. Sistolični krvni tlak v vrednosti 90 mmHg bi pri ležeči osebi še lahko vzdrževal primeren srednji arterijski krvni tlak za vzdrževanje zadostne tkivne perfuzije.
Epizoda hipotenzije med sedacijo je najpogosteje povezana z vazovagalnim dogodkom (vazovagalna sinkopa) ali pa z uporabo pomirjeval in splošnih anestetikov, ki zavirajo živčne dražljaje iz simpatičnega živčnega sistema, ki vplivajo na srčnožilni sistem. Tako sočasna uporaba benzodiazepinov in opiatnih analgetikov lahko povzroči znaten padec krvnega tlaka. Srčno žilni učinki propofola, ki imajo za posledico hipotenzijo vključujejo zmanjšanje srčnega minutnega volumna, sistemskega žilnega upora in tudi zmanjšane srčne frekvence in srčnega utripnega volumna. Za nastanek hipotenzije so še posebej dovzetni hipovolemični bolniki.
Preventiva in zdravljenje hipotenzije vključuje usmerjen predoperativni pregled vključno s podatki o jemanju zdravil, ki vplivajo na srčno žilni sistem (antihipertenzivi, zdravila za ishemično srčno bolezen, antiaritmiki, sistemski kortikosteroidi) in navodili katera zdravila je pred posegom v sedaciji potrebno izpustiti. Pred posegom je pomembno nadomeščanje tekočine, ki lahko ublaži nastanek hipotenzije po aplikaciji zdravil, ki se uporabljajo pri sedaciji. Zelo pomemben je tudi skrben monitoring krvnega tlaka in srčne frekvence ter ritma pred, med in po posegu v sedaciji.
Zdravljenje hipotenzije:

- izboljšanje venskega dotoka (venski tlak in preload) z spremembo lege bolnika (dvig nog ali položaj na glavo –Trendlenburgov položaj), iv tekočine ali zdravila, ki povzročijo venokonstrikcijo (fenilefrin)
- povečanje kontraktilnosti miokarda (inotropni učinek) z zdravili, ki delujejo na beta1 receptorje na celicah miokarda (efedrin, adrenalin) (8, 9).

Arterijska hipertenzija je definirana kot sistolični krvni tlak večji od 160 mmHg, nenaden dvig sistoličnega krvnega tlaka na vrednosti ≥ 180 mmHg ali diastoličnega krvnega tlaka ≥ 110 mmHg označimo kot akutni hipertenzivni dogodek (hipertenzivna kriza). Vzroki za nastanek hipertenzije med sedacijo so: hipertenzija v anamnezi bolnika, nemir, bolečina in refleksni odgovor na vstavitev endoskopa npr. v požiralnik.
Hipertenzivna kriza je urgentno stanje, ki ga lahko spremlja bolečina v prsnem košu, glavobol ali motnje vida in je potrebno takojšnje ukrepanje. Če hipertenzije ne spremljajo znaki možganske kapi (afazija, parestezije, paraliza), potem krvni tlak lahko znižujemo (nitroglicerin sublingvalno), vendar ne prehitro. Če je prisotna anesteziološka ekipa se lahko uporabi tudi iv

antihipertenzive (hidralazin, urapidil, labetalol), ki jih je potrebno previdno titrirati ob kontinuiranem spremljanju srčne frekvence in ritma (EKG, neinvazivni krvni tlak) (24).

Srčne aritmije pogosto opažamo med gastroenterološkimi endoskopskimi posegi. Pri zdravih osebah sinusna tahikardija (srčna frekvenca > 120/ min) klinično ne bi smela povzročati težav. Navadno jo povzroči nemir bolnika ob samem posegu, bolečina ali vazopresor, ki je dodan raztopini lokalnega anestetika. Tahikardija je lahko tudi kompenzatorni odgovor na hipoksijo ali hipotenzijo zaradi dehidracija oz. izgube krvi. Dlje časa trajajoča tahikardija lahko pri bolniku povzroči tudi občutek palpitacij. Zdravljenje vztrajajoče sinusne tahikardije: iv tekočine za vzdrževanje krvnega tlaka, esmolol (selektivni beta1 antagonist) iv titrirano.
Sinusna bradikardija (srčna frekvenca < 50/min) pri zdravih osebah podaljša čas diastole in še poveča napolnjenost srca. Sinusno bradikardijo opazimo pri bolnikih, ki jemljejo beta blokerje ali pa po draženju vagalnega živca (n.vagus) ob vstavitvi endoskopa v požiralnik ali raztezanja mezenterija kolona med kolonoskopijo. Zdravljenje: atropin 0,5 – 1 mg iv (25).
Hipoksemija, ki se pojavi iz katerega koli vzroka, se pogosto kaže s srčnimi disritmijami (posebno z bradikardijo). Hemodinamske spremembe lahko odražajo tudi fiziološke spremembe kot npr. spremembe cirkulirajočega volumna, vazokonstrikcijo, vazodilatacijo in druge učinke sedacije in / ali spremljajočih posegov (11).

Bolečina v prsnem košu: ishemija, infarkt miokarda. Miokardni infarkt se lahko pojavi že med ali pa v nekaj dneh po endoskopskem posegu. Vzroka za nastanek ishemije / miokardnega infarkta sta povečana potreba miokarda po kisiku in zmanjšana perfuzija miokarda.
Povečana potreba miokarda po kisiku nastane zaradi povečanega srednjega arterijskega krvnega tlaka in povečane srčne frekvence. Perfuzijo miokarda zmanjšata hipotenzija in / ali bradikardija. Zaradi stresa povzročena ishemija miokarda lahko nastane celo pri bolniku brez klinično značilne koronarne srčne bolezni.
Preventivni ukrepi za nastanek ishemije / infarkta miokarda med endoskopskimi posegi v sedaciji so:

- preoksigenacija rizičnih bolnikov, dodatek kisika ves čas posega
- bolniki naj pred posegom vzamejo svojo redno terapijo (antihipertenzivi, antianginalna zdravila)
- epizodo ishemične bolečine med endoskopijo zdravimo z nitroglicerinom sublingvalno, dodatkom kisika in prenehanjem endoskopske preiskave
- potrebno je izključiti miokardni infarkt (elektrokardiogram, srčni encimi)
- v primeru nastanka srčnega zastoja (ventrikularna fibrilacija po miokardnem infarktu) je takoj potrebno pričeti s postopki oživljanja (BLS, ALS) in poklicati pomoč (8, 9).

Zaključek

V prispevku je opisan splošni pregled zapletov, ki nastanejo zaradi postopkov sedacije pri odraslih bolnikih pri različnih posegih. Ne glede na mesto izvajanja posega v sedaciji je potrebno, da je ob aplikaciji zdravila prisotno medicinsko osebje, ki ima ustrezno znanje s področja vzdrževanja dihalne poti, oživljanja in zdravljenja zapletov sedacije. Na voljo mora biti tudi ustrezna oprema in zdravila, skupaj z antidoti za posamezne sedative. V primeru težav moramo hitro poklicati pomoč in se držati ustaljenih algoritmov, ki so nam pomoč za hitro in ustrezno razreševanje problemov med oskrbo dihalne poti in pri zdravljenju srčno-žilno nestabilnega bolnika.

Viri

1. **Benedik J.** Sedacija bolnikov pri operativnih posegih v ušesu : primerjava učinkov propofola in midazolama [doktorsko delo]. Ljubljana : Univerza v Ljubljani; 2009.
2. Kozar S, Benedik J. Sedacija otrok. Zdrav Vestn 2011; 80: 689-97.
3. Gross JB, Bailey PL, Connis RT, Cote CJ, Davis FG, Epstein BS, et al. Practice Guidelines for Sedation and Analgesia by Non-Anesthesiologists. An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Sedation and Analgesia by Non-Anesthesiologists. Anesth 2002; 96: 1004-17.
4. 4. Gozal D, Gozal Y. Pediatric sedation/anesthesia outside the operating room. Curr Opin Anaesthesiol 2008; 21: 494-8.
5. Godwin SA, Burton JH, Gerardo CJ, Hatten BV, Mace SE, Silvers SM et al. Clinical policy: procedural sedation and analgesia in the emergency department. Ann Emerg Med 2014; 63: 247-58.
6. Merchant R, Chartrand D, Dain S. Guidelines to the Practice of Anesthesia Revised Edition 2013. Can J Anesth 2013; 60: 6084.
7. Australian and New Zealand College of Anaesthetists. Guidelines on Sedation and/or Analgesia for Diagnostic and Interventional Medical, Dental or Surgical Procedures. PS9 2010: 1-15.
8. Amornyotin S. Sedation-related complications in gastrointestinal endoscopy. World J Gastrointest Endosc 2013; 5(11): 527-33.
9. Becker DE, Haas Da. Management of Complications During Moderate and Deep Sedation: Respiratory and Cardiovascular Considerations. Anesth Prog 2007; 54:59-69.
10. Behrens A, Kreuzmayr A, Manner H, Koop H, Lorenz A, Schaefer C. Acute sedation-associated complications in GI endoscopy (ProSed 2 Study): Results from the prospective multicentre electronic registry of sedation-associated complications. Gut 2019; 68(3): 445-52.
11. Spletni vir: https://rebelem.com/complications-of-procedural-sedation/
12. Bellolio MF, Gilani WI, Barrionuevo P, Murad MH, Erwin PJ, Anderson JR, et al. Incidence of Adverse Events in Adults Undergoing Procedural Sedation in the Emergency Department: A Systematic Review and Meta-analysis. Acad Emerg Med 2016; 23(2): 119-34.
13. Spletni vir: https://www.healthline.com/health/conscious-sedation
14. J YY, Kwak HJ. Sedation Strategies for procedures Outside the Operating Room. Yonsei Med J 2019; 60(6): 491-9.
15. Frieling T, Heise J, Kreysel C, Kuhlen R, Schepke M. Sedation –associated complications in endoscopy-prospective multicentre survey of 191142 patients. Z Gastroenterol 2013; 51: 568-72.
16. Gavel G, Walker RWM. Laryngospasm in anaesthesia. Critical Care&Pain. 2014;14 (2):47–51.
17. Erat R, Benedik J.Laringospazem v anesteziji. Med Razgl. 2020;59(2):193-200.
18. Stopar Pintarič T, Jeglič G, Lužar T, Benedik J. Al-goritem za težko intubacijo Slovenskega združenjaza anesteziologijo. Zdrav Vestn 2013; 82: 791–5.
19. Qadeer MA, Lopez AR, Dumot JA, Vargo JJ. Hypoxemia during moderate sedation for gastrointestinal endoscopy: causes and associations. Digestion 2011; 84: 37-45.
20. British Society of Gastroenterology. Guidelines in Gastroenterology: Complications of gastrointestinal endoscopy. Dostopno na: http//www.bsg.org.uk/pdf_word_docs/complications.pdf
21. Cochico SG. Propofol allergy: assessing for patient risks. AORN J 2012; 96: 398-405.
22. Zhang D, Shen Z, You J, Zhu X, Tang QF. Effects of ondansetron in preventing postoperative nausea and vomiting under different conditions of general anesthesia: a preliminary, randomized, controlled study. Ups J Med Sci 2013; 118: 87-90.

23. Robin C, Trieger N. Paradoxical reactions to benzodiazepines in intravenous sedation: a report of 2 cases and review of the literature. Anesth Prog 2002; 49: 128-132.
24. Casabianca AB, Becker DE. Cardiovascular monitoring: physiological and technical considerations. Anesth Prog 2009; 56: 53-9.
25. Furniss SS, Sneyd JR. Safe sedation in modern cardiological practice. Heart 2015; 101: 1526-30.
26. Andrews PJD, Wright DJ, Lamont MC. Flumazenil in the outpatient: A study following midazolam as sedation for upper gastrointestinal endoscopy. Anaesthesia 1990; 45(6): 445-8.
27. http://www.gasnet.org/protocols/sedation/
28. Register zdravil Republike Slovenije. Inštitut za varovanje zdravja Jun 2010. Dosegljivo na: http://ivz.arhiv.over.net/indexphp?akcija=novica&n=687
29. Peng K, Wu SR, Ji FH, Li J. Premedication with dexmedetomidine in pediatric patients: a systematic review and meta-analysis. Clinics. 2014;69(11):777-786.

Tabela 1. Indikacije za sedacijo in analgezijo pri odraslih (2)
Kratice, uporabljene v tabeli: ORL – otorinolaringologija , CT-računalniška tomografija, MRI – magnetna resonanca, SPECT – enofotonska emisijska računalniška tomografija, *PET – pozitronska emisijska tomografija*

MANJŠE POŠKODBE	oskrba manjših ran in odrgnin	
	incizije in drenaže	
	debridement opeklin	
INSTRUMENTALNI POSEGI	Posegi v ORL področju in okulistiki	operacije v nosu, ušesu
	zagotavljanje intravenskega pristopa (centralni, periferni, stalni)	
	posegi s področja prebavil	fleksibilna sigmoidoskopija
		ezofagogastroduodenoskopija
		polipektomija
	Posegi s področja kardiovaskularnega sistema	torakocenteza namestitev torakalne drenaže
		angiografija
		kardioverzija
	zobozdravstveni posegi	
	elektrofiziološki postopki	elektroencefalografija

		elektromiografija
		senzorična encefalografija (preiskave vzbujenih potencialov)
	aspiracija/biopsija kostnega mozga *bone*	
DIAGNOSTIČNE METODE		
	Kardiovaskularni sistem	transtorakalna ehokardiografija
	diagnostike s področja živčevja	CT, MRI, SPECT, PET

Tabela 2. Najpogosteje uporabljani sedativi, analgetiki in njihovi antagonisti pri odraslih (2, 14, 26-29)

ZDRAVILO	**ODMEREK**	**INDIKACIJA, OPOMBE**
lokalna anestetična mazila - EMLA krema (Eutectic Mixture of Local Anaesthetics; mešanica prilokaina in lidokaina)	največ 2 g pod okluzijski povoj	lokalna dermalna anestezija po 60 minutah, trajanje 2 uri po odstranitvi okluzijskega povoja
propofol	100 – 200 µg/kg/min iv	neboleči terapevtski posegi
midazolam	0.5 mg/kg per os 0.5 –5 mg iv 0,1 mg/kg im	varna uporaba iv ali per os
etomidat	0.1- 0.3 mg/kg iv	uporaba v urgentni medicini brez analgetičnega učinka minimalen učinek na delovanje srca in ožilja

propofol s fentanilom	propofol 1-1,5 mg/kg iv 1-2 mg/kg/h iv infuzija + fentanil 1-2 µg/kg iv	globoka sedacija/anestezija potreba po zagotavljanju dihalne poti
midazolam s fentanilom	midazolam 0.02-0,05 mg/kg iv + fentanil 1-2 µg/kg iv	uporaba v urgentni medicini potreba po zagotavljanju dihalne poti
ketamin	3-4 mg/kg im 1-2mg/kg iv	analgezija in sedacija za boleče postopke pogosta slabost in bruhanje možna kombinacija z antiholinergiki (kontrola sekrecije) možna disforija (kombinacija z midazolamom)
deksmedetomidin	O,2 – 1,4 µg/kg/h	Sedacija na intenzivnih oddelkih (EIN, EIT, ONIT), sedacija za diagnostične / kirurške posege, sedacija pri otrocih starejših od 1 meseca
remifentanil	0,025 -0,1 µg/kg/min iv	
dušikov oksidul (N2O)	50% v 50% kisiku	blaga sedacija za neboleče posege
nalokson	200 - 400 µg – titriramo do učinka	opioidni antagonist slabost, anksioznost, stimulacija simpatičnega živčevja
flumazenil	100 - 400 µg/h iv infuzija 200 µg do max. 1 mg iv	benzodiazepinski antagonist omejena uporaba pri odvisnikih, konvulzivnih motnjah, predoziranju cikličnih antidepresivov, povišanem intrakranialnem tlaku

NADZOR BOLNIKA V ZBUJEVALNICI IN OCENA SPOSOBNOSTI ZA ODPUST IZ ZBUJEVALNICE

Jožica Wagner Kovačec

UVOD

Enota za po-operativno okrevanje (prebujevalnica) (EPO, angl. post anaesthesia care unit – PACU) je nedeljiv del anesteziološkega oddelka v sodobnih bolnišnicah razvitega sveta.
Po posegu v anesteziji morajo biti bolniki premeščeni v EPO, kjer je omogočen po-operativni nadzor vitalnih funkcij in zdravljenje bolnikov. Vsaka posteljna enota v EPO mora omogočati osnovni nadzor vitalnih funkcij (pulzna oksimetrija, neinvazivni krvni pritisk, EKG, nadzor nad telesno temperaturo, nadzor nad CO_2 v izdihanem zraku,), del posteljnih enot pa mora omogočati glede na vrste opravljanih posegov in spremljajočih obolenj tudi razširjen monitoring (invazivno merjenje krvnega tlaka, dostop do osnovnih laboratorijskih preiskav). Nosilec dejavnosti v EPO je specialist anesteziolog, v EPO mora biti razpisanih zadostno število anestezijskih medicinskih sester. Število posteljnih enot je odvisno od operativnih programov, od trajanja posameznih operativnih posegov, od števila bolnikov, ki potrebujejo intenzivno zdravljenje in časa bivanja posameznega bolnika v enoti. Razmerje med številom operacijskih sob in številom posteljnih enot v EPO mora biti 1,5. Število anestezijskih medicinskih sester v EPO je pogojeno s številom postelj, v razmerju 1: 3.
Število postelj je odvisno od števila operacijskih sob. Na potrebe števila mest v EPO vpliva vrsta in trajanje operativnih posegov, čas, potreben za okrevanje, je pa odvisen od dejavnikov, vezanih na bolnika (osnovna bolezen, pridružene bolezni, obsežnost operativnega posega in starost bolnika). Moderna priporočila danes priporočajo, da je v EPO na voljo 1,5 do 2-krat toliko mest, kot je na voljo operacijskih sob.
V prvih 15 min po sprejemu bolnik potrebuje največ nadzora in oskrbe, nato pa se intenzivnost nadzora in oskrbe zmanjšuje. Večina priporočil priporoča, da razmerje med številom bolnikov in številom anestezijskih medicinskih sester ne sme biti manjše kot 1:3. Za zagotovitev nadzora in oskrbe v tistem najbolj občutljivem obdobju je lahko to razmerje 1:2,5 (1).

ORGANIZACIJA ENOTE ZA PO-OPERATIVNO OKREVANJE

V prebujevalnico so sprejeti vsi bolniki, ki so bili anestezirani in niso premeščeni v enoto intenzivne terapije. V prebujevalnici se izvaja po-operativni nadzor vseh vitalnih parametrov, izvajajo se ukrepi za stabilizacijo stanja, zdravi se po-operativna bolečina, slabost in bruhanje, izvaja se nadzor in zdravljenje po-operativnih zapletov.
Po predaji bolnika v prebujevalnico vse bolnike nadzorujejo anestezijske medicinske sestre, ves čas pa mora biti na razpolago tudi zdravnik. Čas trajanja obravnave bolnikov v prebujevalnici je odvisen od načina organizacije v posameznih ustanovah, v povprečju traja nadzor v prebujevalnici 1 do 4 ure, lahko tudi do 24 ur. Če bolniki potrebujejo daljši nadzor, so premeščeni v enote intenzivnega zdravljenja.

TRANSPORT IN PREDAJA PACIENTA V PREBUJEVALNICO

Čas transporta bolnika iz operacijske sobe v prebujevalnico je kritični moment, v katerem obstaja povečana možnost zapletov. Glede na dolžino transporta in ogroženost bolnika je potrebno v posamezni ustanovi oblikovati natančna navodila glede nadzora življenjskih funkcij pri bolnikih med transportom.
Predaja bolnika v prebujevalnico naj bo standardizirana. Pred transportom bolnika v prebujevalnico mora anesteziolog, ki je izvajal anestezijo, kontaktirati vodjo prebujevalnice. Ob predaji bolnika osebju v prebujevalnici mora zdravnik navesti natančne informacije: osebne podatke bolnika, podatke o operativnem posegu in poteku posega, vrsti anestezije in posebnostih in/ali kritičnih dogodkih med anestezijo, informacijo o tekočinskem ravnovesju; predati mora informacijo o bolnikovih zdravilih in prisotnih alergijah, podati mora natančna navodila za nadzor in zdravljenje bolnika v prebujevalnici, izboru analgetikov, preprečevanju slabosti in bruhanja, navodila glede dajanja intravenskih tekočin ter ostala navodila (rtg p/c, laboratorijske preiskave, respiratorna terapija/dodatek kisika,…). Predati mora tudi informacijo o predvidenem planu premestitve bolnika (oddelek, enota intenzivnega zdravljenja na oddelku). Vsa navodila za zdravljenje bolnika morajo biti tudi pisno zabeležena v dokumentaciji (2).

OCENA, NADZOR IN ZDRAVLJENJE V PREBUJEVALNICI

Začetna ocena bolnika po anesteziji
Ob predaji bolnika osebje v prebujevalnici oceni izhodiščne parametre: krvni tlak, srčno frekvenco in ritem, frekvenco dihanja in spO_2, stanje zavesti in motorike, telesno temperaturo, jakost bolečine, prisotnost slabosti in/ali bruhanja, po področni anesteziji tudi obseg in kvaliteto analgezije.

Ukrepi v prebujevalnici, po-operativno zdravljenje bolnikov
V prebujevalnici izvajamo vse potrebne ukrepe in zdravljenje v takojšnjem po-operativnem obdobju. Cilj je stabilizacija in optimizacija bolnikovega stanja oz. vitalnih parametrov (izhodiščne vrednosti vitalnih parametrov so vrednosti v pred- anestezijskem obdobju), zadostna analgezija in preprečevanje slabosti in bruhanja ter zadovoljivo okrevanje po anesteziji v ožjem po-operativnem obdobju.
Ves čas izvajamo neprekinjen nadzor na srčnim ritmom (EKG monitor) in spO_2, ter nadzorujemo vrednosti krvnega tlaka (prvih 15 minut na pet minut, nato na 15 minut v naslednji uri do dveh urah). Po potrebi uvedemo invazivno merjenje krvnega tlaka in dodatni monitoring glede na bolnikovo stanje. Bolnikom po anesteziji dodajamo kisik za doseganje zadovoljive saturacije (več kot 94%). Ocenjujemo stanje zavesti ter funkcionalno okrevanje bolnika po anesteziji in stanje dokumentiramo. Za oceno okrevanja po anesteziji velikokrat uporabljamo modificirano Aldrete lestvico, s katero ocenimo motorično aktivnost, respiratorno funkcijo, motoriko, stanje zavesti in saturacijo. Modificirana Aldrete lestvica dodatno vsebuje še oceno ran, bolečine, gibanja, hranjenja, izločanja urina (3).
V EPO nadaljujemo z dajanjem intravenskih tekočin, po potrebi oz. glede na laboratorijske izvide izbor tekočin prilagodimo. Nadzorujemo bilanco tekočin, diurezo ter iščemo znake in simptome morebitne kirurške krvavitve.

Intenzivno zdravimo po-operativno bolečino po predpisanem hišnem režimu: kombiniramo periferne in centralne analgetike, prav tako uporabljamo regionalne tehnike, ki so primerne za specifične bolnike.
Preprečujemo in zdravimo slabost in bruhanje s kombinacijo antiemetikov, ki delujejo preko različnih mehanizmov. Uporabljamo hišni protokol.
Uravnavamo telesno temperaturo ter preprečujemo in zdravimo podhlajenost.
Nadzorujemo sposobnost odvajanja urina.

ODPUST IZ PREBUJEVALNICE:

Kriteriji za odpust bolnika iz prebujevalnice na oddelek morajo zagotoviti varnost bolnika ob premestitvi, zadovoljivo obvladano bolečino in slabost/ bruhanje ter povrnitev izhodiščnih vitalnih parametrov (največ 20% odstopanje). Kriteriji za odpust iz prebujevalnice:

- Sposobnost zaščite dihalne poti.
- Primerna in stabilna respiratorna funkcija.
- Stabilni vitalni parametri (znotraj 20% odstopanj).
- Primerna prekrvavitev.
- Primerno stanje zavesti z dobro odzivnostjo bolnika.
- Orientacija bolnika v prostoru in času.
- Telesna temperatura >36 stopinj C.
- Zadovoljivo lajšanja bolečina.
- Vzpostavljena intravenska pot.
- Odsotnost distenzije mehurja, sposobnost uriniranja.
- Mirno operativno mesto, brez drenaž.
- Odsotnost kirurške krvavitve.

Vsa navodila za oddelčno zdravljenje morajo biti jasno zabeležena v dokumentaciji, odpustni list mora podpisati zdravnik.

Povzetek ASA standardov za pooperativni nadzor in zdravljenja bolnikov v prebujevalnici (4):

1. Vsi bolniki, ki so dobili anestezijo, morajo biti deležni primernega poanestezijskega nadzora.
2. Bolniki, ki se premeščajo v prebujevalnico, morajo biti med transportom pod nadzorom člana anestezijskega tima, ki pozna pacientovo stanje.
3. Ob predaji v prebujevalnico mora biti bolnikovo stanje ponovno ocenjeno s strani člana anestezijskega tima in ustno predano odgovorni anestezijski sestri v prebujevalnici. Stanje ob predaji se mora zabeležiti na predajni list.
4. Bolnikovo stanje se mora v prebujevalnici neprekinjeno nadzorovati.
5. Za odpust bolnika iz prebujevalnice na oddelek je odgovoren zdravnik.

VIRI

1. Strokovni in organizacijski standardi za izvajanje anesteziološke dejavnosti 2017.
2. Slovensko združenje za anesteziologijo in intenzivno medicino, Ministrstvo za zdravje RSK za anesteziologijo in reanimatologijo ter perioperativno intenzivno terapijo- PREDLOG.

3. Apfelbaum JL, Silverstein JH, Chung FF et al. Practice guidelines for postanestetic care: an update report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Postanestetic Care. Anesthesiology 2013; 118:291.
4. Aldrete JA. The post-anesthesia recovery score revisited. J Clin Anesth 1995; 7:89.
5. ASA Standars of postanesthesia care. Committee of Origin: Standards and Practice Parameters (Approved by the ASA House of Delegates on October 27, 2004, and last amended on October 23, 2019).

ZAPLETI V ZBUJEVALNICI

Vesna Sok

Uvod

Večino bolnikov, ki so prejeli splošno in/ali regionalno anestezijo, pooperativno spremljamo v enoti za oskrbo po anesteziji - zbujevalnici, ki zagotavlja standardizirano oceno pooperativnega okrevanja ter prepoznavanje, preprečevanje in zdravljenje pooperativnih neželenih dogodkov. Izjema so kritično bolni bolniki in tisti, ki so intubirani, ki lahko obidejo zbujevalnico in jih premestimo neposredno v enoti za intenzivno nego. Zdravstveni nadzor v zbujevalnici je običajno v pristojnosti anesteziološke službe.
Pravočasno prepoznavanje in obvladovanje težav, ki se pojavijo v neposrednem pooperativnem obdobju, je za bolnika ključnega pomena. Verjetnost, da se bo pri določenem bolniku pojavil določen zaplet, je povezana z naravo izvedenega operativnega posega, izbiro/izvedbo anestezijske tehnike, pridruženimi obolenji bolnika ter predoperativno oceno in optimizacijo stanja bolnika pred izvedbo posega.

Spremljanje bolnika v zbujevalnici

Predaja bolnika:
Za začetno predajo bolnika ekipi v zbujevalnico je željena uporaba standardiziranih postopkov, saj so številne študije ugotavljale, da kakovost predaje bolnika vpliva na tveganje za zaplete. Dokazali so tudi znatno variabilnost v količini in kakovosti informacij, ki se prenašajo med izvajalci oskrbe bolnika, pogosto z opuščanjem kritičnih informacij.
Predaja bolnika v zbujevalnico vključuje:

- anamneza pridruženih obolenj, redne terapije , alergij
- vrsta opravljenega kirurškega posega
- skupni odmerek, čas zadnjega odmerka opioidov, mišičnih relaksantov, antibiotikov
- skupna količina dodanih tekočin, vključno s koloidi in krvnimi pripravki
- kritične intraoperativne laboratorijske vrednosti, (vrednost hemoglobina, glukoze in kalija, testi strjevanja krvi)
- morebitne težave pri vzpostavitvi dihalnih poti
- neželjeni intraoperativni dogodki
- profilaktična zdravila za pooperativno slabost in bruhanje
- anamneza znanih zapletov v zbujevalnici pri predhodnih posegih
- načrt pooperativne analgezije

Začetna ocena in oskrba:
Ob prihodu bolnika v zbujevalnico ocenimo: prehodnost dihalnih poti, hitrost dihanja, periferna nasičenost krvi s kisikom (SpO2), srčni utrip (SU), krvni tlak (KT), elektrokardiogram (EKG), duševno stanje, telesno temperaturo, prisotnost bolečine, slabost ali bruhanje. S fizičnim pregledom ocenimo nevromišično funkcijo, kmalu po prihodu v zbujevalnico se oceni tudi stanje pooperativne hidracije (ocena diureze, izguba po redonih/drenih).

Z dodatkom kisika v vdihanem zraku se pri bolnikih, ki so prejeli sedacijo ali splošno anestezijo, izognemo hipoksemiji po posegu. Standardna oskrba vključuje tudi oceno in takojšnje zdravljenje pooperativne bolečine, slabosti ali bruhanja, temperaturnih nepravilnosti ter oceno kirurških ran ter iztekanja po drenažah.
Poleg standardnih ocen se pri bolnikih, ki so prejeli nevroksialni blok, oceni stopnja analgezije in postopno vračanje motorične in senzorične funkcije. Sum na zaplete nevroksialne blokade, zlasti spinalni epiduralni hematom, zahteva nujno nadaljnjo oceno in zdravljenje.

Nadaljnje spremljanje:
Po začetni oceni in stabilizaciji se SpO2, SU in EKG neprekinjeno spremljajo, medtem ko se prehodnost dihalnih poti, krvni tlak, duševno stanje, živčno - mišična funkcija in temperatura pogosto ponovno ocenjujejo. Vitalne znake običajno ocenimo vsakih pet minut v prvih 15 minutah, nato pa vsakih 15 minut.

Pooperativni zapleti v zbujevalnici

Na podlagi številnih retrospektivnih študij je bilo ugotovljena visoka stopnja zapletov v zbujevalnici, in sicer se zapleti pojavijo pri skoraj tretjini vseh bolnikov. Najpogostejšo težavo v zbujevalnici predstavlja pooperativna slabost in bruhanje (pri 10%, tudi do 30% brez ustrezne profilakse). Drugi zapleti vključujejo zgornje dihalne poti (7 %) ali srčno - žilni sistem (hipotenzija [2,7 %], motnje ritma [1,4 %], hipertenzija [1,1 %], ishemični srčni dogodki [0,6 %]).

1. Pooperativna slabost in bruhanje

Slabost in bruhanje pogosto otežujeta okrevanje po anesteziji. Bolniki ocenjujejo prisotnost pooperativne slabosti kot težje sprejemljivo od pooperativne bolečine. Običajno izzveni ali se zdravi brez posledic, vendar lahko podaljša okrevanje v zbujevalnici, povzroči dehiscenco rane, rupturo požiralnika, aspiracijo, dehidracijo, povečan intrakranialni tlak ali pnevmotoraks.

1.1. Patofiziologija:

Slabost in bruhanje se lahko sprožita z različnimi centralnimi in perifernimi mehanizmi. Pet glavnih receptorjev nevrotransmiterjev posreduje slabost in bruhanje: muskarinski M1, dopaminski D2, histaminski H1, 5-hidroksitriptamin (HT) -3 serotoninski in nevrokininski 1 (NK1). Vsi ti receptorji so lahko tarče za preprečevanje ali zdravljenje pooperativne slabosti.

- **Centralni mehanizmi** - slabost in bruhanje lahko sprožijo višji centri možganske skorje, ki komunicirajo z centrom za bruhanje v podaljšani hrbtenjači. V peri in pooperativnem obdobju so strah, bolečina, tesnoba ter stimulacija vestibularnega sistema osrednji dražljaji, ki lahko povzročijo slabost in bruhanje.
- **Periferni mehanizmi** - neposredna stimulacija želodca zaradi travme, krvi ali toksinov povzroči sproščanje snovi P in serotonina iz enterokromafinih celic, s čimer se aktivirajo receptorji 5-HT3 vagusa in splanhničnega živčevja. Aferentna vlakna le-teh se končajo v možganskem deblu, blizu ali znotraj aree postreme (imenovano tudi kemoreceptorsko sprožilno območje).
- **Zdravila in toksini** – natančni mehanizmi, s katerimi zdravila in toksini, vključno z anestetiki in opioidi, povzročajo slabost in bruhanje, so zapleteni in nepopolno razumljeni. Tako opioidi kot inhalacijski anestetiki lahko povzročijo slabost in

bruhanje s stimulacijo aree postreme, ki nato komunicira z centrom za bruhanje preko dopamina in serotonina in sproži refleks bruhanja.

-

1.2.Dejavniki tveganja:

Brez profilakse se slabost po anesteziji pojavi pri približno 30 odstotkih bolnikov. Tveganje za posameznega bolnika je zelo različno; pri visoko rizičnih bolnikih je lahko pojavnost tudi do 80 odstotkov. Incidenca je odvisna od bolnikovih dejavnikov, izbire anestetikov in vrste operacije:

- Dejavniki bolnika:
  - slabost in bruhanje pred operacijo
  - ženski spol –najbolj zanesljiv napovedni dejavnik
  - zgodovina pooperativne slabosti
  - nekadilci
  - starost < 50 let
  - predhodna slabost in bruhanje kot posledica kemoterapije
- Dejavniki vezani na anestezijo/ vrsto operativnega posega:
  - splošna anestezija je povezana z večjo incidenco pooperativne slabosti v primerjavi s povsem regionalno anestezijo
  - uporaba hlapnih anestetikov je pomemben dejavnik tveganja , predvsem v primerjavi s propofolom, ki ima antiemetične lastnosti
  - daljše trajanje anestezije, predvsem s hlapnimi anestetiki, lahko poveča tveganje: višji odmerki anestetikov, opioidov
  - perioperativna uporaba opioidov poveča incidenco pooperativne slabosti, v odvisnosti od odmerkov. Multimodalne perioperativne strategije obvladovanja bolečine z zmanjšano uporabo opioidov zmanjšujejo pojavnost pooperativne slabosti
  - večina laparoskopskih, ginekoloških posegov in posegov v abdominalni votlini je povezanih z zmerno povečanim tveganjem za pooperativno slabost

1.3. Ocena tveganja za pooperativno slabost in bruhanje pri odraslih:

Poenostavljena ocena tveganja je enostavna za uporabo in natančno napoveduje tveganje za pooperativno slabost pri odraslih bolnikih, na podlagi katerega lahko predvidimo preventivne ukrepe. Vključuje štiri zelo napovedne dejavnike tveganja:

- ženski spol
- nekadilci
- zgodovina slabosti pri predhodnih posegih
- pričakovana med in pooperativna uporaba opioidov

1.4. Preprečevanje in zdravljenje pooperativne slabosti in bruhanja:

Preventivni ukrepi so priporočeni pri vseh bolnikih, ki imajo dejavnike tveganja za pojav pooperativne slabosti. Priporočena je multimodalna profilaksa z antiemetiki različnih razredov zdravil in po možnosti prilagoditev anestezijske tehnike.

- **Zmanjšanje splošnih dejavnikov tveganja:**
  - prilagoditev anestezijske tehnike
  - zadovoljiva hidracija bolnika
  - intraavenozna aplikacija glukoznih raztopin
  - multimodalni pristop obravnave med in pooperativne bolečine

- **Uporaba antiemetikov:** uporabljajo se različni antiemetiki, z različnimi mehanizmi delovanja, med njimi izbiramo glede na profil stranskih učinkov ter osebne izkušnje:
  - absolutna učinkovitost antiemetika je odvisna od stopnje izhodiščnega tveganja, pri čemer imajo bolniki z visokim tveganjem več koristi kot bolniki z nizkim tveganjem
  - najpogosteje uporabljeni antiemetiki zmanjšujejo tveganje za pooperativno slabost za približno 25 %, učinki antiemetikov z različnim mehanizmom delovanja se seštevajo
  - vsi antiemetiki imajo stranske učinke, nekateri so resnejši od drugih (npr. glavobol, sedacija, podaljšanje intervala QT).

Najpogosteje uporabljeni antiemetiki:

- antagonisti serotoninskih receptorjev: ondasetron 4 mg i.v., granisetron 0,5-3 mg i.v.
- glukokortikoidi: deksametazon 4-8 mg i.v. po uvodu v anestezijo
- antiholinergiki: skopolamin transdermalni obliž (1,5mg) nekaj ur pred začetkom posega
- antidopaminergiki: droperidol 0.625 – 1,25 mg i.v., haloperidol 1mg i.v./i.m. pred koncem posega
- antihistaminiki: tietilperazin 6,5 mg i.v.
- metoklopramid: 10 mg i.v. (šibek antiemetični učinek)
- propofol: 0,5- 1mg/kg t.t. i.v.

- **Odrasli z ≥3 dejavniki tveganja** - pri bolnikih s tremi ali štirimi dejavniki tveganja je priporočena uporaba treh antiemetikov iz različnih razredov, priporočena je tudi prilagoditev anestezijske tehnike (npr. TIVA, regionalna anestezija):
  - skopolaminski obliž: aplikacija vsaj 2 uri pred posegom
  - deksametazon: 4-8 mg i.v. kmalu po uvodu v anestezijo
  - ondasetron : 4 mg i.v. pred koncem posega
  - kot nadomestek skopolaminskega obliža lahko uporabimo tudi tietilperazin 6,5 mg i.v. ali droperidol 0.625 – 1,25 mg i.v.
- **Odrasli z enim ali dvema dejavnikoma tveganja** - za bolnike z enim ali dvema faktorjema tveganja za pooperativno slabost (tudi bolniki, ki prejemajo inhalacijsko anestezijo ali TIVA, ki vključuje opioide), je priporočena uporaba dveh antiemetikov različnih razredov, lahko pa se odločimo tudi za spremembo anestezijske tehnike.
- **Odrasli brez dejavnikov tveganja**
  - Za odrasle brez predoperativnih dejavnikov tveganja za slabost, ki so prejeli inhalacijsko anestezijo ali TIVA, ki vključuje opioide, običajno dajemo deksametazon 4 do 8 mg i.v. po uvodu v anestezijo in/ali ondansetron 4 mg i.v. na koncu operacije.
  - Pri odraslih brez predoperativnih dejavnikov tveganja, ki prejemajo regionalno anestezijo ali TIVA s propofolom z minimalno intraoperativno ali pooperativno uporabo opioidov, antiemetična preventiva ni potrebna.

Kadar sta pooperativna slabost in/ali bruhanje v zbujevalnici izrazita kljub preventivnim ukrepom, nadaljnje zdravljenje vključuje antiemetik drugega razreda, kot je bil že dan, razen če je učinek prvega odmerka izzvenel ali pa je bil uporabljen potencialno neustrezen odmerek.

2. Pooperativni zapleti s strani dihal

Dihalni zapleti so najpogostejši v neposrednem pooperativnem obdobju in so drugi najpogostejši pooperativni zaplet, ki zahteva zdravljenje. Lahko so posledica sprememb v zgornjih dihalnih poteh, spodnjih dihalnih poteh ali parenhima pljuč, pa tudi nepravilnosti v

delovanju perifernih živcev in mišic, ki nadzorujejo dihanje. Ustrezno spremljanje, zgodnja diagnoza in pravočasno zdravljenje so ključnega pomena, saj je celo potencialno usoden zaplet s strani dihal običajno ozdravljiv .

2.1 Dejavniki tveganja

Intraoperativni dogodki, pomembni za bolnikovo pooperativno stanje dihal, vključujejo težave pri vzpostavitvi dihalne poti, izbiro mehanskega predihovanja, odmerke anestetikov ter količino dodanih tekočin. Bolnike z visokim tveganjem za razvoj dihalnih zapletov, ocenimo na podlagi dejavnikov tveganja:

- **Dejavniki tveganja, povezani z bolnikom** – znana KOPB, astma, obstruktivna apneja v spanju, debelost, srčno popuščanje, pljučna hipertenzija, okužba zgornjih dihal, kajenje in višji razred ASA.
- **Dejavniki tveganja, povezani s postopkom** - operacije blizu diafragme (operacija prsnega koša ali zgornjega dela trebuha); posegi v ušesu, nosu in grlu lahko povzročijo obstrukcijo zgornjih dihalnih poti; nevrokirurški postopki lahko povzročijo spremenjeno duševno stanje s posledično hipoventilacijo ali pljučno aspiracijo; hude bolečine, ki omejujejo dihalno funkcijo; trajanje posega> 3 ure; aplikacija velikih odmerkov medoperativnih tekočin.
- **Dejavniki tveganja , povezani z anestezijo** – bolniki po splošni anesteziji imajo večjo verjetnost pooperativnih dihalnih zapletov v primerjavi z bolniki, ki so prejeli regionalno anestezijo (uporaba opioidov, mišičnih relaksansov).

2.2 Začetna obravnava bolnikov:

Bolniki, pri katerih pride do pooperativnega poslabšanja dihalne funkcije, potrebujejo takojšnje ocene in zdravljenje, da bi se izognili morebitnim smrtnim zapletom.

- **Ocena znakov in simptomov:** klinične slike se razlikujejo zaradi različnih stanj, ki lahko povzročijo respiratorno poslabšanje v neposrednem pooperativnem obdobju:
  - tahipneja (hitrost dihanja> 30 vdihov/minuto), plitvo dihanje in/ali oteženo dihanje (uporaba dodatnih dihalnih mišic), kar kaže na povečano dihalno delo in neustrezno ventilacijo. Zastoj dihanja se pojavi, ko bolnik ne more vzdržati povečanega dihalnega napora.
  - bradipneja (hitrost dihanja <8 vdihov/minuto) ali obdobja apneje, ki kažejo na depresijo dihanja (običajno zaradi zdravil uporabljenih med splošno anestezijo)
  - SpO_2 <93% odstotkov kaže na hipoksemijo, to lahko spremlja modrikasto obarvanje kože in sluznic, cianoza se razvije šele, ko raven deoksihemoglobina doseže 5 g/dl, kar ustreza SpO_2 približno 67 %.
  - anksioznost, zmedenost ali vznemirjenost so lahko posledice hipoksemije in hiperkapnije, sčasoma se lahko pojavijo zaspanost, zamegljenost, mioklonus, epileptični napadi ali srčni zastoj.
  - tahikardija in hipertenzija sta lahko posledica stresnega odziva, huda hipoksemija in hiperkapnija z acidozo lahko povzročita hipotenzijo, bradikardijo ali maligne motnje ritma.
- **Klinični pregled:** preverjanje prehodnosti zgornjih dihalnih poti, prizadetosti spodnjih dihalnih poti, avskultatorna ocenjevanje pridruženih dihalnih zvokov, ocena stanja zavesti.
- **Plinska analiza arterijske krvi :** ugotovljanje prisotnosti in resnosti nepravilne izmenjave plinov (hipoksemija, hiperkapnija) in presnovnih nepravilnosti (acidoza).

- **Rentgenska slika prsnega koša:** lahko razkrije prisotnost pnevmotoraksa, pljučnega edema, atelektaze in pljučnice, tujka v dihalnih poteh.

2.3 Ukrepi in zdravljenje:

- **Dodatek kisika v vdihanem zraku:** kisik uvedemo že takoj med samo oceno možnih vzrokov in resnosti dihalne stiske. Kisik lahko dovajamo preko klasičnih obraznih mask, Ohio maske ali preko nosne kanile s pomočjo visoko- pretočnega sistema.
- **Podpora dihanju/ventilaciji:** ob odsotnosti ali nezadostnosti spontanega dihanja po potrebi prehodno uporabimo predihovalni balon. Z uporabo neinvazivne ventilacije (NIV) se lahko izognemo potrebi po intubaciji, zdravljenje z NIV začnemo zgodaj, dokler še niso prisotni znaki hude dihalne odpovedi. Te bolnike v zbujevalnici neprestano spremljamo, ob poslabšanju kliničnega stanja in plinske analize arterijske krvi, je potrebna endotrahealna intubacija in nadzorovano mehansko predihovanje. V zbujevalnici mora biti takoj na voljo vsa potrebna oprema in zdravila za intubacijo.
- **Aspiracija izločkov:** bolečina, vpliv anestetikov ali splošna izčrpanost omejujejo učinkovito kašljanje in izločanje izločkov dihalnih poti, zato lahko z aspiracijo preko ust ali nosu odstranimo izcedek iz sapnika in spodbudimo kašelj.

2.4 Zapora zgornjih dihalnih poti

Obstrukcija zgornjih dihalnih poti se lahko pojavi v žrelu, grlu ali velikih dihalnih poteh. Usmerjeno zdravljenje običajno potrdi diagnozo in stabilizira bolnika.

- **Oslabelost mišic žrela** –podaljšan učinek mišičnih relaksantov je najpogostejši vzrok obstrukcije zgornjih dihalnih poti v zbujevalnici, tudi če so bili uporabljena zdravila za prekinitev blokade živčno-mišičnega prenosa. Drugi dejavniki so učinki opioidov, hlapnih anestetikov ali drugih zdravil s sedativnimi lastnostmi. Oslabelost žrelnih povzroči, da se baza jezika in zadnja stena orofarinksa približata, kar ovira dovod zraka. Huda zapora zgornjih dihalnih poti povzroči padec SpO2, atelektazo in odpoved dihanja. To je bolj verjetno pri bolnikih z debelostjo, obstruktivno apnejo v spanju ali hipertrofijo nebnic in žrelnice.

  Enostavni manevri sprostitve dihalne poti so lahko učinkoviti, smiselna je uporaba ofaringealnih ali nazofaringealnih pripomočkov, dokler ne pride do popolnega okrevanja. Pri določenih bolnikih (apneja v spanju, debelost) je smiselna uporaba neinvazivne ventilacije (CPAP) preko obrazne maske, potreba po intubaciji je redka.
- **Laringospazem** - po ekstubaciji se lahko nenadoma pojavi pri bolniku, ki ni dovolj buden, da bi preprečil laringalni refleks kot odziv na draženje glasilk zaradi odstranitve dihalne cevke, izločkov, krvi ali tujka v zgornjih dihalnih poteh. Blagi laringospazem omogoča delne pretoke zraka in ga je težko razlikovati od drugih vzrokov obstrukcije zgornjih dihalnih poti. Popolni laringospazem pa preprečuje pretok zraka in lahko povzroči hudo hipoksemijo ali pljučni edem. Laringospazem je posledica dolgotrajnega zaprtja glasilk zaradi stimulacije zgornjega živca grla, ki povzroči tonično krčenje mišic grla in spust epiglotisa nad grlo.

  Enostavni manevri sprostitve dihalne poti niso učinkoviti. Potrebna je odstranitev škodljivega dražljaja (krvi ali izločkov) in predihovanje s pozitivnim tlakom preko obrazne maske hkrati z manevrom dviga čeljusti. Pritisk s konicami prstov na področje med mastoidnim odrastkom, ramusom spodnje čeljusti in dnom lobanje ("Larsonov manever"), je lahko učinkovit.

Če ti ukrepi niso uspešni, damo majhen odmerek sukcinilholina (0,1 mg/kg i.v.), da sprostimo glasilke, pri nekaterih bolnikih je potrebna nujna intubacija.

- **Edem dihalnih poti** - dejavniki tveganja vključujejo posege na dihalih ali predelu vratu, zmanjšano vensko drenažo zaradi podaljšanega položaja glave navzdol ter velike količine tekočin med posegom. Pri teh bolnikih lahko prisotni edemi obraza in beločnice, lahko pa so zunanji znaki odsotni. Tudi pri bolnikih, ki so imeli večkratne poskuse intubacije, se lahko razvije edem žrela ali grla.
  Bolnikom z blagimi do zmernimi simptomi otekline dihalnih poti dvignemo vzglavje, da olajšamo venski odtok, dodamo glukokortikoide in ob tekočinski preobremenitvi diuretik, z zdravljenjem z neprekinjenim dajanjem adrenalina v inhalacijah se lahko izognemo potrebi po intubaciji. Če simptomatski edem grla ne preneha ali se klinično stanje poslabša, je potrebna intubacija.
- **Tujek v dihalnih poteh** - aspiracija tujka lahko povzroči hudo zaporo dihalnih poti, največkrat je posledica prisotnosti kirurškega materiala ali zobovja v zgornjih dihalih. Z neposredno laringoskopija lahko pogosto prepoznamo in odstranimo tujek, lahko si pomagamo z rigidno ali fiberoptično bronhoskopijo, ob tem bolnik prejme lokalno anestezijo in/ali sedacijo, da ohranimo spontano dihanje in se izognemo pretvorbi delne ovire v popolno. Če pride do popolne zapore dihalnih poti, je potrebna nujna krikotirotomija ali traheotomija.
  Po odstranitvi tujega telesa bolnika opazujemo zaradi možnosti pojava edema dihalnih poti ali poslabšanja dihalne funkcije.
- **Paraliza glasilk** - paraliza glasilk zaradi enostranske ali obojestranske poškodbe povratnega laringealnega živca se lahko pojavi po otolaringološki operaciji, tiroidektomiji, paratiroidektomiji ali togi bronhoskopiji . Poškodba živca preprečuje odmik ipsilateralne glasilke, ki se fiksira v paramedialnem položaju. Tudi avulzija aritenoidov med intubacijo lahko povzroči enostransko nepremičnost glasilk. Paraliza glasilk zaradi teh razlogov običajno spontano okreva v obdobju nekaj dni do mesecev.
  V neposrednem pooperativnem obdobju je enostranska paraliza pogosto asimptomatska, hripavost se običajno opazi takoj po ekstubaciji. Težave se lahko pojavijo pri bolnikih z že obstoječo pljučno komorbidnostjo.
  Obojestranska poškodba živca se lahko izrazi na enak način kot laringospazem. Diagnostična laringoskopija razkrije, da so glasilke nameščene v srednji liniji. Poskus intubacije je travmatičen in pogosto neuspešen, nujna traheostomija je ustrezen hitri ukrep.
- **Hematom vratu** - lahko se pojavi po karotidni endarterektomiji, tiroidektomiji, paratiroidektomiji , po operaciji sprednje vratne hrbtenice. Večinoma je zdravljenje konzervativno, vendar bolnika pozorno spremljamo. Hitro rastoči hematom lahko povzroči supraglotični edem ali neposredno stisne lumen sapnika, kar povzroči potrebo po nujni oskrbi dihalne poti in ponovni operaciji.
  Ponovna intubacija je lahko težavna zaradi izrazitega odmika sapnika, edema grla in majhnega lumna sapnika. Redko popolna obstrukcija dihalnih poti zahteva nujno krikotirotomijo ali traheostomijo.

2.5 Zapora spodnjih dihalnih poti:

Zapleti v spodnjih dihalnih poteh ali pljučih se odražajo kot povečan dihalni napor z desaturacijo periferne arterijske krvi, hipoksemijo ali hiperkapnijo, kar potrdimo s plinsko analizo arterijske krvi.

- **Bronhospazem** - se lahko pojavi pri bolnikih s kronično obstruktivno pljučno boleznijo (KOPB), astmo ali je posledica aspiracije ali alergijske reakcije. Obvladovanje bronhospazma v zbujevalnici je enako zdravljenju v operacijski dvorani. Začetno zdravljenje vključuje dajanje 100 -odstotnega kisika v vdihanem zraku ter aplikacijo kratko delujočih agonistov adrenergičnih beta$_2$ receptorjev (salbutamol), lahko v kombinaciji z antiholinergikom (ipratropijev bromid), preko razpršilca ali inhalatorja. Hujši bronhospazem zahteva nadaljnje ukrepanje:
  - adrenalin - daje se intravensko v bolusu od 10 do 50 mcg
  - magnezijev sulfat – odmerek do 2 g i.v. v 20 minutah
  - glukokortikoidi - visoki odmerki glukokortikoidov (hidrokortizon 100 mg i.v., metilprednizolon 60 mg i.v., deksametazon 8 mg i.v.) imajo odložen učinek jih moramo kombinirati s hitro delujočimi zdravili.

  Ob hujši obliki bronhospazma v zbujevalnici si lahko prehodno pomagamo z neinvazivnimi oblikami ventilacije, ob vztrajanju ali poslabšanju klinične slike se lahko pojavi potreba po ponovni intubaciji.
- **Pljučni edem** – lahko je kardiogen ali nekardiogen
  - kardiogeni pljučni edem - se lahko pojavi pri bolnikih s kroničnim srčnim popuščanjem ali pri preobremenitev s tekočino med posegom, zdravimo ga z dajanjem intravenskih diuretikov.
  - nekardiogeni pljučni edem - se lahko pojavi pri sicer zdravem pacientu zaradi zapore dihalnih poti med laringospazmom, zapore žrela, redko nastane zaradi uporabe naloksona. Zdravljenje je podporno z dodatkom O_2 v vdihanem zraku in po potrebi z diuretiki.
- **Aspiracija želodčne vsebine** – redko se lahko aspiracija pojavi v neposrednem pooperativnem obdobju. Zdravljenje poteka z namestitvijo bolnika v bočni položaj, s sesanjem izločkov iz dihalnih poti. Bolniki brez znakov ali simptomov poslabšanja dihalne funkcije v dveh urah po aspiraciji verjetno ne bodo razvili zapletov.
- **Tenzijski pnevmotoraks** – nanj posumimo pri bolnikih z bolečino v prsih, dispnejo, tahipnejo, hipoksemijo, hipotenzijo, razširjenimi vratnimi žilami, pomikom sapnika ali dejavniki tveganja (vstavitev centralnega venskega kanala, operacija na vratu ali prsnem košu). Če je oprema in osebje takoj na voljo, se vstavi drenažna cevka, v nasprotnem primeru je potrebna nujna igelna torakocenteza.

3 Anafilaktična reakcija

Anafilaksa je akutni, potencialno smrtonosni, večorganski zaplet, ki je skoraj vedno posledica nenadnega sproščanja posrednikov vnetja iz mastocitov in bazofilcev v krvni obtok. V aktivacijo mastocitov in bazofilcev vodijo različni mehanizmi (imunološki in neimunološki), začetno zdravljenje teh reakcij je enako, ne glede na sprožilec ali mehanizem, klinična slika reakcij pa je lahko podobna.

Glavne povzročitelje peri in/ali pooperativne anafilaksije lahko razdelimo v dve skupini:

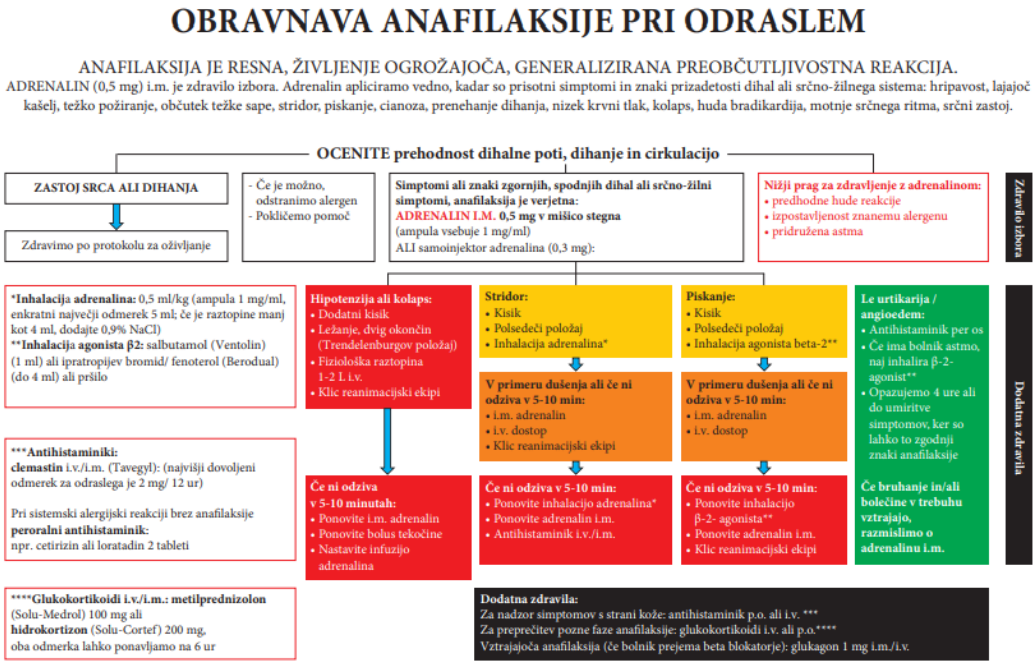
- **Pogosti vzroki:**
  - antibiotiki (12-15% reakcij): zlasti penicilini in cefalosporini, vankomicin
  - mišični relaksanti (50-70% reakcij): najpogosteje rokuronij in sukcinilholin

- klorheksidin
- sugammadex

- **Redki vzroki (<15% reakcij):**
  - koloidi in plazemski ekspanderji
  - anestetiki (najpogosteje barbiturati) in opioidi
  - lateks, radiokontrastna sredstva, povidon
  - transfuzija krvnih derivatov
  - nesteroidna protivnetna zdravila
  - streptokinaza ali urokinaza
  - inzulin
  - lokalni anestetiki
  - heparin in drugi antikoagulantna zdravila
- **Dejavniki tveganja:**
  - bolniki z astmo: so izpostavljeni večjemu tveganju za hudo obliko anafilaksije in imajo večje tveganje za perioperativno anafilaksijo
  - ženski spol
  - predhodne reakcije na določeno zdravilo
  - bolniki z več preteklimi posegi so lahko izpostavljeni povečanemu tveganju za alergijo na lateks in mišične relaksante
  - bolniki z motnjami v delovanju mastocitov, vključno z idiopatskim sindromom aktivacije mastocitov, monoklonsko motnjo aktivacije mastocitov in sistemsko mastocitozo
- **Klinična slika:** običajno se razvije v nekaj minutah do približno 20 minut po intravenskem dajanju povzročitelja, simptomi se lahko pojavijo kasneje, če je bil sprožilec dan peroralno, intramuskularno ali je prišel v stik s kožo ali tkivi:
  - hipotenzija je pogosta, prepoznavanje hipotenzije, ki je del anafilaksije, je lahko zapleteno tudi zaradi vplivov predhodnjega kirurškega posega in anestezije
  - bronhospazem
  - hitro razvijajoči se edem grla z stridorjem
  - tahikardija je klasičen kardiovaskularni znak anafilaksije, bradikardija se lahko pojavi, če bolnik postane hipoksemičen
- **Zdravljenje:**

Ob razvoju hude oblike anafilaksije zdravljenje temelji na kardiopulmonalnem oživljanju, z dodajanjem ustreznih zdravil in tekočin. Manj hudo obliko anafilaktične reakcije obravnavamo glede na izraženo klinično sliko (slika 1), pri vseh bolnikih izvajamo neprekinjen nadzor vitalnih funkcij.

V vzorcu krvi, zbranem v času reakcije (do 2 uri po pojavu simptomov), lahko opažamo zvišanje triptaze (> 11,4 ng/ml) , ki jo skoraj izključno izločajo mastociti in bazofili. Sproščanje triptaze lahko pomaga razlikovati anafilaksijo od drugih pooperativnih dogodkov, kot je kardiogeni šok. Povečanje skupne triptaze v serumu za 20 odstotkov + 2 ng/ml velja kot dokaz aktivacije mastocitov. Izhodiščno vrednost serumska triptaze pridobimo nekaj dni po reakciji, saj se triptaza hitro izloči iz krvnega obtoka.



Slika 1: Algoritem obravnave anafilaksije pri odraslem

4 Srčno- žilni pooperativni zapleti

Motnje v delovanju srca in obtočil po posegu vključujejo hipotenzijo, hipertenzijo in/ali srčne motnje ritma in predstavljajo tretji najpogostejši zaplet v zbujevalnici.

4.1 Dejavniki tveganja:

- Predoperativni dejavniki:
  - obstoječe srčno –žilne bolezni (ishemična srčna bolezen, kronična hipertenzija, kongestivno srčno popuščanje, ledvična odpoved, motnje ritma, periferna žilna bolezen)
  - nedavna možganska kap
  - nedavna vstavitev opornic koronarnih arterij
  - akutna travma (zlom kolka)
  - nujnost posega
- **Medoperativni dejavniki:**
  - invazivnost kirurškega posega
  - perioperativni stres (izguba krvi, premiki tekočin, sepsa, bolečina, podhladitev, hipotenzija)
  - učinki anestezijske tehnike
- **Pooperativni dejavniki:**
  - vztrajajoča krvavitev in/ali hipovolemija
  - hipoksemija
  - bolečina

4.2 Hipotenzija:

Hipotenzija je lahko absolutna (sistolni krvni tlak <90 mmHg ali srednji arterijski tlak <65 mmHg) ali relativna (znižanje sistolnega krvnega tlaka >20 % od izhodišča). Začetno zdravljenje hipotenzije v zbujevalnici temelji na odkrivanju in zdravljenju glavnih vzrokov:

- **Hipovolemija** – se lahko razvije pri bolnikih po večjih kirurških posegih zaradi velikih premikov tekočin ali pomembne krvavitve, ki ni bila ustrezno zdravljena med posegom. Drugi dejavniki, ki lahko prispevajo k hipovolemiji v pooperativnem obdobju, so dolgotrajna predoperativna teščost in ali izguba tekočin (bruhanje, driska), obsežna diureza, pooperativne izgube tekočine iz prebavil in kože ali neprepoznana krvavitev. Enkratna vrednost Hb morda ne odraža natančno izgube krvi med ali takoj po epizodi akutne krvavitve, zaradi tega so serijske meritve Hb bolj uporabne kot ena sama vrednost.
  Zdravljenje hipovolemije:
  - 250 do 500 ml intravenski bolusi uravnoteženih kristaloidnih tekočin s ponovnim ocenjevanjem krvnega tlaka po vsakem bolusu
  - transfuzija koncentriranih eritrocitov, ko je dosežen prag za transfuzijo (Hb <7 do 8 g/dL, razen pri bolnikih z znanim akutnim koronarnim sindromom ali znaki ishemije miokarda pri višjem pragu (Hb <9 g/dl)
  - vazopresorji/inotropna zdravila (fenilefrin od 50 do 100 mcg i.v. ali efedrin 5- do 10 mg i.v.)

- **Vpliv zdravil**
  - Antihipertenzivi - lahko povzročijo hipotenzijo v intraoperativnem in/ali pooperativnem obdobju, zlasti pri bolnikih, ki so predoperativno jemali zaviralce angiotenzinske konvertaze ali zaviralce receptorjev angiotenzina II. Zdravljenje vključuje dodajanje tekočin in/ali dajanje vazopresorjev/inotropnih zdravil, redko je potrebna uporaba vazopresina za zdravljenje hude vazoplegije, neodzivne na druga zdravila.
  - Zdravila, uporabljena med anestezijo – preostali učinki anestetikov ali prekomerni odmerki opioidov lahko povzročijo hipotenzijo, zlasti pri bolnikih brez pooperativne bolečine. Zdravljenje vključuje dodajanje tekočin in/ali dajanje vazopresorjev/inotropnih zdravil, po potrebi uporabimo specifične antidote za uporabljena zdravila.

- **Simpatektomija zaradi nevroksialnega bloka**

Simpatektomija zaradi visokega nevraksialnega bloka lahko povzroči hipotenzijo, zlasti če je senzorični blok nad nivojem T4. Bolniki z že obstoječo hipertenzijo so lahko bolj ogroženi. Hipotenzija zdravimo z vazopresorji/inotropnimi zdravili, če sumimo na hipovolemijo, dodamo tekočine.
Določena stanja lahko povzročijo hudo hipotenzijo in/ali odpoved srčno-žilnega sistema, ki zahteva takojšnje ukrepanje:

- hemoragični in/ali nehemoragični hipovolemični šok
- septični šok
- anafilaktični šok
- kardiogeni šok
- sistemska toksičnost lokalnih anestetikov
- tenzijski pnevmotoraks
- pljučna embolija

4.3 Hipertenzija

Hipertenzijo v zbujevalnici običajno zdravimo, če je sistolični krvni tlak > 180 mmHg ali diastolični krvni tlak> 110 mmHg, zlasti če hipertenzija po zdravljenju domnevnega vzroka ne

preneha. Pomemben je podatek o bolnikovem predoperativnem izhodiščnem krvnem tlaku, redni antihipertenzivni terapiji ter času zadnjih odmerkov antihipertenzivnih zdravil.
Začetno zdravljenje v zbujevalnici temelji na prepoznavanju in zdravljenju potencialnih vzrokov ter uporabi bolusnih odmerkih hitro delujočih intravenskih zdravil, kot so:

- Urapidil: 2,5 -5 mg
- Labetalol: 5 - 25 mg
- Metoprolol: 1- 5 mg
- Hidralazin: 5- 10 mg

Osnovni vzroki pooperativne hipertenzije so:

- **Predoperativna hipertenzija**

Nediagnosticirana ali slabo nadzorovana že obstoječa hipertenzija je najpogostejši vzrok pooperativne hipertenzije, zlasti pri bolnikih z nerednim jemanjem ustrezne terapije. Zaviralci adrenergičnih receptorjev beta in simpatikolitiki s centralnim delovanjem (klonidin, metildopa) so povezani s hudimi akutnimi odtegnitvenimi sindromi in pooperativnimi hipertenzivnimi dogodki.

- **Neugodni dražljaji**

Povzročijo lahko izrazito simpatično stimulacijo, ki povzroči hipertenzijo in tahikardijo v zbujevalnici. Hipertenzija in/ali tahikardija običajno izzvenita z ustreznim zdravljenjem primarne težave:

- bolečina
- slabost in/ali bruhanje
- hipoksija in/ali hiperkapnija
- delirij in vznemirjenost
- hipotermija s tresenjem
- poln sečni mehur

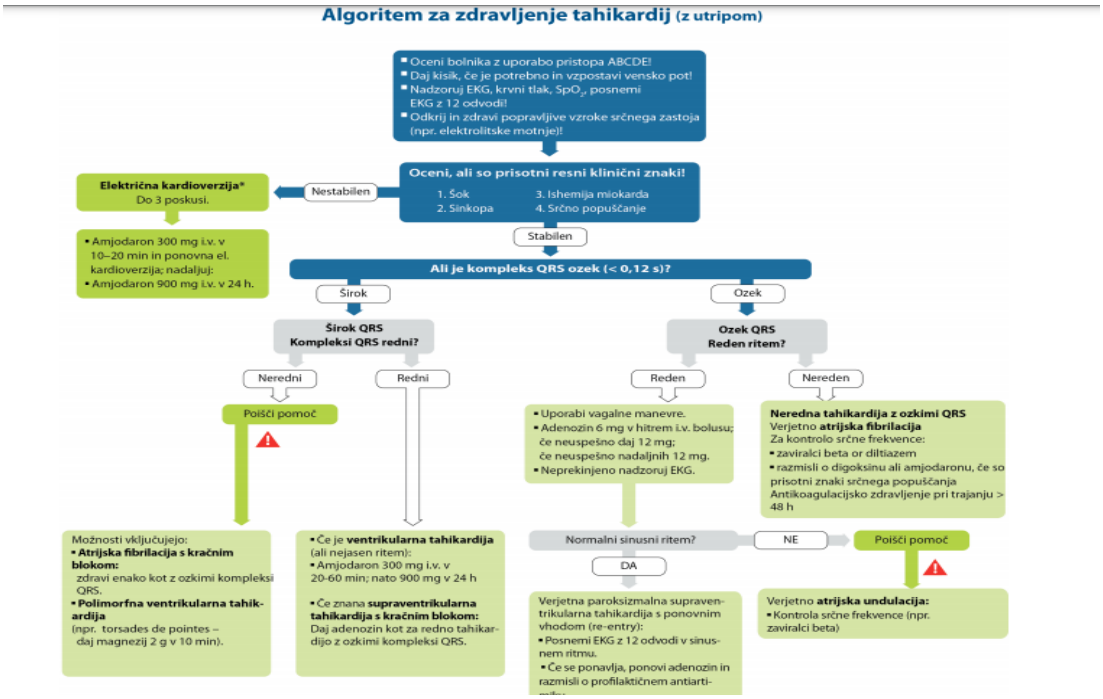
- **Hipervolemija**

Verjetnejša je pri bolnikih, ki pred posegom niso prejeli rednega odmerka diuretika, ob medoperativni uporabi velike količine izpiralnih tekočin ali ob prekomerni hidraciji med posegom.
Zdravljenje pričnemo z intravenskim diuretikom (furosemid 20 do 40 mg) ali z vazodilatatorno terapijo, če je hipervolemična hipertenzija huda ali povezana z akutnim srčnim popuščanjem.

- **Vpliv zdravil**
  - odtegnitev od alkohola
  - odtegnitev od opioidov
  - nedavna uporaba kokaina, amfetamina, LSD lahko povzročajo hiperadrenergično stanje. Za nadzor hipertenzije lahko uporabimo vazodilatatorje, po dajanju katerega koli simpatikomimetičnega sredstva (urapidil) tem bolnikom, se lahko pojavi pretiran hud hipertenzivni odziv ali življenjsko nevarne motnje ritma.

4.4 Motnje ritma

Akutno zdravljenje pooperativnih motenj ritma v zbujevalnici se večinoma ne razlikuje od klasične obravnave teh motenj pri bolnikih (slika 2). Večina teh aritmij je prehodnih in klinično nepomembnih. Če ne prenehajo, je treba čim prej ugotoviti in zdraviti vzroke (hipoksemijo, hipoventilacijo, acidemijo, anemijo, motnje elektrolitov). Pri bolniku z že obstoječo srčno - žilno boleznijo lahko pojav nove aritmije kaže na ishemijo miokarda.



Slika 2: Algoritem zdravljenja tahikardij s prisotnim pulzom

Najpogostejše motnje ritma v zbujevalnici:

- **Sinusna tahikardija**- je relativno pogosta v zbujevalnici, ob zdravljenju osnovnega vzroka se ponavadi vzpostavi normalen srčni utrip. Najverjetnejši možni vzroki vključujejo:
  - bolečina - običajno je prisotna tudi hipertenzija
  - hipovolemija - običajno je prisotna tudi hipotenzija
  - anemija
  - hipoksemija, hiperkarbija, sepsa, zvišana telesna temperatura, ishemija miokarda, pljučna embolija, hipertiroidizem in maligna hipertermija
- **Atrijska fibrilacija(AF)** - je lahko kronična ali se pojavi nenadoma med operacijo ali kmalu po njej. Bolniki s predoperativno anamnezo AF imajo večje tveganje za nastanek pooperativnih kardiovaskularnih zapletov. Pogosti dejavniki tveganja za nastanek AF vključujejo:
  - že obstoječa AF ali ishemična srčna bolezen
  - povečana simpatična aktivnost zaradi stresa, hipoksije, bolečine, akutne anemije
  - posegi v bližini srca

  Zdravljenje je odvisno od hemodinamske stabilnost bolnika:
  - <u>Hemodinamsko nestabilni bolniki z AF (≥120 utripov na minuto)</u>: potrebna je takojšnja sinhronizirana kardioverzija.
  - <u>Hemodinamsko stabilni bolniki z AF (≥120 utripov na minuto)</u>: zdravljenje pričnemo z zaviralcem beta receptorjev ali zaviralcem kalcijevih kanalov, namesto s takojšnjo kardioverzijo, saj pri bolnikih s kronično AF obstaja tveganje za nastanek trombov v levem atriju, ki se lahko embolizirajo med ali po kardioverziji.
  - <u>AF s frekvenco <120/minuto</u>: ti bolniki so pogosto hemodinamsko stabilni, pri tistih, ki jim grozi razvoj ishemije miokarda ali hemodinamske nestabilnosti, je potrebna farmakološka kontrola srčne frekvence:
    - zaviralci adrenergičnih receptorjev beta (bolusni odmerki esmolola 10 do 25 mg i.v. ali metoprolola 1 do 5 mg i.v.)

- amiodaron se običajno uporablja za vzdrževanje sinusnega ritma po kardioverziji ali za upočasnitev srčne frekvence pri bolnikih, kjer vztraja AF

- **Bradikardija:**
  - Blaga sinusna bradikardija (40 do 60 utripov/minuto) pri asimptomatskem bolniku, ki ni povezana z večjimi spremembami krvnega tlaka, ne zahteva zdravljenja in je relativno pogosta v zbujevalnici.
  - Zmerno bradikardijo pri bolniku z blagimi simptomi lahko zdravimo z intravenskim glikopirolatom (0,2 mg do 1 mg) in/ali efedrinom v korakih po 5 do 10 mg.
  - Hudo bradikardijo (<40 utripov/ minuto) pri bolniku, ki je simptomatski (spremenjeno duševno stanje, hipotenzija) zdravimo z intravenskim atropinom (0,5 mg), odmerek lahko ponovimo vsake tri do pet minut do skupnega odmerka 3 mg.

  Osnovni vzroki bradikardije v zbujevalnici:
  - zdravila - negativna kronotropna zdravila, antiholinesterazna zdravila, veliki bolusni odmerki opioida, refleksni odziv na hipertenzijo po velikem odmerku vazokonstriktorjev
  - nevraksialna anestezija – blokada na nivoju T1 do T4
  - visceralna distenzija črevesja ali mehurja lahko sproži vagalni refleks, ki povzroči sinusno bradikardijo
  - motnje dihalne funkcije - hipoksemija lahko povzroči bradikardijo
  - miokardna ishemija - pri 15 do 25 odstotkih bolnikov z akutnim miokardnim infarktom se pojavi bradikardija

4.5 Ishemija miokarda

Preprečevanje, zgodnje prepoznavanje in takojšnje zdravljenje miokardnih poškodb po nesrčni operaciji so ključnega pomena. Ti bolniki so običajno asimptomatski, vendar pooperativna ishemija miokarda predstavlja vodilni vzrok pooperativne smrti, približno 40 odstotkov ishemičnih srčnih dogodkov se pojavi na dan operacije. Pri bolnikih z visokim tveganjem posnamemo 12-odvodni EKG in določimo vrednosti troponina. Pri vseh bolnikih s simptomi ali znaki ishemije miokarda se posvetujemo s kardiologom, saj so v primeru razvoja akutnega koronarnega sindroma lahko potrebni nujni posegi.

Zlasti huda in dolgotrajna hipotenzija, akutna pooperativna bolečina v prsnem košu in tahikardija so lahko povezani z ishemijo miokarda. Optimalno oskrbo srčne mišice s kisikom in minimalno potrebo po O2 dosežemo z vzdrževanjem normalnega krvnega tlaka in srčnega utripa, euvolemijo in normotermijo.

5 Nevropsihiatrični zapleti

5.1 Zakasnelo zbujanje iz anestezije

Neustrezno zbujanje po splošni anesteziji je opredeljeno kot nezmožnost vrnitve v zavestno stanje z ustreznimi zaščitnimi refleksi v 60 minutah po zadnji uporabi katerega koli opioida ali anestetika. V večini primerov so ta stanja začasna in postopoma izzvenijo, ko se anestetiki presnovijo in izločijo. Redko je vzrok resno zdravstveno ali nevrološko stanje, ki zahteva nujno posredovanje. Najpogostejši vzroki upočasnjenega zbujanja so:

- **podaljšan učinek zdravil -** lahko povzroči hipoventilacijo, hipoksemijo in/ali hiperkapnijo. Oceniti je treba skupne odmerke in čas zadnjega odmerka vseh zdravil med anestezijo, pomislimo tudi na napake pri odmerjanju. Povečanje učinkov na CŽS se lahko pojavi tudi zaradi interakcij anestetikov z rednimi zdravili, prehranskimi dodatki ali alkoholom. Pri bolnikih z ledvično ali jetrno okvaro se zaradi zmanjšane presnove zdravil in očistka podaljša

trajanje delovanja večine intravenskih anestetikov, hipotermija lahko upočasni presnovo in izločanje teh zdravil. Spremenjena farmakodinamika in farmakokinetika podaljšata učinke anestetikov na CŽS pri starostnikih. Zdravljenje izberemo glede na osnovni vzrok:

- opioidi - nizki odmerki naloksona i.v. (40 do 80 mcg) dokler se bolnik ne odzove, v redkih primerih je za zdravljenje ponavljajoče se dihalne depresije potrebna neprekinjena infuzija naloksona z natančno titracijo hitrosti
- benzodiazepini – učinki so sinergistični z drugimi anestetiki in opioidi, povezani so z visokim tveganjem za nemir razdražljivost in agresivnost med prebujanjem iz anestezije. Odmerek antidota flumazenila za odrasle je 0,2 mg i.v. v 30 sekundah, s ponavljajočimi odmerki za dosego želenega učinka (do odmerka 1 mg)
- mišični relaksanti – kot antidot uporabimo neostigmin (do skupno5 mg), v kombinaciji z antiholinergikom ali sugamadeks (2 mg/kg i.v.); če mišična oslabelost vztraja je potrebno začasno nadzorovano mehansko predihovanje

- **hipoksemija/ hiperkapnija**
- **temperaturne in presnovne motnje -** hipotermija, hipertermija ali presnovne motnje (hipo/hiperglikemija) lahko povzročijo semnolentno stanje
- **nevrološke motnje** - so pogostejše pri bolnikih po nevrokirurških posegih (znotrajlobanjski žilni posegi, resekcija tumorja, evakuacija hematoma, travma), v oceno stanja vključimo kirurga, da se izključijo možni kirurški zapleti. Pogosto je potrebna nadaljnja obravnava in slikovna diagnostika (CT), da se oceni možnost akutnega intrakranialnega dogodka:
  - akutna medoperativna možganska ishemija
  - epileptični krči
  - ishemična encefalopatija
  - povišan znotrajlobanjski pritisk
  - hipoperfuzijski sindrom
  - zračna embolija

5.2 Pooperativni delirij

Med zbujanjem iz splošne anestezije je običajno kratko obdobje vznemirjenosti, ki se kaže kot razdraženost, jok, nemir in duševna zmedenost. Možni vzroki za nastanek delirija so podobni vzrokom zakasnelega zbujanja iz anestezije, zato je pomembna prepoznava in obravnava teh stanj. Po zdravljenju reverzibilnih vzrokov se lahko daje majhen odmerek haloperidola intramuskularno (0,5 do 2 mg), ki se lahko ponovi (do približno 5 mg skupnega odmerka).

5.3 Spinalni epiduralni hematom

Je izredno redek zaplet nevroaksialne anestezije, največje tveganje je pri bolnikih, ki so prejemali zdravila, ki vplivajo na strjevanje krvi (antikoagulantna ali antiagregacijska zdravila). Pri posegih, kje se nevroaksialna anestezija izvaja tik pred uvodom v anestezijo, se prisotnost epiduralnega hematoma ne bo pokazala, dokler učinki anestetikov in pomirjeval ne izzvenijo. Najpogostejši nevrološki simptomi so progresivni motorični blok, senzorični blok ali moteno delovanje črevesja in mehurja. Je zaplet, ki zahteva nujno diagnostiko (CT, MRI) in zdravljenje, saj je nevrološko okrevanje verjetnejše, če pride do dekompresije v osmih urah po pojavu simptomov.

6 Motnje vida

Odrgnina roženice je najpogostejši vzrok za bolečine v očeh z motnjami vida ali brez njih v pooperativnem obdobju. Običajno se bolnik pritožuje zaradi občutka tujka v prizadetem

očesu. Čeprav redko, se lahko bolnik zbudi iz anestezije z delno ali popolno izgubo vida, med vzroki, ki zahtevajo takojšnje zdravljenje, so ishemična optična nevropatija, zapora mrežnične arterije, akutni glavkom z zaprtim kotom, retrobulbarni hematom.

7 Pooperativne temperaturne spremembe

Pooperativne temperaturne motnje so pogoste, zato je treba temperaturo izmeriti takoj ob prihodu v zbujevalnico.

7.1 Hipotermija

Pri skoraj vseh kirurških bolnikih po splošni ali nevroksialni anesteziji, ki med posegom niso bili ogrevani, pride do pojava hipotermija, tudi v pooperativnem obdobju. Tudi pri bolnikih, ki se bili ogrevani, se zaradi prerazporeditve krvnega obtoka sprva razvije prehodna hipotermija jedra v prvi uri posega, nadaljnja znižanja telesne temperature so odvisna od temperature okolice, obsega/dolžine operacije in značilnosti bolnika.

Neželeni učinki hipotermije vključujejo motnje strjevanja krvi, povzroča drgetanje in/ali občutek nelagodja. Hipotermija povzroči tudi simpatično stimulacijo s hipertenzijo in/ali tahikardijo, ki povzroči povečano porabo kisika v miokardu, zlasti z drgetanjem. Pri bolnikih z ishemično boleznijo srca lahko ti učinki povzročijo ishemijo miokarda in motnje ritma.

Znižanje telesne temperature že za 2 ° C upočasni presnovo anestetikov in mišičnih relaksantov. Bolnika segrevamo s pomočjo ogretih tekočin ter s pripomočki, ki aktivno ali pasivno segrejejo površino kože, najpomembnejše pa je ustrezno medoperativno ogrevanje bolnika.

7.2 Hipertermija

Dejavniki, ki povzročajo hipertermijo v operacijski dvorani, lahko vztrajajo v pooperativnem obdobju. Pooperativna zvišana telesna temperatura je opredeljena kot centralna telesna temperatura ≥ 38,5 ° C, ki povzroči hipermetabolično stanje s povišano dihalno in srčno frekvenco, kar lahko povzroči drgetanje in/ali poslabšanje miokardne ishemije.

Običajno se zvišana telesna temperatura zdravi s paracetamolom, odmerek za odrasle znaša 500 d0 1000 mg peroralno ali intravensko na štiri do šest ur (do skupnega odmerka 4g). Uporaba je kontraindicirana pri bolnikih s hudo okvaro jeter.

7. 3 Drgetanje

Ta ritmična neprostovoljna mišična aktivnost po posegu je pogosta pri hipotermičnih bolnikih, lahko se pojavi tudi pri bolnikih z vročino. Poslabšajo jo hlapni anestetiki, povzroča precejšnje nelagodje pri budnih pooperativnih bolnikih.

Zdravimo ga lahko z agonist alfa2 (klonidin 150 mcg ali deksmedetomidin 0,5 mcg/kg t.t i.v.), s spremljanjem stranskih učinkov bradikardije in/ali hipotenzije. Tudi perioperativno dajanje paracetamola naj bi zmanjšalo pojavnost pooperativnega tresenja.

8 Motnje v odvajanju urina

Pooperativna retenca urina je pogosta po anesteziji, incidenca se se giblje od 5 do 70 odstotkov. Običajno je motnja prehodna, pri nekaterih bolnikih pa se lahko podaljša.

Dejavniki tveganja so odvisni od bolnika, vrste in trajanja poseg in vrste anestezije.

- **dejavniki bolnika** - starost, moški spol, zgodovina že obstoječega zadrževanja urina, nevrološke bolezni (cerebralna paraliza, nevropatija, multipla skleroza) ali predhodna operacija medenice

- **dejavniki operativnega posega** - anorektalna kirurgija, artroplastika sklepov, operacija kile ali inkontinence
- **vplivi anestezije** -prekomerno dajanje tekočine, zdravila (opioidi, antiholinergiki, zaviralci adrenergičnih receptorjev beta, simpatomimetiki), podaljšano trajanje anestezije in vrsta anestezije (nevraksialna anestezija).

Pri bolniki brez vstavljenega urinskega katetra, ki v zbujevalnici tožijo zaradi neugodja v spodnjem delu trebuha, s fizičnim pregledom težko ocenimo polnost sečnega mehurja, zato si pomagamo z ultrazvočnim pregledom. Pri bolnikih z dejavniki tveganja, ki še štiri ure po operaciji ne morejo izprazniti mehurja ali če z ultrazvoku ocenimo volumen> 600 ml, izvedemo enkratno kateterizacijo sečnega mehurja.

Zaključek

Pri vseh vrstah anestezije so možni stranski učinki in tudi pooperativni zapleti, ki pa so zaradi napredovanja medicine in postopkov ter večje varnosti zdravil vedno redkejši. Številne študije, ki so bile narejene v zadnjih letih, so pokazale da na kakovost pooperativnega izida zraven kirurških dejavnikov odločilno vpliva tudi priprava bolnika na anestezijo in operacijo, izbira anestezijske tehnike ter vzdrževanje hemostaze med operacijo in po njej. Večje tveganje za zaplete in pojav stranskih učinkov imajo slabo pripravljeni bolniki, bolniki z več pridruženimi obolenji, debeli in kadilci.

En ali več pooperativnih zapletov se pojavi pri skoraj tretjini bolnikov, premeščenih v zbujevalnico, pri čemer so najpogostejši: slabost, bruhanje, tresenje ob zbujanju, podhlajenost, prehodne težave s spominom in koncentracijo. Med najbolj resne sodijo anafilaktična reakcija na katerokoli zdravilo, zavedanje med operacijo in smrt. Pravočasno prepoznavanje in obvladovanje težav, ki se pojavijo v neposrednem pooperativnem obdobju, je za bolnika ključnega pomena.

Viri

1. Apfelbaum JL et al. Practice guidelines for postanesthetic care: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Postanesthetic Care. Anesthesiology. 2013 Feb;118(2):291-307.
2. Whitaker Chair DK e tal. Immediate post-anaesthesia recovery 2013: Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland. Anaesthesia. 2013 Mar;68(3):288-97.
3. Hines R et al. Complications occurring in the postanesthesia care unit: a survey. Anesth Analg. 1992;74(4):503.
4. Kluger MT e tal. Recovery room incidents: a review of 419 reports from the Anaesthetic Incident Monitoring Study (AIMS). Anaesthesia. 2002;57(11):1060.
5. Kellner DB, Urman RD, Greenberg P, Brovman EY. Analysis of adverse outcomes in the post-anesthesia care unit based on anesthesia liability data. J Clin Anesth 2018; 50:48.
6. Bashashati M, McCallum RW. Neurochemical mechanisms and pharmacologic strategies in managing nausea and vomiting related to cyclic vomiting syndrome and other gastrointestinal disorders. Eur J Pharmacol. 2014 Jan;722:79-94.
7. Apfel CC et al. Evidence-based analysis of risk factors for postoperative nausea and vomiting. Br J Anaesth 2012; 109:742.
8. Smetana GW. Postoperative pulmonary complications: an update on risk assessment and reduction. Cleve Clin J Med 2009; 76 Suppl 4:S60.

9. Harper NJN e tal. Anaesthesia, surgery, and life-threatening allergic reactions: epidemiology and clinical features of perioperative anaphylaxis in the 6th National Audit Project (NAP6). Br J Anaesth. 2018;121(1):159.
10. Liu JB et al. Defining the Intrinsic Cardiac Risks of Operations to Improve Preoperative Cardiac Risk Assessments. Anesthesiology 2018; 128:283.
11. Sessler DI. Perioperative thermoregulation and heat balance. Lancet 2016; 387:2655.
12. Baldini G e tal. Postoperative urinary retention: anesthetic and perioperative considerations. Anesthesiology. 2009;110(5):1139.

PRIPOMOČKI ZA VZDRŽEVANJE ODPRTE DIHALNE POTI

Darjan Kos

Uvod

Vzdrževanje odprte dihalne poti oziroma zaščita dihalne poti je ena od pomembnejših kompetenc vsakega anesteziologa in intenzivista, saj omogoča kirurško in intenzivno zdravljenje. Cilj je zadovoljiva izmenjava plinov, in sicer dostava kisika in odstranjevanje ogljikovega dioksida iz pljuč, ter zaščita pljuč pred aspiracijo želodčne vsebine, krvi in drugih izločkov. Uspešno vzdrževanje dihalne poti je pogojeno tako z izvajalcem oskrbe kot z opremo. Potrebno je znanje anatomije dihalne poti, poznavanje opreme, spretnost in prepoznavanje zahtevnosti situacij ter lastnih omejitev. Oprema mora biti varna, učinkovita in zanesljiva. Uspešna strategija zagotavlja varno dihalno pot v vseh fazah, in sicer med indukcijo, vzdrževanjem in ob prehodu v stanje, ko lahko bolnik samostojno vzdržuje varno dihalno pot. Oskrba dihalne poti pogosto poteka v več korakih in zahteva več različnih pripomočkov. Pripomočki morajo zato biti med sabo kompatibilni in tudi standardnih dimenzij, kjer je potrebno ujemanje. Za vzdrževanje dihalne poti imamo različne pristope, ki se lahko uporabljajo posamično ali pa zaporedno, odvisno od lastnosti bolnika, načrtovanega zdravljenja ter predvidenih ali nepredvidenih težav pri oskrbi dihalne poti. Občasno se lahko tudi prekrivajo oziroma sovpadajo, npr. intubacija preko laringealne maske.

Pet pristopov za vzdrževanje odprte dihalne poti:

1. Predihavanje z obrazno masko in pripomočki (ustna- in nosno-žrelna cevka)
2. Čiščenje dihalne poti
3. Uporaba supraglotičnih pripomočkov
4. Pristop do sapnice nad glasilkama
5. Pristop do sapnice pod glasilkama (traheostomija in krikotiroidotomija)

1. Predihavanje z obrazno masko in pripomočki

Vsaka obrazna maska ima nastavek z odprtino, ki omogoča povezovanje z dihalnim sistemom ter rob, ki je lahko napihljiv ali pa predoblikovan. Maske so različnih velikosti. Pogoj za uspešno predihavanje je optimalna lega bolnikove glave in vratu ter tesnjenje maske. V primeru, da kljub ustrezni legi glave in vratu ter optimalnemu prijemu čeljusti predihavanje ni mogoče ali ni zadostno, lahko uporabimo pripomočke kot sta ustno- in nosno-žrelna cevka. Ustno-žrelna cevka je na voljo v 9 velikostih, označenih z barvno lestvico. Primerno dolžino ocenimo tako, da sega cevka od sekalcev do kota spodnje čeljustnice. Ni primerna za uporabo v primeru tujka v ustih ali žrelu, saj ga lahko porinemo še globlje. Prav tako ni primerna za uporabo, če ima bolnik žrelni refleks, saj lahko izzove bruhanje. Prevelika cevka lahko potisne poklopec navzdol in zapre dihalno pot. Nosno-žrelne cevke v manjši meri izzovejo žrelni refleks in so ustreznejše v primeru poškodbe ali tujka v ustni votlini ter trizmusa. Vstavljanje je kontraindicirano v primeru zloma baze lobanje ali poškodbe nosne votline ter koagulopatij. Primerno velikost ocenimo tako, da cevka sega od konice nosu do ušesne mečice. Različni proizvajalci imajo različne lestvice velikosti vse do 14 različnih velikosti.

2. Čiščenje dihalne poti

Različni izločki, kri in delčki tkiv ali hrane lahko zapirajo dihalno pot zato jih moramo za vzdrževanje odprte dihalne poti večinoma odstraniti. Pri tem si pomagamo z aspiracijskimi cevkami, ki jih lahko uporabimo za ustno- ali nosno-žrelno aspiracijo. Občasno lahko trše delce odstranimo s prijemalkami, npr. z Magillovo prijemalko. Potrebna je previdnost, da delcev ne potisnemo še globlje po dihalni poti.

3. Supraglotični pripomočki

Supraglotični pripomočki se glede na anatomijo, zanesljivost, varnost in invazivnost nahajajo vmes med predihavanjem z obrazno masko in intubacijo. Vstavljajo se slepo in so nekateri za enkratno, drugi za večkratno uporabo. Obstaja preko 15 različic pripomočkov. Trenutno ni prepričljivih dokazov, ki bi potrdili absolutno prednost kateregakoli izmed supraglotičnih pripomočkov (1,2). Enostavna klasifikacija jih razvršča v prvo ali drugo generacijo (2). V prvo generacijo spadajo klasične laringealne maske, ki tesnijo do tlaka 20 cmH2O. Pripomočki druge generacije imajo pa izboljšave, ki omogočajo višje tesnitvene tlake, imajo vgrajen kanal za drenažo želodčne vsebine ter omogočajo boljšo zaščito zobovja.
Klasična laringealna maska (cLMA) je od vseh supraglotičnih pripomočkov najbolj prizkušena, saj je najdlje v uporabi, in sicer od leta 1980. Narejena je iz silikona in je enostavne strukture, saj se sestoji le iz dihalne cevke, spojnika za pritrditev na dihalni sistem, napihljivega mešička ter cevke za napihovanje in praznjenje mešička. Mešiček pokriva zgornji del požiralnika, oba piriformna sinusa ter bazo jezika. Če je prekomerno napihnjen lahko povzroči boleče žrelo. Nima zaščite pred ugrizom, tako da v primeru ugriza lahko pride do obstrukcije. Na voljo je v osmih velikostih, in sicer od 1 do 6 ter z vmesnima velikostma 1,5 in 2,5. Primerna je za večkratno uporabo, največ do 40 krat. Na razpolago je tudi različica za enkratno uporabo Unique™ LMA, ki je prav tako v enakih osmih velikostih. Uporaba je indicirana v naslednjih kliničnih situacijah:

- Planirani operativni posegi v splošni anesteziji pri spontanem in kontroliranem predihavanju do tlaka 20 cm H2O
- Plan C po DAS smernicah (3): za oskrbo težke dihalne poti, ko je intubacija težka ali neuspešna in uporabimo LMA kot rešilni pripomoček
- Plan B po DAS smernicah (3): v primeru težke intubacije lahko preko LMA slepo vstavimo dihalno cevko ali pa s pomočjo fiberoptičnegabronhoskopa
- Premostitev do ekstubacije: za nižjo pojavnost kašljanja in napenjanja, in sicer pred zbujanjem dihalno cevko zamenjamo za LMA

Omejitve uporabe pripomočkov prve generacije:

- Povišano tveganje za aspiracijo, saj ti pripomočki ne zagotavljajo zanesljive ločitve dihalne in prebavne poti
- Nizka podajnost pljuč/prsnega koša (debelost, restriktivne motnje), saj povišani tlaki predihavanja >20 cm H2O povečajo tveganje za uhajanje dihalne zmesi in/ali napihovanje želodca
- Periglotična patologija, saj lahko določena stanja (na primer hipertrofija tonzil) otežijo ali onemogočijo vstavitev

Fleksibilna LMA (FLMA) ima daljšo in ožjo dihalno cevko kot klasična LMA. V dihalno cevko je vgrajena spiralna žica, ki omogoča večjo fleksibilnost pri pozicioniranju cevke, brez da bi hkrati

prišlo do premika maske z ležišča. Spada v prvo generacijo in zanjo veljajo enake omejitve kot pri klasični LMA ter obstaja v različicah tako za enkratno kot za večkratno uporabo.
ProSeal™ LMA (PLMA) spada v drugo generacijo in ima nekaj modifiakcij, in sicer večji mešiček z razširjenim zadajšnjim delom kar omogoča višje tesnilne tlake ter zaščito pred ugrizom. Vzporedno s fleksibilno dihalno cevko poteka drenažna cevka za drenažo želodčne vsebine. Je silikonska in za večkratno (do 40 kratno) uporabo ter na voljo v petih velikostih. Različica za enkratno uporabo Supreme™ LMA je pa na voljo v 7 velikostih, in sicer od 1 do 5 ter 1,5 in 2,5. Indikacije so enake kot pri klasični LMA, modifikacije omogočajo predihavanje z višjimi tlaki kar omogoča predihavanje bolnikov za nižjo podajnostjo prsnega koša ali pljuč ter naj bi nudile zaščito pred aspiracijo želodčne vsebine. Nobena študija ni opredelila stopnje zaščite pred aspiracijo, zato je v primeru polnega želodca uporaba kljub temu odsvetovana. Vstavljamo jih lahko tudi s pomočjo priložene lopatke (spatule) ali pa vstavimo vodilo v požiralnik in nato masko vstavimo vzdolž vodila preko drenažne cevke.
Intubacijska LMA (ILMA) se uporablja kot pomoč pri vstavitvi dihalne cevke. Uporabna je pri težki oskrbi dihalne poti, če nimamo drugih pripomočkov ali v primeru, ko je zaželena nevtralna pozicija glave, na primer pri tveganju za poškodbo vratnega dela hrbtenjače. Kratka cevka z napihljivim mešičkom ima vgrajen ročaj, ki omogoča lažjo vstavitev. Temu sledi slepa vstavitev priložene, posebej oblikovane dihalne cevke, dolge 31 cm, ki ima topo konico. Lega se lahko opcijsko preveri tudi s fiberoptičnim bronhoskopom. Po potrditvi lege dihalne cevke mešiček na ILMA spreznimo in le-to previdno odstranimo preko dihalne cevke, ki jo dodatno stabiliziramo s posebej v ta namen priloženim stabilizatorjem. Obstaja v treh velikostih, in sicer od 3 do 5. Silikonska različica se lahko uporabi do 40 krat, na voljo je pa tudi različica iz polivinilklorida za enkratno uporabo Fastrach™.
I-gel™ je relativno nov pripomoček druge generacije, ki je narejen iz termoplastičnega elastomera. Za razliko od ostalih supraglotičnih pripomočkov nima napihljivega mešička, saj naj bi se material na telesni temperaturi do neke mere oblikoval in prilagodil periglotični anatomiji. Ima zaščito pred ugrizom in vzporedno cevko za vstavitev katetra za drenažo želodčne vsebine. Uporablja se lahko pri bolnikih od 2 kg telesne mase dalje. Na voljo je v 7 velikostih, in sicer od 1 do 5 ter 1,5 in 2,5.

4. Pristop do sapnice nad glasilkama

Pri omenjenem pristopu si običajno z laringoskopom (direktno ali indirektno) prikažemo strukture in vhod v grlo ter nato preko glasilk vstavimo dihalno cevko v sapnico. Izjema je retrogradna intubacija. Načeloma je za uspešno intubacijo potrebno zadostiti trem pogojem, in sicer moramo imeti preglednost, poravnavo osi dihalne poti in prostor za prehod dihalne cevke. Dihalno cevko običajno vstavimo preko ust, izjemoma lahko tudi preko nosu. Oprema za tovrstno oskrbo dihalne poti so torej različne vrste laringoskopov, različne vrste dihalnih cevk ter opcijsko trahealna vodila, intubacijski in izmenjevalni katetri.

Vrste laringoskopov:

— *Rigidni direktni laringoskopi* imajo ročaj z baterijami ter žlico povezano z ročajem v pregibnem delu. Vir svetlobe je v žlici ali pa v ročaju in je iz vira v ročaju s fiberoptičnim snopom prenešen na konico žlice. Žlice so standardne ravne (Miller) ali ukrivljene (Macintosh) ter modificirane z opcijsko premično konico (McCoy, Polio, Flexiblade…). V klinični praksi se povsod najbolj uporablja standardna Macintosheva žlica, kjer z vstavitvijo v valekulo poklopca in pritiskom na bazo jezika dosežemo indirektni dvig poklopca ter tako prikažemo vhod v grlo. Cormack-Lehane klasifikacija vidljivosti

struktur grla temelji na uporabi Macintosheve žlice, tako da uporaba klasifikacije v primeru uporabe drugih pripomočkov ni ustrezna. Ravna Millerjeva žlica se vstavi neposredno pod poklopec in omogoča direkten dvig poklopca in prikaz vhoda v grlo. Modificirane žlice omogočajo dodatno manipulacijo struktur s premičnim delom konice žlice (McCoy, Flexiblade) ali pa imajo večji kot med ročajem in žlico v primeru težavne vstavitve laringoskopa pri bolnikih z zelo kratkim vratom ali velikim oprsjem (Polio). Večinoma se uporabljajo laringoskopi in žlice za večkratno uporabo, na voljo so pa tudi takšni za enkratno uporabo pri tveganju za prenos okužbe.

— *Rigidni indirektni laringoskopi* omogočajo posredno vizualizacijo vhoda v grlo. Obstajajo različni mehanizmi oziroma tehnologije. Nekateri omogočajo prenos slike s pomočjo sistema prizem (Belscope™) oziroma ogledalc (McMorrow™) ali pa s fiberoptiko (Bullard™). Omenjeni laringoskopi so redko v klinični uporabi. Pogosteje se uporabljajo elektronski laringoskopi oziroma videolaringoskopi. Videolaringoskopi imajo kamero na ali blizu konice žlice (navadno snemljiva za enkratno uporabo) od koder se slika prenese na ekran, ki je del laringoskopa ali pa je ločena enota in tako omogočajo pogled pod večjim kotom. Tako zmanjšajo potrebo po poravnavi osi dihalne poti, vendar tudi nekoliko omejujejo prostor za prehod dihalne cevke. Nekateri videoaringoskopi omogočajo direktno in indirektno vizualizacijo grla (McGrath MAC™, Storz CMAC™) ali pa imajo bolj ukrivljene žlice in omogočajo le indirektno laringoskopijo (McGrath Series 5™, Storz CMAC™ D-blade, Glidescope™…). Določeni imajo v žlico vključen žleb v katerega vstavimo dihalno cevko in služi kot vodilo za usmeritev dihalne cevke v sapnico (Pentax Airway Scope™, McGrath MAC™ X-blade). Žleb za usmeritev dihalne cevka ima tudi AirTraq™, ki pa ima lahko le sistem leč ali pa ima opcijsko dodan video sistem in v tem primeru spada v skupino videolaringoskopov. Trenutno ni kvalitetnih študij z močnimi dokazi, ki bi potrdile prednost katerega od videolaringoskopov. Po pregledni študiji je nekoliko manj neuspešnih intubacij s Storz C-MAC-om (4).
— Posebnost med pripomočki je *LMA CTrach™*, ki bi jo lahko opisali kot video intubacijsko LMA. Gre za intubacijsko laringealno masko, ki ima ekran za prenos slike ter omogoča hkratno vizualizacijo, intubacijo in predihavanje.
— *Optične sonde* omogočajo vizualizacijo grla ter služijo hkrati kot vodilo, preko katerega vstavimo dihalno cevko v sapnico. Obstajajo rigidne (Bonfils™) ter fleksibilne (Shikani™). V novejšem času jih je v klinični uporabi nadomesti fiberoptični bronhoskop. Fiberoptični bronhoskop je večnamenski pripomoček, ki omogoča pregled dihalni poti, toaleto in biopsijo preko delovnega kanala ter vstavitev dihalne cevke tako preko nosu kot preko ust. Intubacija s pomočjo fiberoptičnega bronhoskopa je poglobljeno opisana v drugih prispevkih.

Svetlobno vodena intubacija uporablja transiluminacijo za potrditev lege dihalne cevke. Primer je Trachlight™, ki je v bistvu vodilo preko katerega slepo vstavimo dihalno cevko. Jakost svetlobe, ki s konice vodila proseva skozi vrat, služi za oceno lege dihalne cevke. Pripomoček je uporaben v okoliščinah, ki omejujejo uporabo ostalih pripomočkov kot na primer večja količina krvi v dihalni poti.

Trahealne dihalne cevke predstavljajo standard oskrbe dihalne poti, saj omogočajo odprto in zaščiteno dihalno pot. V preteklosti so se uporabljale silikonske za večkratno uporabo, dandanašnji pa so v uporabi cevke za enkratno uporabo iz PVC-ja. Sestavljene so iz spojnika 15 mm zunanjega premera za povezavo z dihalnim sistemom, cevke ter iz konice, ki ima v levo orientirano poševno glavno odprtino ter v nekaterih primerih še ob strani dodatno odprtino

(Murphyevo oko), ki omogoča predihavanje v primeru zamašitve glavne odprtine. Dihalne cevke vsebujejo podatke o notranjem premeru, označene so z radiopačno linijo ter imajo za orientacijo o globini vstavitve označene centimetre. Na voljo so z napihljivim mešičkom ali brez. Pritisk mešičku naj ne bi bil višji od 30 cm H2O. Obstajajo tudi nizkotlačni mešički. Različice dihalnih cevk se uporabljajo v specifičnih kliničnih situacijah. Spiralne dihalne cevke imajo ojačitev v obliki spiralno zavite kovinske žice, ki ščiti pred stisnjenjem. RAE in Polar dihalne cevke se uporabljajo pri ORL posegih in imajo zunanji del cevke usmerjen stran od operativnega polja. Mikrolaringealne dihalne cevke notranjega premera 5 mm pridejo v poštev v nekaterih primerih operacij grla. Prav tako se lahko med operacijo grla uporabljamo subglotične dihalne cevke (npr. Hunsaker Mon-Jet™). To so ozke dihalne cevke, ki omogočajo t.i. visokotlačno ali »jet« predihavanje. Natančen opis metode in indikacij presega namen prispevka. Pri laserskih posegih na dihalni poti se lahko uporabljajo laserske dihalne cevke, ki so odporne na vžig in so iz kombinacije silikona in kovine. Dvolumenske ter bronhialne dihalne cevke ali pa endobronhialni blokerji (Arndt™, Cohen™, Univent™) se uporabljajo za izključitev pljučnega krila ali režnjev v primeru urgentnih stanj ter planiranih posegov na pljučih, požiralniku, srcu ali hrbtenici. Podrobnejši opisi metod izključitve pljuč so opisani v drugih prispevkih.

V primeru težke dihalne poti, ko se soočamo s slabo vizualizacijo grla oziroma je težka pasaža dihalne cevke so nam v pomoč vodila ali pa izmenjalni katetri. Običajna vodila so fleksibilni kovinski (aluminijasti) ali pa z umetnimi materiali (polietilen) prevlečeni fleksibilni kovinski pripomočki različnih velikosti, ki jih v vstavimo v dihalno cevko tako, da njihova konica ne gleda preko spodnje odprtine dihalne cevke. Z njimi oblikujemo dihalno cevko v poljubno krivino. Standardno vodilo je tudi »bougie« (npr. proizvajalca Portex), ki je 60 cm dolga poliestrska paličica z ukrivljeno konico. Lahko se uporablja kot vodilo, tako da ga najprej vstavimo (lahko tudi slepo) v sapnico in preko njega nato dihalno cevko. Možna pa je uporaba za menjavo dihalnih cevk. Uporabi se lahko šestkrat. Za enkratno uporabo je na voljo Frova™, ki je za razliko od »bougie-ja« votlo vodilo in ima adapter, ki v primeru nuje omogoča povezavo z virom kisika ali pa s sistemom za visokotlačno predihavanje. Aintree™ intubacijski kateter je 56 cm dolga votla cevka, ki podobno kot Frova™ omogoča priključitev na vir kisika ali na visokotlačni ventilacijski sistem. Predvidena je tudi uporaba skupaj s fiberoptičnim bronhskopom, saj lahko skozenj vstavimo bronhoskop, preko pa gredo dihalne cevke z notranjim premerom >7 cm.

Retrogradna intubacija je poseben pristop, kjer s pomočjo kanile ali epiduralne igle prebodemo krikotiroidno membrano in v smeri proti glavi mimo glasilk skozi usta uvedemo epiduralni kateter ali vodilno žico za centralni venski kateter. Preko le-teh lahko nato v sapnico uvedemo dihalno cevko ali pa ju speljemo čez delovni kanal fiberoptičnega bronhoskopa in nato preko bronhoskopa dihalno cevko (5).

5. Pristop do sapnice pod glasilkama (6)

Metoda se uporablja planirano v primeru patologije v področju ust, vratu ali grla ter v primeru dolgotrajne intubacije zaradi različnih vzrokov. Občasno pa pride v poštev v urgentnih situacijah, ko na noben drug način ne moremo oskrbeti dihalne poti (plan D po DAS smernicah (3) oziroma t.i. CICO – can not intubate, can not oxygenate). Obstajata dva anatomska pristopa, in sicer traheostomija in krikotiroidotomija. Traheostomija je preko sapnice in je tehnično klasična, kirurška, ali pa perkutana, Lahko je trajna ali pa začasna. Krikotiroidotomija je pristop do dihalne poti skozi krikotiroidno membrano in je le začasna tehnika, saj je kmalu priporočljivo vzpostaviti drugo obliko dihalne poti. Krikotiroidotomija se glede na notranji

premer vstavljenih cevk ali kanil deli na dva načina, in sicer uporabo ozkih (<4mm) ter širokih (>4mm). Pri ozkih kanilah je visok upor, tako da je izmenjava plinov mogoča le z uporabo »jet« ventilatorjev. Tehnično poseg izvedemo perkutano z vstavitvijo katetra preko žice (CricathTM, RavussinTM). Široke kanile zaradi nižjega upora omogočajo priklop na običajne dihalne sisteme. Tehnika vstavitve širokih kanil je lahko perkutana (QuicktrachTM, Portex PTkTM, MelkerTM), na voljo so pa tudi seti za kirurško tehniko z incizijo s sklapelom (Melker UniversalTM, SurgicricTM). V sestavih so priložene kanile različnih velikosti, odvisno od seta in vrste tehnike, ki jo predvideva.

Zaključek

Opisan je širok nabor pripomočkov za oskrbo dihalne poti. V vsakdanji klinični praksi se srečujemo le z nekaterimi izmed omenjenih pripomočkov. Našteti so tudi nekateri starejši in nekaj morda nenavadnih pripomočkov z namenom spoznavanja širine področja in zavedanja, da za dosego cilja, to je oskrbe dihalne poti, obstaja več načinov. Kombinacija pripomočkov namreč utegne priti prav pri oskrbi težke dihalne poti. Splošno vodilo pri oskrbi dihalne poti je, da je najbolje uporabljati pripomočke, ki jih poznamo in imamo z njimi največ izkušenj.

Viri

1. Lai, CJ, Yeh YC, Tu YK et al. Comparison of the efficacy of supraglottic airway devices in low-risk adult patients: a network meta-analysis and systematic review. Sci Rep 2021;11:15074.
2. Tim Cook, FRCA, Ben Howes, FRCA, Supraglottic airway devices: recent advances, *Continuing Education in Anaesthesia Critical Care & Pain 2011;*11(2):56–61.
3. Dosegljivo na: *https://das.uk.com/guidelines/das_intubation_guidelines*
4. Lewis SR et al. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for adult patients requiring tracheal intubation. Cochrane Systematic Review. November 2016
5. Dhara SS. Retrograde tracheal intubation. Anaesthesia 2009;64:1094-104.
6. Hamaekers AE, Henderson JJ. Equipment and strategies for emergency tracheal access in the adult patient. Anaesthesia 2011;66(2):65-80.

VRSTE VIDEOLARINGOSKOPOV IN INTUBACIJA Z VIDEOLARINGOSKOPOM

Dušan Mekiš

Povzetek

Oskrba dihalne poti med uvodom v splošno anestezijo ali v sklopu dodatnih postopkov oživljanja, je znanje in spretnost, ki ju anesteziologi spoznavamo, raziskujemo in razvijamo že več kot 150 let. Skozi vso zgodovino je razvoj novih tehnik in pripomočkov potekal z namenom zmanjšanja tveganja za zaplete med oskrbo dihalne poti. Kljub številnim pripomočkom za oskrbo dihalne poti ostaja endotrahealna vstavitev dihalne cevke zlati standard oskrbe dihalne poti v anesteziologiji ter v intenzivni in urgentni medicini. Tehnološki razvoj videolaringoskopov vodi v smer alternativne ter tudi rutinske uporabe videolaringoskopije pri oskrbi dihalne poti na nekaterih področjih.

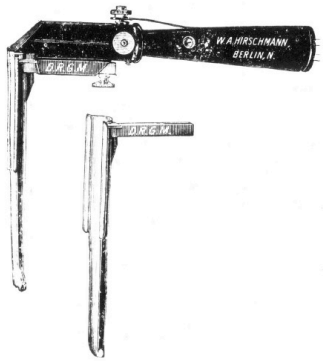
Uvod

Oskrba dihalne poti je osnovno znanje in spretnost, ki ju mora obvladati specialist anesteziologije, reanimatologije in perioperativne intenzivne medicine. Spretnost vstavitve dihalne cevke temelji na znanju anatomije in farmakologije učinkovin, poznavanju tehničnih pripomočkov in algoritmov ukrepanja ter se potencira s kliničnimi izkušnjami.
Indikacije za endotrahealno intubacijo lahko razdelimo na elektivne indikacije med uvodom v splošno anestezijo za nadzor dihalne poti in na nujne indikacije zaradi dihalne odpovedi, motnje zavesti, zapore dihalne poti in zastoja srca ali dihanja (1).

Oskrba dihalne poti

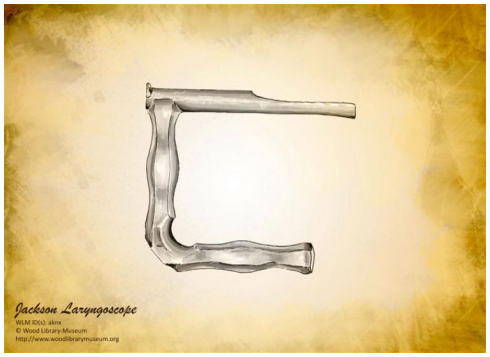
Prvi zapisi o kirurški oskrbi dihalne poti podobni traheostomiji za zdravljenje zapore dihalne poti so iz leta 2000 pr. n. št. v hindujski medicinski knjigi Rigveda ter za tem petsto let kasneje je v delih egipčanskega zdravnika, arhitekta, svečenika Imhotepa (2667 – 2600 pr. n. št.). V spisih perzijskega zdravnika Avicenne - Abu 'Ali al-Husayn Ibn Sīnā (980 – 1037), je prvi zapis o vstavitvi zlate ali srebrne cevke v sapnik. Prvi opisi orotrahralne intubacije – vstavitve dihalne cevke v sapnik so v delih grškega zdravnika Hipokrata (460 – 380 pr. n. št.) ter zatem v delih rimskega zdravnika Galena (120 – 199) (2). Ameriški pediater in porodničar Joseph O'Dwyer (1841 – 1898) je leta 1888 objavil članek »Intubation of the larynx« v New York Medical Journal v katerem je ponovno opisal zdravljenje dihalne stiske s vstavitvijo kovinske endotrahealne cevke pri bolnikih z davico, ter pri bolnikih s stenozo grla zaradi opeklinskih poškodb ali sifilisa (2).
Sodobna anestezija se začenja leta 1846 z demonstracijo etrske splošne anestezije, ki jo je izvedel Williamom Mortonom (1819-1868). Morton je poročal, da pri etrski anesteziji ni potrebna oskrba dihalne poti, saj bolnik diha spontano ob ohranjenih refleksih kašljanja in požiranja (2). Z razvojem anestezijskih tehnik za različne operativne posege ter leta 1942 mišičnih relaksantov se je pojavila potreba po varni oskrbi dihalne poti z vstavitvijo endotrahealne dihalne cevke v sapnik, ki se je lahko vstavila z različnimi tehnikami:

- **Slepo digitalno endotrahealno intubacijo** v kloroformski anesteziji ter tamponiranje hipofarinksa za preprečevanje aspiracije krvi med operacijo je leta 1878 za operacijo tumorja ustne votline opisal škotski kirurg William Maceven (1848-1924; 3).
- **Slepo nasalno endotrahealne intubacijo** s tubusom iz gume ter predhodno kokainizacijo zgornje dihalne poti za rekonstruktivne maksilofacialne operativne posege, je leta 1928 opisal Ivan Whiteside Magill (1888-1986).
- **Vizualizacijo grla z direktno laringoskopijo** je leta 1895 je prvi izvedel Alfred Kirstein (1863-1922) s svojim pripomočkom imenovanim avtoskop (slika 1; 4).



Slika 1. Avtoskop Alfreda Kirsteina (4).

Prvi klinično uporaben laringoskop je leta 1913 izdelal Chevalier Jackson (1865-1958) in opisal endotrahealno vstavitev dihalne cevke s pomočjo direktne laringoskopije (slika 2a; 2).



2a. Jacksonov laringoskop

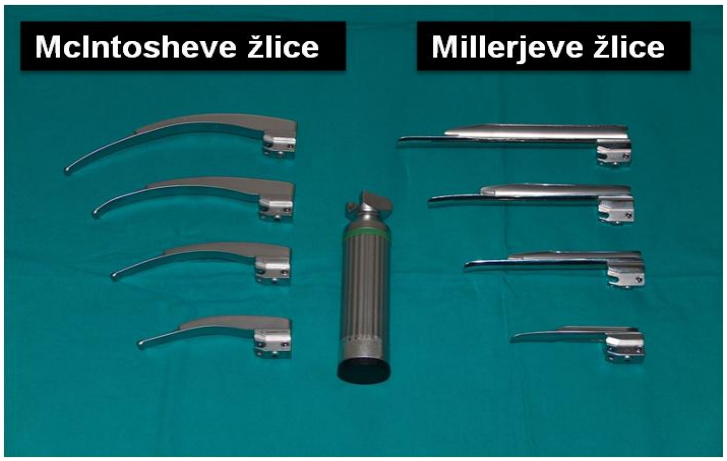
2b. Janewayev laringoskop

Slika 2. Prva klinično uporabna laringoskopa(2).

- **Vizualizacijo grla z indirektno laringoskopijo** in vstavitev dihalne cevke je omogočil razvoj na področju elektronike ob koncu 20. stoletja, kar je omogočilo izdelavo videolaringoskopov.

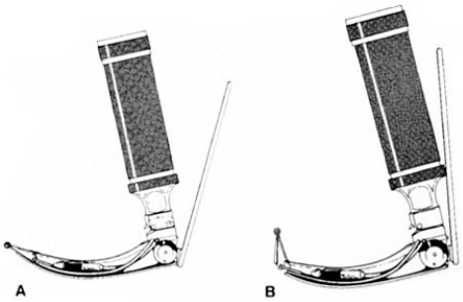
Vizualizacija grla z direktno laringoskopijo

Klinični razmah vizualizacije grla z direktno laringoskopijo in vstavitev dihalne cevke je omogočil razvoj Jacksonovega laringoskopa, ki so ga izboljševali Ivan Whiteside Magill (1888-1986) in Henry Harrington Janeway (1873-1921), ki mu je dodal baterijsko električno osvetlitev vidnega polja (slika 2b). Leta 1941 je Robert Miller v klično prakso vpeljal ravno žlico laringoskopa (5). Dve leti za tem, leta 1943 je sir Robert Macintosh (1897-1987) vpeljal v klinično prakso ukrivljeno žlico laringoskopa (6). Millerjev in Macintoshev laringoskop sta še danes v rutinski klinični uporabi (slika 3).



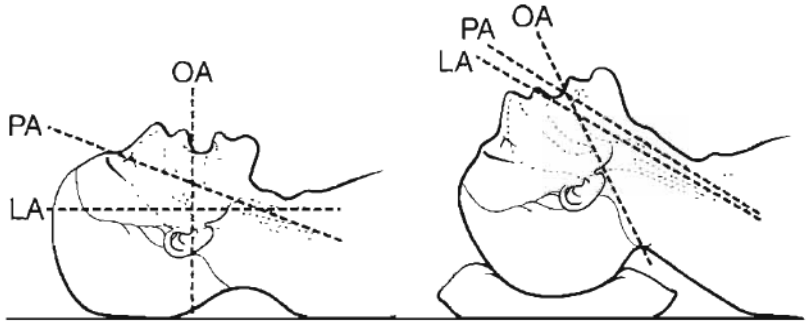
Slika 3. Millerjeva in Macintoshejeva žlica laringoskopa (5 in 6).

Prvo endotrahealno intubacijo z direktno laringoskopijo je v Sloveniji izvedel kirurg Miro Košak leta 1949 v UKC Ljubljana (7). Zaradi občasnih težav s prikazom grla je McCoy leta 1993 dodal McIntoshevi žlici laringoskopa gibljivo konico za izboljšanja prikaza grla (slika 4; 8).



Slika 4. McCoyeva žlica laringoskopa z gibljivim vrhom (8).

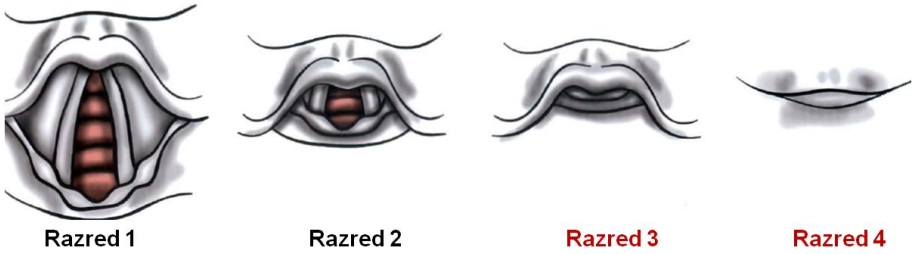
Vstavitev dihalne cevke z direktno laringoskopijo je zapletena veščina z relativno dolgo učno krivuljo in potrebo po rednem vzdrževanju veščine. Za vizualizacijo grla je potrebno poravnati vse tri optične osi (slika 5), kar zahteva manipulacije z laringoskopom, s katerimi aktiviramo stresni odgovor, premikamo vratno hrbtenico in lahko poškodujemo zgornjo dihalno pot (9).



Legenda:
OA – oralna os **PA – žrelna os** **LA – laringealna os**

Slika 5. Izravnava optičnih osi pri direktni laringoskopiji.

Uspešnost endotrahealne vstavitve dihalne cevke sta ocenila Cormack in Lehan, ki sta prikaz vhoda v grlo z direktno laringoskopijo razdelila v štiri razrede in tretji ter četrti razred povezala z povečanim tveganjem za težavno vstavitev dihalne cevke (slika 6; 10).



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

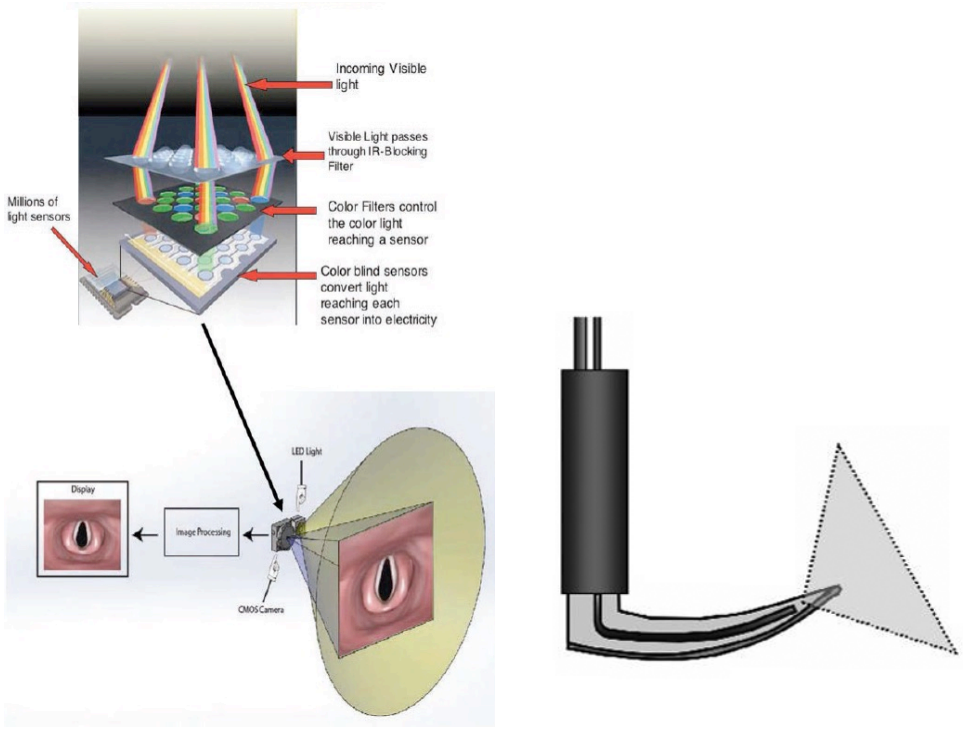
Slika 6. Prikaz vhoda v grlo z direktno laringoskopijo po Cormacku in Lehanu (10).

Vizualizacija grla z indirektno laringoskopijo

Tehnološki razvoj na področju elektronike je omogočil nov razvojni cikel laringoskopov v smer nastanka videolaringoskopov ter s tem pomik iz direktne v bolj »indirektno« videolaringoskopijo. Videolaringoskopi vodilnih proizvajalcev Karla Storza, Glidescopa in McGratha so se po letu 2000 tehnološko spreminjali in posodabljali:

- LED osvetlitev (angl. light emitting diode – LED) na koncu žlice omogoča odlično osvetlitev zgornje dihalne poti.
- Blizu vrha žlice videolaringoskopov so vgrajene digitalne kamere z širokim vidnim kotom in z visoko ločljivostjo narejene na podlagi CMOS senzorja (angl. complementary metal-oxide-semiconductor – CMOS) ali CCD senzorja (angl. charge coupled device – CCD), ki sta fotodetektorja za zajem svetlobe in njeno pretvorbo v električni signal, ki se nato z ojača ter filtrira in na koncu pretvori v barvno sliko na LCD (angl. liquid cristal display – LCD) zaslonu (slika 7; 11). LCD monitor za prikaz slike je

lahko nameščen na držalu videolaringoskopa ali je ločen, samostojen, različno velik, prenosljiv ali ne.



Slika 7. Prikaz delovanja digitalne kamere videolaringoskopa (11).

- Videlolaringoskopi imajo vgrajen grelni sistem na kameri, ki preprečuje zameglitev slike.
- Videolaringoskopi imajo so lahko z ali brez vgrajenega delovnega kanala preko katerega se vstavi dihalna cevka.
- Litijeva baterija omogoča videolaringoskopom avtonomnost in prenosljivost.

Danes so na voljo številne tehnične izvedbe videolaringoskopov različnih proizvajalcev, ki so razdeljeni glede na tehnične karekteristike v naslednje skupine:

1. Videolaringoskopi z kanalom za dihalno cevko, ki predhodno vstavljeno dihalno cevko usmeri proti grlu, zato vodila na potrebujemo. Dihalno cevko lahko usmerjamo proti

vhodu v grlo samo z premikanjem celotnega videolaringoskopa. V to skupino spadata Pentax AWS (slika 8a), Airtraq (slika 8b) in King Vision Scope (slika 8c; 11).

a. Pentax AWS b. Airtraque c. King Vision Scope

Slika 8. Videolaringoskopi z delovnim kanalom preko katerega se vstavi dihalna cevka (11).

2. Videolaringoskopi narejeni na podlagi McIntoshevega in/ali Millerjevega laringoskopa z enako velikostjo in ukrivljenostjo žlic omogočajo indirektno in direktno laringoskopijo. V to skupino spadajo McGrath MAC (slika 9a), Glidescope titanium (slika 9b) in Storz C-Mac (slika 9c).

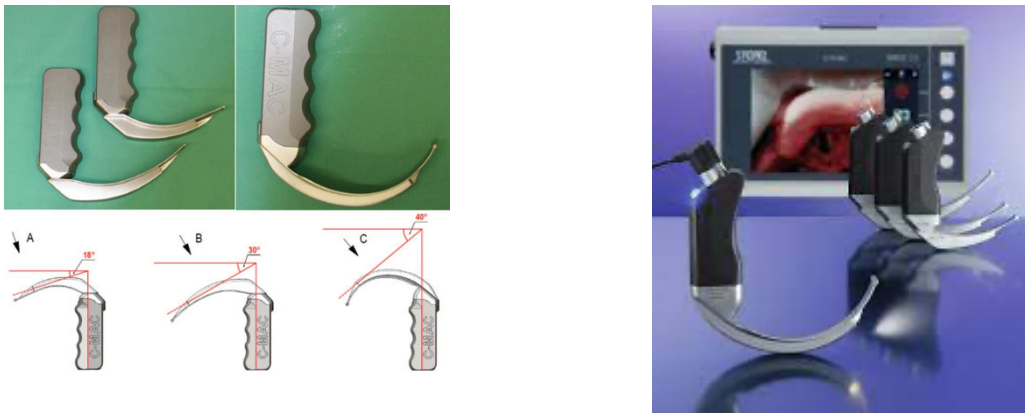
a. McGrath MAC **b.** Glidescope titanium **c.** Storz C-Mac

Slika 9. Videolaringoskopi na podlagi McIntoshevega in/ali Millerjevega laringoskopa (11).

V to skupino spadajo izvedbe videolaringoskopov prilagojenih za uporabo na otroški populaciji (slika 10).

Slika 10. Izvedbe videolaringoskopov prilagojenih za uporabo na otroški populaciji (11).

3. Videolaringoskopi z večjo ukrivljenostjo žlice (kot 60 ^{o}) omogočajo še boljši prikaz grla z minimalnimi premiki bolnikove glave in vratu. Dihalna cevka mora vedno imeti vstavljeno vodilo, ki ga je potrebno ukriviti z večjim kotom, da lahko usmerimo dihalno cevko med glasilki. V to skupino spadajo GlideScope Cobalt, GlideScope Ranger, McGrath Series 5 in Storz C-Mac D-Blade (slika 11).



Slika 11. Videolaringoskopi z večjo ukrivljenostjo žlice (11).

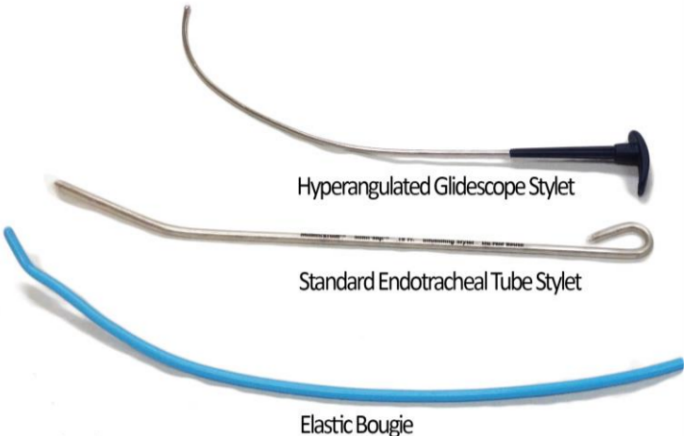
Prednosti vizualizacija grla z direktno laringoskopijo s pomočjo videolaringoskopa

1. Boljši prikaz vhoda v grlo saj ni potrebno izravnati optičnih osi.
2. Boljši prikaz vhoda v grlo, še posebej v okoliščinah, ko je pri bolniku omejeno odpiranje ust in gibljivost vratne hrbtenice, oziroma ko je težavna vizualizacija grla z direktno laringoskopijo (12, 13, 16, 21, 22, 31). Boljši prikaz vhoda v grlo nujno povezan z tudi z uspešnejšo vstavitvijo dihalne cevke (19, 20).
3. Pri nujni endotrahealni intubaciji videolaringoskopija omogoča večjo uspešnost prve vstavitve dihalne cevke pri kritično bolnih bolnikih in poškodovancih, še posebej, če nujno oskrbo dihalne poti izvaja manj izkušeno osebje (9, 14, 15, 17. 31).
4. Dober prikaz grla se doseže z manjšo uporabo sile in manjšim premikom vratne hrbtenice v primerjavi s klasičnim laringoskopom (9).
5. GlideScope olajša trahealno intubacijo pri bolnikih z ankilozirajočim spondilitisom (14).
6. Videolaringoskopija zmanjša tveganje za poškodbo ustne votline, žrela ali grla med vstavitvijo dihalne cevke ter zmanjša tveganje za pooperativno hripavost (13, 31).
7. Pri bolnikih s prekomerno telesno težo (ITM > 40) videolaringoskopija izboljša prikaz vhoda v grlo, skrajša čas vstavitve dihalne cevke, zmanjša tveganje za padec nasičenosti krvi s kisikom in število poskusov vstavitve dihalne cevke (9, 23).
8. Krajša učna krivulja, z večjo stopnjo uspešne vstavitve dihalne cevke pri začetnikih in tistih, ki nimajo pogostega stika z oskrbo dihalne poti oziroma niso izkušeni v direktni laringoskopiji (9).
9. Možnost opazovanja postopka na velikem ekranu omogoča boljše sodelovanje med člani ekipe in učenje postopka vstavitve dihalne cevke (9).

10. Pri porodnicah, kjer je verjetnost težavne vstavitve nekajkrat večja, ni razlike v uspešnosti ter časom vstavitve do prve vstavitve dihalne cevke med direktno in indirektno laringoskopijo. Pri neuspešni vstavitvi dihalne cevke z indirektno laringoskopijo je videolaringoskopija prva alternativna izbira (29).
11. Pri otrocih ni razlike v uspešnosti prve vstavitve dihalne cevke med direktno in indirektno laringoskopijo. Čas do vstavitve dihalne cevke je daljši pri uporabi videolaringoskopa (28).
12. Pri novorojenčkih videolaringoskopija poveča uspešnost prve vstavitve dihalne cevke, ni razlike času do vstavitve dihalne cevke in v številu poskusov vstavitve dihalne cevke med videolaringoskopijo in direktno laringoskopijo (30).

Slabosti in zaplete pri vizualizaciji grla z direktno laringoskopijo s pomočjo videolaringoskopa

- Slabosti videolaringoskopije je sprememba prikaza grla iz tridimenzionalnega v dvodimenzionalnega z izgubo občutka za globino, ter slaba slika zaradi rosenja kamere ali zamazanja kamere s slino, ali krvjo ter tehničnih težav pri delovanju videolaringoskopa (9).
- Kljub dobremu prikazu vhoda v grlo je lahko težka vstavitev dihalne cevke, še posebej pri uporabi žlic z večjo ukrivljenostjo (9). Pri dobremu prikazu na vhoda v grlo in težavni vstavitvi dihalne je potrebno uporabit rigidno vodilo za povečanje ukrivljenosti dihalne cevke ali pa se intubacijsko vodilo (angl. bougie) vstavi v trahejo in nato preko njega dihalna cevka (slika 12). Po prehodu med glasilkami se lahko dihalna cevka zatakne na sprednji steni traheje, kar se lahko razreši z pritiskom na krikoidni hrustanec in/ali rotacijo dihalne cevke.
- V literaturi ni dokazov, da bi se z uporabo videolaringoskopije zmanjšalo število poskusov vstavitve dihalne cevke, zmanjšala pojavnost hipoksije ali respiratornih komplikacij, zmanjšalo število neuspešnih poskusov endotrahealne intubacije ter zmanjšala pojavnost zapletov, ki so posledica številnih in dolgotrajnih poskusov vstavitve dihalne cevke (13, 24-26).



Slika 12. Pripomočki za vstavitev dihalne cevke ob dobrem prikazu vhoda v grlo (11).

- Videolaaringoskopija ne skrajša časa potrebnega za vstavitev dihalne cevke. Slaba vizualizacija grla in težave z vstavitvijo dihalne cevke lahko celo podaljšajo čas vstavljanja dihalne cevke, kar lahko privede do zmanjšanja nasičenosti hemoglobina s kisikom v arterijski krvi (9).
- Zaradi večje ukrivljenosti žlice je lahko pri nekaterih bolnikih otežena vstavitev žlice videolaringoskopa v ustno votlino.
- Videolaringoskopi lahko dajejo lažen občutek varnosti in vodijo lahko k slabši pripravi na pričakovano težko vstavitev dihalne poti (9).
- Poškodba ustne votline in žrela lahko nastanejo zaradi grobe in optično nenadzorovane vstavitve žlice videolaringoskopa in vodil, saj izvajalec lahko usmeri svojo samo na monitor.
- Cena videolaringoskopov je višja (9).

Zaključek

Kljub številnim pripomočkom za oskrbo dihalne poti ostaja endotrahealna intubacija z direktno laringoskopijo zlati standard oskrbe dihalne poti v anesteziologiji ter v intenzivni in urgentni medicini. V smernicah DAS (angl. difficult airway society - DAS) iz leta 2015 se za endotrahealno vstavitev dihalne cevke priporoča uporaba klasičnega laringoskopa, vendar enakovredno tudi videolaringoskopa že za prvi poskus alternativni orotrahealne vstavitve dihalne cevke pri bolniku s pričakovano težko orotrahelno intubacijo (27).
Vsi anesteziologi bi morali imeti izkušnje, tako z uporabo klasičnega laringoskopa in direktne laringoskopije, kakor tudi z uporabo vsaj enega modela videolaringoskopa ter ga imeti stalno na voljo za klinično uporabo v vseh operacijskih dvoranah, saj imata obe tehniniki endotrahealne intubacije svoje prednosti in pomankljivosti. Za uspešno endotrahealno vstavitev dihalne cevke z indirektno laringoskopijo je potrebno izbrati model videolaringoskopa z zanesljivim delovanjem in z primerno velikostjo in ukrivljenostjo žlice ter model s katerim imamo izkušnje pri oskrbi dihalne poti, saj so v klinični uporabi številni modeli z različnimi tehnološkimi karakteristikami, ki povzročajo prednosti ali slabosti modela.
Vsi videolaringoskopi omogočajo boljši prikaz grla, vendar pa so potrebne klinične izkušnje z uporabo videolarigoskopov, da se boljša vizualizacija nadgradi tudi z uspešno endotrahealno vstavitev dihalne cevke.

Viri:

1. Kabrhel C, Thomsen TW, Setnik GS, Walls RM. Videos in clinical medicine. Orotracheal intubation. N Engl J Med. 2007; 356: e15.
2. Szmuk P, Ezri T, Evron S, Roth Y, Katz J. A brief history of tracheostomy and tracheal intubation, from the Bronze Age to the Space Age. Intensive Care Med. 2008; 34: 222-8.
3. Macewen W. Introduction of tracheal tubes by the mouth instead of performing tracheotomy or laryngotomy. Br Med J. 1880; II: 122–4.
4. Hirsch NP, Smith GB, Hirsch PO. Alfred Kirstein. Pioneer of direct laryngoscopy. Anaesthesia 1986; 41: 42-5.
5. Miller RA. A new laryngoscope. Anesthesiology 1941; 2: 317–320.
6. Macintosh RR. A new laryngoscope. Lancet 1943; 1: 205.
7. Zupanič Slavec Z, Slavec K. Pol stoletja slovenske kirurgije na odprtem srca (1958–2008). Zdrav Vestn 2010; 79: 843–52.

8. McCoy EP, Mirakhur RK. The levering laryngoscope. Anaesthesia. 1993; 48: 516-9.
9. Chemsian RV, Bhananker S, Ramaiah R. Videolaryngoscopy. Int J Crit Iln Inj Sci. 2014; 4: 35-41.
10. Cormack RS, Lehane J. Difficult Intubation in Obstetrics. Anaesthesia 1984; 39: 1005-11.
11. Berkow LC, Morey TE, Urdaneta F. The Technology of Video Laryngoscopy. Anesth Analg. 2018; 126: 1527-1534.
12. Griesdale DEG, Liu D, McKinney J, Choi PT. Glidescope® video-laryngoscopy versus direct laryngoscopy for endotracheal intubation: a systematic review and meta-analysis. Can J Anaesth. 2012; 59: 41-52.
13. Lewis SR, Butler AR, Parker J, Cook TM, Smith AF. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for adult patients requiring tracheal intubation. Cochrane Database Syst Rev. 2016; 11: CD011136.
14. Silverberg MJ, Li N, Acquah SO, Kory PD. Comparison of video laryngoscopy versus direct laryngoscopy during urgent endotracheal intubation: a randomized controlled trial. Crit Care Med. 2015; 43: 636-41.
15. Michailidou M, O'Keeffe T, Mosier JM, Friese RS, Joseph B, Rhee P, Sakles JC. A comparison of video laryngoscopy to direct laryngoscopy for the emergency intubation of trauma patients. World J Surg. 2015; 39: 782-8.
16. 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.
17. Jiang J, Kang N, Li B, Wu AS, Xue FS. Comparison of adverse events between video and direct laryngoscopes for tracheal intubations in emergency department and ICU patients-a systematic review and meta-analysis. Scand J Trauma Resusc Emerg Med. 2020; 28:10.
18. Lai HY, Chen I H, Chen A, Hwang F Y, Lee Y et al. The use of the GlideScope for tracheal intubation in patients with ankylosing spondylitis. Br J Anaesth 2006; 97: 419-22.
19. Platts-Mills TF, Campagne D, Chinnock B, Snowden B, Glickman LT, Hendey GW. A comparison of GlideScope video laryngoscopy versus direct laryngoscopy intubation in the emergency department. Acad Emerg Med 2009; 16: 866-71.
20. Sakles JC, Mosier JM, Chiu S, Keim SM. Tracheal intubation in the emergency department: A comparison of GlideScope((R)) video laryngoscopy to direct laryngoscopy in 822 intubations. J Emerg Med 2012; 42: 400-5.
21. Aziz MF, Healy D, Kheterpal S, Fu RF, Dillman D, Brambrink AM. Routine clinical practice effectiveness of the GlideScope in difficult airway management: An analysis of 2,004 GlideScope intubations, complications, and failures from two institutions. Anesthesiology 2011; 28: 34-41.
22. Niforopoulou P, Pantazopoulos I, Demestiha T, Koudouna E, Xanthos T. Video-laryngoscopes in the adult airway management: A topical review of the literature. Acta Anaesthesiologica Scand. 2010; 54: 1050-61.
23. Maassen R, Lee R, Hermans B, Marcus M, van Zundert A. A comparison of three videolaryngoscopes: The Macintosh laryngoscope blade reduces, but does not replace, routine stylet use for intubation in morbidly obese patients. Anesth Analg 2009; 109: 1560-5.
24. Mort TC. Emergency tracheal intubation: complications associated with repeated laryngoscopic attempts. Anesth Analg. 2004; 99: 607-13.
25. Sakles JC in sod. The importance of first pass success when performing orotracheal intubation in the emergency department. Acad Emerg Med. 2013; 20: 71-8.
26. Hasegawa K in sod. Association between repeated intubation attempts and adverse events in emergency departments: an analysis of a multicenter prospective observational study. Ann Emerg Med. 2012; 60: 749-754.
27. Frerk C, Mitchell VS, McNarry AF, Mendonca C, Bhagrath R, Patel A, O'Sullivan EP, Woodall NM, Ahmad I. Difficult Airway Society intubation guidelines working group. Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. Br J Anaesth. 2015; 115: 827-48.

28. Abdelgadir IS, Phillips RS, Singh D, Moncreiff MP, Lumsden JL. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for tracheal intubation in children (excluding neonates). Cochrane Database Syst Rev. 2017;5 :CD011413.
29. Howle R, Onwochei D ,Harrison SL, Neel Desai N. Comparison of videolaryngoscopy and direct laryngoscopy for tracheal intubation in obstetrics: a mixed-methods systematic review and meta-analysis. Can J Anaesth 2021; 68: 546-565.
30. Lingappan K, Arnold JL, Fernandes CJ, Pammi M. Videolaryngoscopy versus direct laryngoscopy for tracheal intubation in neonates. Cochrane Database Syst Rev 2018; 6: CD009975.
31. Pieters BMA, Maas EHA, Knape JTA, van Zundert AAJ. Videolaryngoscopy vs. direct laryngoscopy use by experienced anaesthetists in patients with known difficult airways: a systematic review and meta-analysis. Anaesthesia 2017; 72: 1532-1541.

ANATOMIJA IN ANESTEZIJA ZGORNJE DIHALNE POTI Z UPORABO PODROČNE ANESTEZIJE

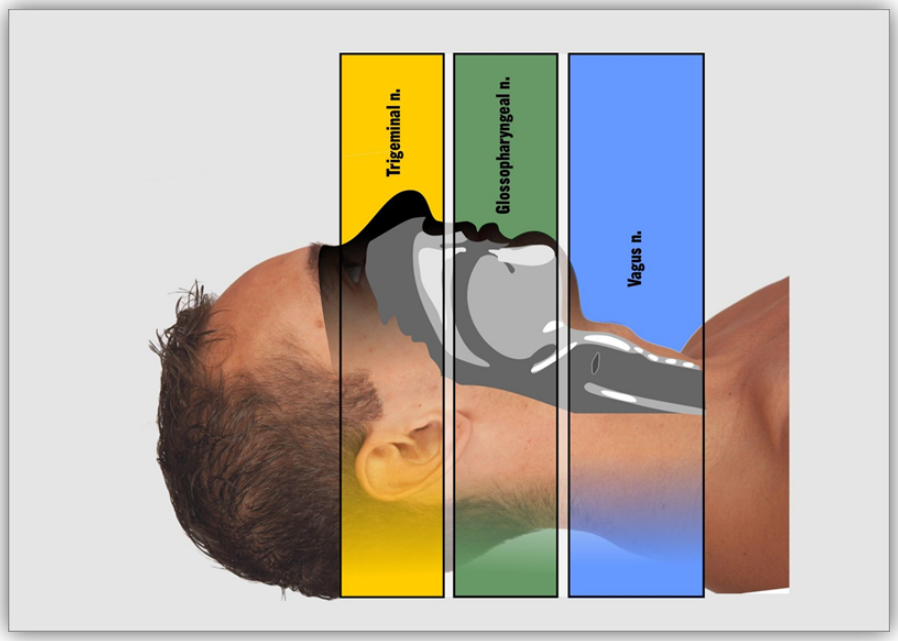
Tatjana Stopar Pintarič, Liljana Markova

Uvod

Anestezija zgornjih dihalnih poti je ključna za uspešno intubacijo v budnem stanju, ki jo lahko dosežemo s topično anestezijo, področno anestezijo ali kombinacijo obeh. V primerjavi s področno anestezijo je topična anestezija enostavnejša za izvedbo, kar pa ne velja za bolnike z omejenim odpiranjem ust, vnetnimi ali drugimi procesi v ustni ali nostni votlini, ki hkrati predstavljajo tudi večje tveganje za nastanek sistemske lokalno anestetične toksičnosti. Topična anestezija deluje krajši čas in je nepopolna saj zajema le sluznico, medtem ko se globlja tkiva še vedno odzivajo na stimulacijo. V nasprotju s topično anestezijo so bloki živcev dihalne poti tehnično zahtevnejši in povezani z večjo možnostjo zapletov. Kljub temu pa so v izkušenih rokah lahko izjemno koristni saj omogočajo odlične anestezijske in intubacijske pogoje (1,2). Za zmanjšanje zapletov povezanih s slepim invazivnim pristopom se za izvajanje blokov priporoča ultrazvok.

Inervacija in anestezija zgornje dihalne poti

Senzorična inervacija zgornje dihalne poti se vrši preko trigeminalnega živca (nazofarings), glosofaringealnega živca (orofarings) in vagalnega živca (grlo) (Slika 1) (2).

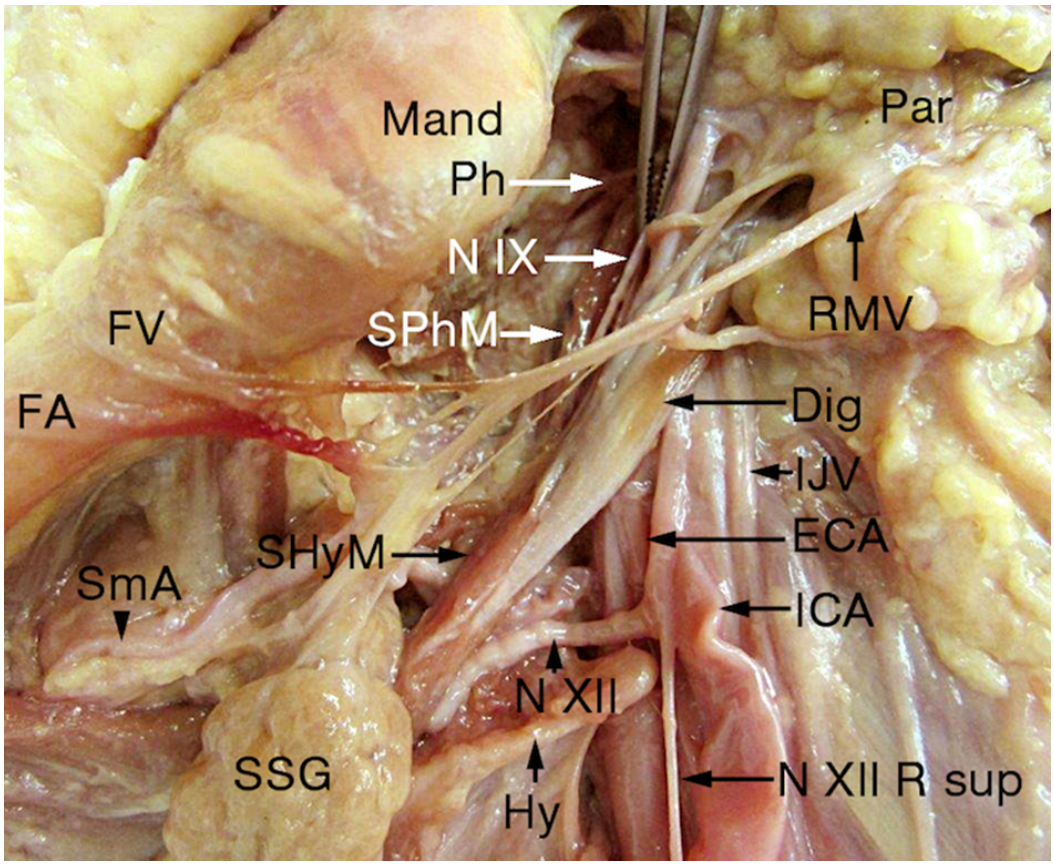


Slika 1. Senzorična inervacija zgornje dihalne poti

Nazofarings lahko anesteziramo samo topično, medtem ko žrelo in grlo lahko anesteziramo tako topično kot s pomočjo regionalne anestezije (obojestranska blokada glosofaringealnega in superiornega laringealnega živca ter trastrahealna anestezija s katero blokiramo področje inervacije n. rekurensa) (3).

a Blokada n. glosofaringikusa

Glosofaringealni živec izstopa iz jugularnega foramena, ki se nahaja posteromedialno od stiloidnega procesusa in stiloidne mišične skupine, od koder se spušča po posteriorni strani stilofaringealne mišice, preide na njeno sprednjo stran ter se razveji na ravni srednje konstriktorske mišice (Slika 2) (1,2).

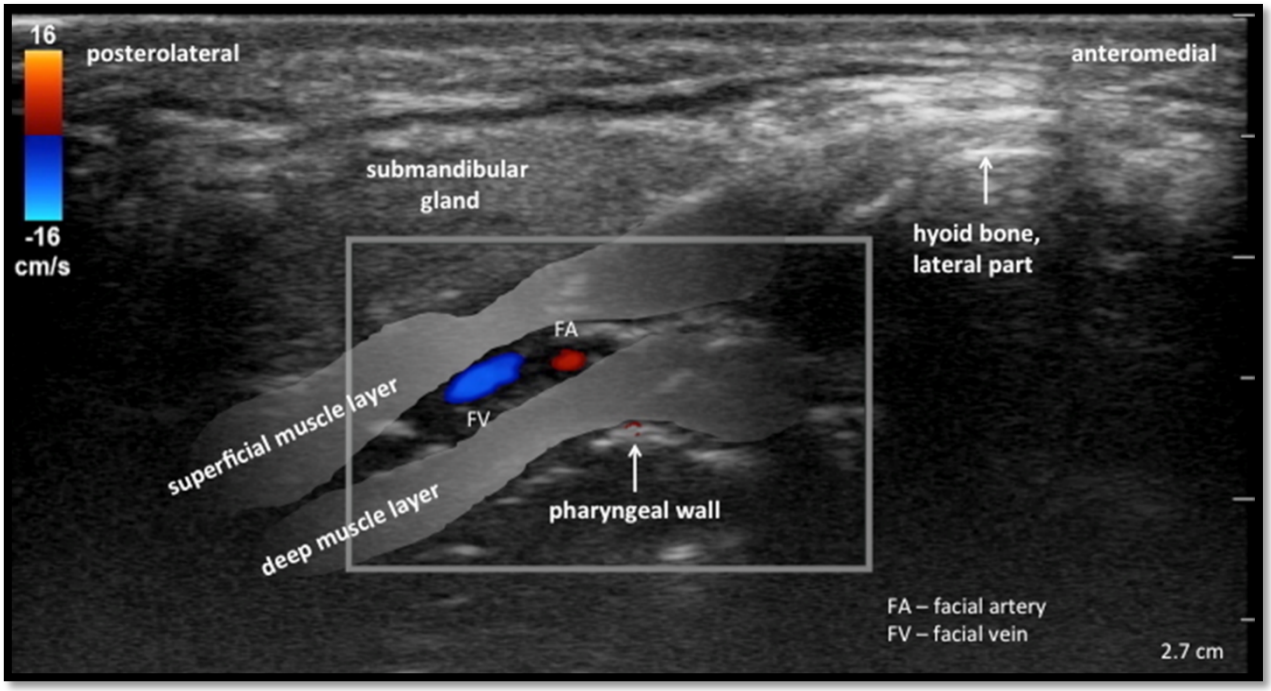


Slika 2. Parafaringealni prostor. (N IX, glosofaringealni živec; N XII, n. hipoglosus; Ph, žrelo; Mand, mandibula; Par, parotida; IJV, intrna jugularna vena; ECA, zunanja karotidna arterija; ICA, interna karotidna arterija; Hy, podjezičnica; FV, femoralna vena; FA, femoralna arterija; SHM, stilohioidna mišica; SPhM, stilofaringealna mišica; Dig, m. Digastricus) (4).

Glosofaringikus je zadolžen za senzorično inervacijo sluznice žrela, valekule, sprednje površine epiglotisa, mehkega neba, tonzil in zadnje tretjine jezika. Blokada področja inervacije glosofaringikusa je nujna za blokado žrelnega refleksa.

GFŽ lahko blokiramo z notranjim intraoralnim ali zunanjim peristiloidnim pristopom. Za intraoralni pristop mora biti bolnik pripravljen sodelovati tako da dovolj odpire usta, da lahko vidimo palatofaringealni gubi. Blok izvedemo tako, da injiciramo 2 ml 2% lidokaina preko 22

ali 25 G debele in 10 cm dolge spinalne igle pod sluznico na nivoju baze palatofaringealne gube po predhodni topični anesteziji (1,2).
Peristiloidni pristop se za rutinsko blokado ne priporoča zaradi bližine nn. vagusa, hipoglosusa in accesoriusa ter posledično možni parezi glasilk, jezika in m. trapeciusa ter nenamerni punciji v. jugularis in notranje karotidne arterije (1,2). V izogib tem zapletom so Azman in sod. predlagali bolj distalen in potencialno varnejši UZ vodeni blok distalne-parafaringealne veje glosfaringealnega živca, ki je bila potrjena tako s kadaversko disekcijo kot z UZ vodenim vbrizganjem metilenskega modrila (4). Distalna veja glosofaringealnega živca leži parafaringealno v višini srednjega faringealnega konstriktorja in tik nad anterolateralno faringealno steno. Čeprav ultrazvodno nevidna zaradi svoje majhnosti, je možno prepoznati vse anatomske strukture (podkožje s platizmo, submandibularna žleza, površinsko mišična plast, obrazne arterije z uporabo Dopplerja in globoka mišična plast), ki so relevantne za varno izvedbo bloka (Slika 3) (4).

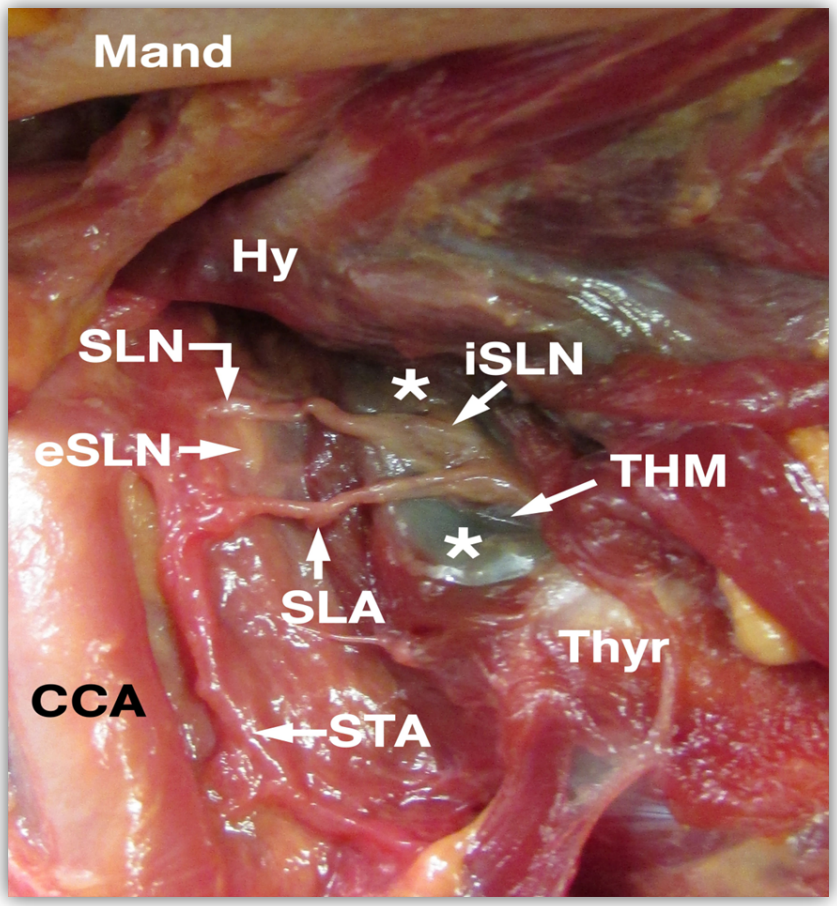


Slika 3. Ultrazvočni prikaz submandibularnega prostora, ki je relevanten za blokado distalne veje glosofaringealnega živca (4).

Submandibularna žleza je enakomerno hipoehoična, medtem ko se žrelna stena prikaže kot hiperehonična črta zaradi stika sluznice z zrakom. Za izvedbo bloka se priporoča linearna sonda, ki jo postavimo tangencialno v submandibularno jamo, in igla, ki jo vodimo in-plane iz lateralno strani proti parafaringealnem prostoru v kaudalno-anteriorni smeri do predvidene globine 4 cm. Zaradi goste vaskularizacije se priporoča uporaba Doplerja. Do sedaj še ni bilo objavljene klinične študije o učinkovitosti blokade distalne veje glosofaringikusa za namen intubacije v budnem stanju. Objavljenih je bilo pa več primerov koristnosti te tehnike za lajšanje bolečine kot posledice neuralgije n. glosofaringikusa zaradi invazivnega karcinoma žrela ali baze jezika.

b Blokada notranje veje zgornjega laringealnega živca

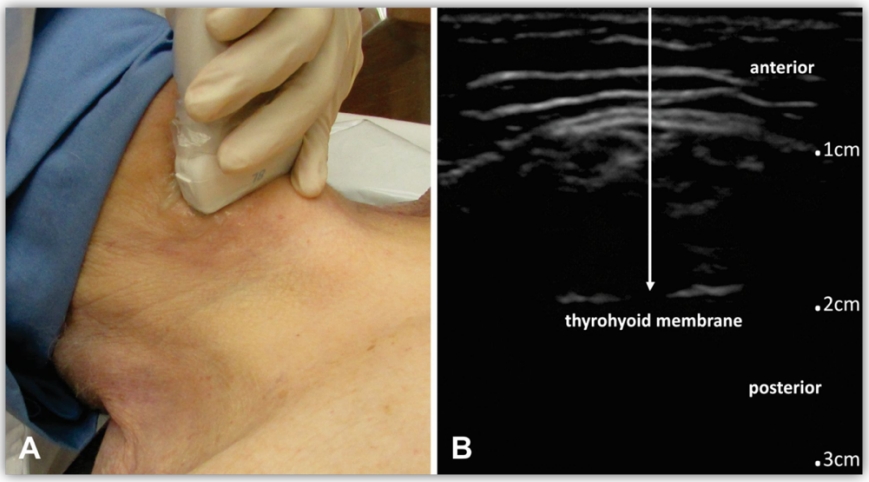
Zgornji laringealni živec je veja n. vagusa od katerega se odcepi v višini velikega roga hioidne kosti. Kmalu za tem se razdeli v notranjo in zunano vejo. Notranja veja potuje skozi tirohioidno membrano in senzorično oživčuje grlo nad glasilkami. Zunanja veja pa se spušča po zunanji strani tirohioidne membrane do krikotiroidne mišice, ki jo motorično inervira (Slika 4) (3).



Slika 4. Infrahioidni prostor (Hy, veliki rog podjezičnice; SLN, zgornji laringealni živec; iSLN, notranja veja zgornjega laringealnega živca; eSLN, zunanja veja zgornjega laringealnega živca; SLA, zgornja laringealna arterija; THYR, Ščitnica; STA, zgornja tiroidna arterija; CCA, karotidna arterija, THM, tireohioidna membrana) (3)

Blok notranje veje zgornjega laringealnega živca zagotavlja anestezijo supraglotičnega področja (dno jezika, zadnja površina epiglotisa, ariepiglotični gubi in aritenoidi) ter je zadolžena za blokado glotičnega zapiralnega refleksa. Obstaja dve tehniki blokade, slepa in UZ vodena. Slepa tehnika zahteva določeno stopnjo ekstenzijo glave ter palpatarno razpoznavo tireohioidne membrane, ki leži med hioidno kostjo in ščitničnim hrustancem. Tehnika temelji na bližini notranjega laringealnega živca z velikim rogom hioidne kosti in tireohioidno membrano (Slika 4) (5). Blok izvedemo tako, da potem, ko smo trdno fiksirali hioidno kost, s tanko iglo prebodemo tireohioidno membrano iz latralne strani v globini 1-2 cm in vbrizgamo 2-4 ml 1-2% lidokaina obojestransko. Možni so zapleti kot so punkcija žile s posledičnim hematomom ali sistemska lokalna anestetična toksičnost (1-3).
Ultrazvočna tehnika ne omogoča direktne vidljivosti notranje veje zgornjega laringealnega živca zaradi njene majhnosti. UZ vodena blokada tako temelji na vizualizaciji tirohioidne membrane pri srednji globini okrog 1,7 cm, tik pod hioidno kostjo, ki je prav tako zlahka

prepoznavna (vodoravna hiperehoična črta). Za UZ vodeno blokado uporabljamo linerano sondo, ki jo postavimo tangencialno v medialno ravnino in tanko iglo, ki jo vodimo do tireohioidne membrane z in-plane pristopom iz lateralne proti medialni strani. Namestitev sonde v parasagitalni ravnini ni priporočljiva zaradi spodaj ležeče jugularne vene in notranje karotidne arterije (5).



Slika 5. Ultrazvočni prikaz tireohioidne membrane z uporabo linearne sonde (5).

c Translaringealna injekcija

Transtrahealna injekcija je metoda topične anestezije, kjer lokalni anestetik blokira živčne končiče n. rekurensa po prebodu krikotiroidne membrane. Zaradi njene invazivnosti je uvrščamo med bloke. Vbrizganje lokalnega anestetika v grlo vzpodbudi kašelj, ki razprši lokalni anestetik infra in supraglotično. S transtrahealno injekcijo tako lahko hkrati blokiramo refleks kašlja in glotični zapiralni refleks. Tehnika je lahko slepa ali ultrazvočno vodena. Za slepo tehniko je potrebna zmerna ekstenzija glave v atrantookcipitalnem delu vratu z namenom prepoznave ščitničnega in krikoidnega hrustanca ter krikotiroidne membrane. Za blokado uporabljamo tanko 5 cm iglo, s katero po identifikaciji krikotiroidne membrane potujemo skozi kožo, podkožje in krikotiroidno membrano s hkratnim stalnim vlekom brizge napolnjene s 4-5 ml 2-4 % lidokaina. Ko se v brizgi pojavi zrak, (kar pomeni, da smo intralaringealno/trahealno) injiciramo lokalni anestetik. Težave pri prepoznavanju orientacijskih točk lahko preprečijo uspeh bloka in posledično budno intubacijo, zato se v teh primerih priporoča uporaba UZ. Priporočajo predvsem uporabo C11 sonde, ki jo postavimo v kraniokavdalni smeri za medialno in-plane vodenje igle (6).

Slika 6. Izvedba transtrahealne injekcije s slepo tehniko

Slika 7. Ultrazvočni prikaz tireodinega in krikoidnega hrustanca ter krikotiroidne membrane z uporabo linearne sonde pozicionirane parasagitalno (z dovoljenjem dr. g. Jegliča)

Zaključek

Blokade živcev zgornje dihalne poti omogočajo hitro in učinkovito anestezijo z manjšimi odmerki lokalnih anestetikov vendar zahtevajo ekspertizo kar še posebej velja za blokadi glosfaringealnega in superiornega laringealnega živca. Ker je transtrahealna injekcija enostavna za izvedbo in omogoča hkratno blokado glotičnega zapiralnega refleksa in refleksa kašelja bi morala postati del rutiskega kurikuluma vsakega anesteziologa.

Viri

1. Kundra P, Kutralam S, Ravishankar M. Local anaesthesia for awake fiberoptic nasotracheal intubation. Acta Anaesthesiol Scand. 2000;44:511-516.
2. Simmons ST, Scheich AR. Airway regional anesthesia for awake fiberoptic intubation. Regional Anesthesia and Pain Medicine.2002; 27:180-92.
3. Pintarič TS. Upper airway blocks for awake difficult airway management. Acta clinica Croatica. 2016;55(Supl1):85-89.
4. Ultrasound-guided glossopharyngeal nerve block: a cadaver and a volunteer sonoanatomy study. Regional anesthesia and pain medicine. 2017;42(2): 252-258.
5. Stopar Pintarič T, Vlassakov K, Azman J, Cvetko E. The thyrohyoid membrane as a target for ultrasonography-guided block of the internal branch of the superior laryngeal nerve. Journal of clinical anesthesia. 2015;27(7):548-552.

6. De Olivera GS, Fitzqerald P, Kendal M. Ultrasound-assisted translaryngeal block for awake fiberoptic intubation. Can J Anaesth. 2011;58:664-5.

INTUBACIJA Z UPOGLJIVIM BRONHOSKOPOM

Marko Zdravković

Uvod

V vsakdanji praksi velikokrat uporabljamo ime fiberoptični bronhoskop za vse upogljive bronhoskope. V bistvu pa se izraz fiberoptični bronhoskop nanaša na posebno tehnologijo steklenih vlaken, preko katerih se prenaša slika s konice inštrumenta do zaslona. Tehnologija se ves čas spreminja, tako da imamo na voljo vse več pripomočkov, ki imajo namesto steklenih ali t.i. fiberoptičnih vlaken prisoten čip s kamero na konici inštrumenta in zato niso tako zelo podvrženi poškodbam ob zvijanju inštrumenta kot tisti bronhoskopi, ki vsebujejo steklena vlakna. V tem prispevku bom zato raje uporabljal ime upogljivi bronhoskop.

Grobo delitev upogljivih bronhoskopov lahko naredimo v smislu možnosti ponovne uporabe. Se pravi poznamo takšne, ki so za enkratno uporabo (npr. Ambu aScope) in takšne, ki so za večkratno uporabo (npr. Karl Storz FIVE) (Slika 1). Ključno je, da vsak izmed nas zelo dobro pozna razpoložljive pripomočke za oskrbo dihalne poti v svoji ustanovi. V praksi izberemo tisti pripomoček, ki nam je na voljo in ustreza namenu, za katerega ga bomo uporabili. Upogljivi bronhoskopi se razlikujejo glede na zunanji premer (npr. 3 mm do 6,5 mm), ki določa najmanjšo velikost dihalne cevke, ki jo lahko uporabimo, in prisotnost delovnega kanala, ki je prav tako lahko različnih dimenzij (npr. 1,5 mm do 3 mm). V anesteziologiji uporabljamo upogljivi bronhoskop za potrditev lege dvosvetlinskega tubusa, ob pričakovani težki oskrbi dihalne poti za intubacijo v budnem stanju, za nepričakovano težko oskrbo dihalne poti, za pregled sapnice in bronhov ob sumu na njihovo poškodbo ter redkeje za toaleto dihalne poti. V enotah intenzivne terapije pa je toaleta dihalne poti in jemanje bronhoalveolarnega izpirka najpogostejša indikacija za uporabo upogljivega bronhoskopa. Skozi ustrezno širok delovni kanal se lahko vstavijo tudi različni inštrumenti za odvzem biopsije ter aplicirajo zdravila (npr. za vzpostavitev hemostaze). V tem prispevku se bom osredotočil na uporabo upogljivega bronhoshopa za vstavitev dihalne cevke.

Slika 1: Primer upogljivega bronhoskopa za enkratno uporabo – Ambu (a) ter za večkratno uporabo – Karl Storz (b).

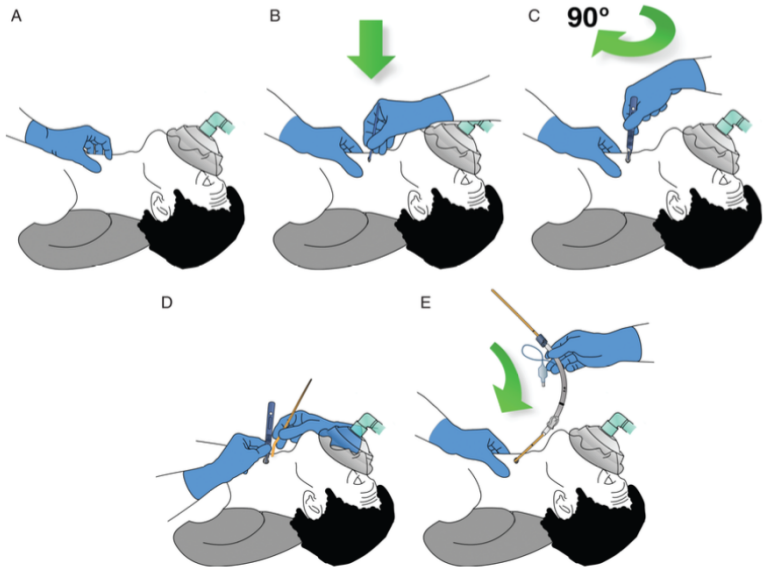
Načini intubacije z upogljivim bronhoskopom

Intubacijo z upogljivim bronhoskopom lahko izvedemo pri budnem ali spečem pacientu. Pri pacientu, pri katerem je znana težka oskrba dihalne poti bi se naj praviloma odločali za intubacijo z upogljivim bronhoskopom ob spontanem dihanju v budnem stanju (1). V kolikor obstaja na podlagi anamneze in kliničnega pregleda velika verjetnost za težave pri vzpostavitvi dihalne poti je prav tako treba razmisliti o uporabi te tehnike (1). Ker pa imajo indikatorji za težko oskrbo dihalne poti relativno slabo napovedno vrednost za težko oskrbo dihalne poti, je za vsakodnevno prakso ključna individualna presoja (1-3). Vsekakor ostaja dejstvo, da se pri nas zelo redko (oziroma premalokrat) odločamo za intubacijo v budnem stanju.
V nasprotju s prepričanjem nekaterih je tveganje za vdahnenje želodčne vsebine v pljuča pri intubaciji v budnem stanju še zmeraj prisotno, tako da morajo biti pacienti ustrezno tešči za elektivno izvedbo tega posega (1,4). Edina absolutna kontraindikacija za intubacijo v budnem stanju je pacientova zavrnitev tega načina oskrbe dihalne poti. Relativni kontraindikaciji sta alergija na lokalni anestetik in krvavitev iz dihalne poti (1). Za intubacijo z upogljivim bronhoskopom pri spečem pacientu se odločimo predvsem pri nepričakovani težki oskrbi dihalne poti, lahko pa tudi kot način rutinske vstavitve dihalne cevke.

Obstajajo različni načini izvedbe intubacije z uporabo upogljivega bronhoskopa (1,5,6):

a. intubacija skozi usta,
b. intubacija skozi nos,
c. intubacija skozi supraglotični pripomoček (I-gel št. 3: dihalna cevka velikosti < 6 mm; I-gel št. 4: dihalna cevka velikosti < 7 mm; I-gel št. 5: dihalna cevka velikosti < 7,5 mm),
d. intubacija s sočasno uporabo videolaringoskopa.

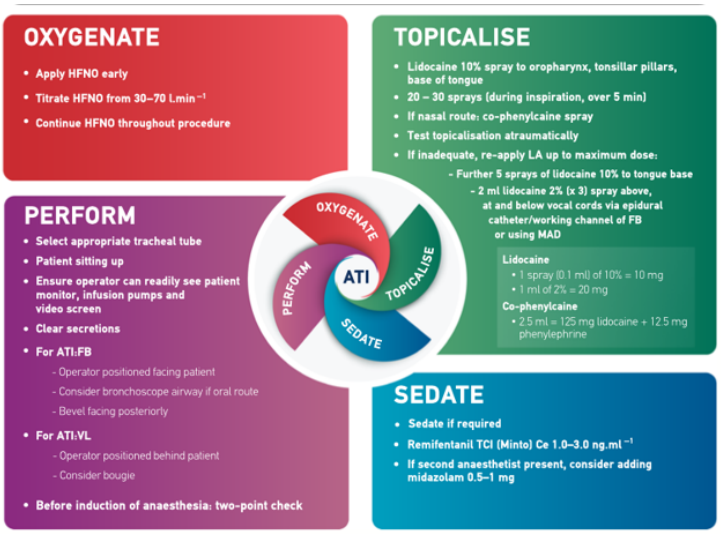
Zmeraj je nujno upoštevati zmožnost zagotavljanja ustrezne oksigenacije bolnika. V kolikor le-ta ni mogoča so lahko poskusi intubacije z upogljivim bronhoskopom preveč zamudni in je treba pravočasno razmisliti in se tudi odločiti za urgentno vzpostavitev dihalne poti preko vratu (ang. emergency front of neck access – eFONA) (Slika 2) (1,5).



Slika 2: Izvedba kirurškega odprtja dihalne poti - eFONA (ang. Emergency Front Of Neck Access) s tehniko skalpel-bougie-tubus (5,7).

Intubacija budnega pacienta

Jasno je, da je pristop k intubaciji z upogljivim bronhoskopom različen v primeru budnega ali spečega pacienta. Angleško združenje za anesteziologijo je leta 2019 izdalo prva priporočila za izvedbo intubacije v budnem stanju (1). Štirje ključni elementi za uspešno intubacijo v budnem stanju so oksigenacija, anestezija zgornje dihalne poti, učinkovita izvedba ter sedacija (Slika 3). Prav tako je pomembno, da pacientu dobro pojasnimo tehniko in predvidene načine lajšanja nelagodja.



Slika 3: Štirje ključni elementi za uspešno intubacijo v budnem stanju so oksigenacija, anestezija zgornje dihalne poti, učinkovita izvedba ter sedacija (1).

Oksigenacija

Med posegom je treba skrbeti za ustrezno oksigenacijo pacientove krvi. Pri tem govorimo o preoksigenaciji, ki jo lahko kvalitetno izvedemo preko obrazne maske (z doseganjem ETO2 > 90%) ter o peroksigenaciji, ki jo izvajamo tudi med samim posegom. Možnosti le-te so različne; za najbolj učinkovito se je izkazalo visokopretočno dovajanje navlaženega kisika preko nosu (ang. high-flow nasal oxygen), saj je incidenca desaturacije (SpO2 < 91%) pri tej tehniki nizka, do 1,5% (1).

Anestezija zgornje dihalne poti

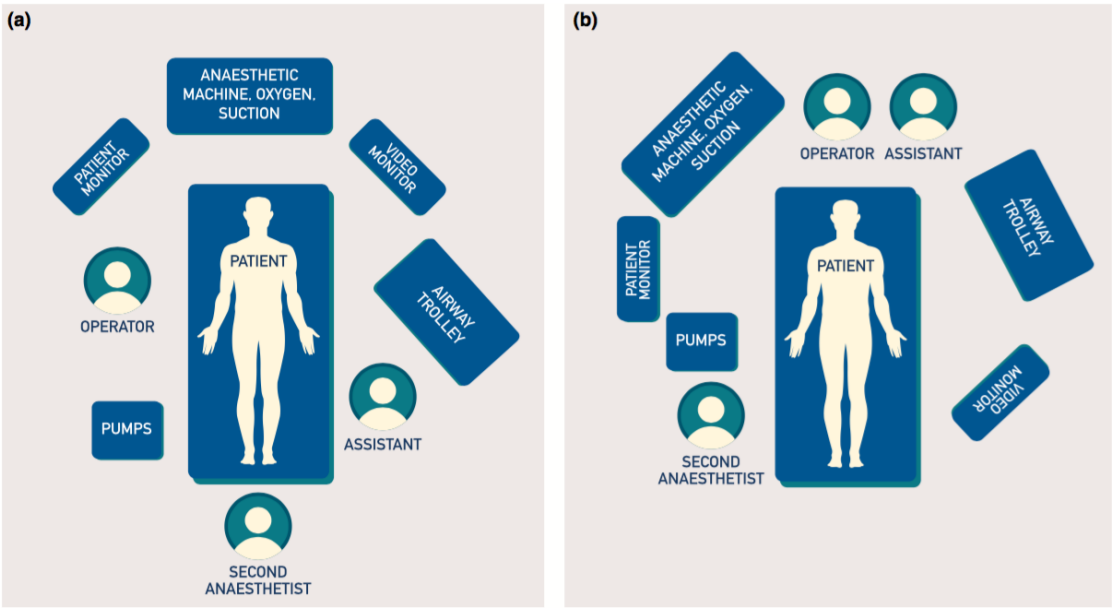
Uspešnost intubacije v budnem stanju je predvsem odvisna od zadostnosti anestezije zgornje dihalne poti. V kolikor se odločimo za intubacijo skozi nos, je treba aplicirati vazokonstriktor v nosno sluznico, saj zmanjša pojavnost epistakse (npr. kombinacija fenilefrina z lidokainom). Nadalje je treba anestezirati dihalno pot z lokalnim anestetikom, najpogosteje lidokainom, ki ima v primerjavi z ostalimi lokalnimi anestetiki boljši varnosti profil (1). Ključno je, da se ne preseže skupen odmerek lidokaina 9 mg/kg puste telesne teže pacienta. Zmeraj morajo biti na voljo vsa oprema in ustrezno znanje za ukrepanje v primeru pojava sistemske toksičnosti lokalnega anestetika. Zadostno anestezijo zgornje dihalne poti lahko dosežemo s topikalno aplikacijo lokalnega anestetika, s področno anestezijo ali kombinacijo obeh (glej poglavje: Stopar Pintarič T. Anatomija in anestezija zgornje dihalne poti z uporabo področne anestezije). Trenutno ni dokazov, ki bi govorili v prid uporabe določene tehnike topikalizacije; uporabimo lahko atomizator, tehniko "spray-as-you-go", transtrahealno injekcijo in nebulizacijo (1). Ne glede na uporabljeno tehniko je treba preveriti zadostnost anestezije dihalne poti pred pričetkom intubacije v budnem stanju (npr. z mehkim katetrom).

Sedacija

Intubacijo v budnem stanju lahko varno in uspešno izvedemo tudi brez sedacije. Uporaba sedacije pa zmanjša stopnjo nelagodja in anksioznosti pri pacientu; običajno pacienti sam postopek intubacije tolerirajo dlje časa kot pa v primeru brez sedacije. Zaželjeno je, da je en anesteziolog zadolžen zgolj za titriranje sedacije, v izogib posledicam prekomerne sedacije (depresija dihanja, izguba dihalne poti, hipoksija, aspiracija in hemodinamska nestabilnost) (1). Remifentanil (0,05 – 0,1 mcg/kg/min) in deksmedetomidine (bolus 1 mcg/kg telesne teže nato 0,2 – 1,0 mcg/kg/h) sta povezana z visoko stopnjo zadovoljstva pri pacientih in nizko verjetnostjo prekomerne sedacije ali zapore dihalne poti (1,8-10). Priporoča se uporaba enega sedativa (1). Propofol je povezan z višjo verjetnostjo prekomerne sedacije, kašljem in obstrukcijo dihalne poti kot remifentanil (8,9). Sedacija se ne sme uporabljati kot zamenjava za nezadostno topikalizacijo dihalne poti (1).

Izvedba

Treba je ustrezno pripraviti delovišče tako, da izvajalec z lahkoto vidi pacienta, monitor, infuzijske črpalke in zaslon upogljivega bronhoskopa (Slika 4). Običajno je pacient v sedečem položaju. Želimo, da pacient spontano diha, da je dobro anesteziran v območju zgornjih dihalnih poti ter da izvajamo uspešno oksigenacijo med izvedbo intubacije v budnem stanju. Smiselno je treba omejiti število poskusov na 3+1, kjer naj četrti poskus izvede najbolj izkušeni anesteziolog (1,5). Pri roki je treba imeti aspirator ter izbrati ustrezno velikost dihalne cevke; poševna odprtina dihalne cevke naj bo usmerjena posteriorno (manj zatikanja za aritenoidne hrustance). Pravilen položaj dihalne cevke je treba potrditi s kapnografijo in vizualizacijo sapnice z upogljivim bronhoskopom; t.i. dvotočkovna potrditev lege dihalne cevke (1). Šele nato je smiselno izvesti indukcijo splošne anestezije. Pred odstranitvijo bronhoskopa je treba potrditi zadostno oddaljenost konice dihalne cevke od karine. Mešiček na dihalni cevki se lahko napihne pred, med ali po indukciji splošne anestezije. Pacienti, ki jih intubiramo v budnem stanju zaradi znane ali predvidene težke oskrbe dihalne poti imajo povečano tveganje za zaplete ob odstranitvi dihalne cevke. Zato je treba imeti primerno strategijo za ekstubacijo (1,5).



Slika 4: Primera ergonomične postavitve delovišča (a in b), kot jih poročajo angleške smernice za intubacijo v budnem stanju (1).

Usposabljanje

Uspešnost intubacije v budnem stanju ni odvisna od starosti anesteziologa, ampak od izkušenosti v tem postopku (11). Pridobivanje izkušenj je mogoče na več načinov, tako z uporabo modelov, simulacij, kadavrov kot pacientov (1). Anesteziologi moramo izkoristiti vsako priliko za pridobitev in vzdrževanje te veščine (1). Samo zadostno število uspešnih intubacij z upogljivim bronhoskopom je način, da si pridobimo dovolj izkušenj. Ker je pacientov, pri katerih je indicirana bronhoskopska intubacija v budnem stanju sorazmerno malo, se lahko za bronhoskopsko intubacijo odločimo tudi pri pacientih po indukciji v splošno anestezij (pri katerih je sicer možna intubacija z direktno laringoskopijo) (12, 13). Dokler nismo dovolj samostojni, postopek izvajamo pod nadzorom izkušenega operaterja, ki nas nadzoruje in vodi ob pogledu na monitor.

Zaključek

Intubacijo z upogljivim bronhoskopom lahko izvedemo na različne načine. Intubacije v budnem stanju se pri nas zgodovinsko premalo poslužujemo tako z uporabo videolaringoskopa in/ali upogljivega bronhoskopa (1,14). Za uspešno izvedbo je ključno zagotoviti ustrezno usposabljanje ter slediti priporočilom o peroksigenaciji, anesteziji zgornje dihalne poti, sedaciji in izvedbi, ki sem jih na kratko opisal v tem prispevku. Osem ključnih priporočil angleškega združenja za anesteziologijo za izvedbo intubacije v budnem stanju je (1):

i) Intubacija v budnem stanju je metoda izbora ob prisotnosti indikatorjev za težko oskrbo dihalne poti.
ii) Priporočena je uporaba opomnika pred in med izvedbo.
iii) Kisik je treba zmeraj dodajati med izvedbo.
iv) Učinkovita topikalizacija oziroma anestezija zgornje dihalne poti mora biti preverjena. Maksimalni odmerek lidokaina ne sme preseči 9mg/kg puste telesne teže.
v) Previdna uporaba minimalne sedacije je koristna. V kolikor je izvedljivo naj bo en anesteziolog zadolžen zgolj za izvedbo sedacije. Sedacija ni nadomestilo za nezadostno anestezijo dihalne poti.
vi) Število poskusov je treba omejiti na 3, z možnostjo dodatnega poskusa, ki pa ga mora izvesti najbolj izkušen anesteziolog za ta poseg (3 + 1).
vii) Indukcijo anestezije se lahko izvede zgolj po dvotočkovni potrditvi uspešne vstavitve dihalne cevke: vizualna potrditev in kapnografija.
viii) Oddelki naj podpirajo anesteziologe za pridobitev in vzdrževanje kompetenc za izvedbo intubacije v budnem stanju.

Viri

1. Ahmad I, El-Boghdadly K, Bhagrath R, Hodzovic I, McNarry AF, Mir F, O'Sullivan EP, Patel A, Stacey M, Vaughan D. Difficult Airway Society guidelines for awake tracheal intubation (ATI) in adults. Anaesthesia. 2020 Apr;75(4):509-528. doi: 10.1111/anae.14904. Epub 2019 Nov 14.
2. Roth D, Pace NL, Lee A, Hovhannisyan K, Warenits AM, Arrich J, Herkner H. Bedside tests for predicting difficult airways: an abridged Cochrane diagnostic test accuracy systematic review. Anaesthesia. 2019 Jul;74(7):915-928. doi: 10.1111/anae.14608. Epub 2019 Mar 6.
3. Heidegger T. Management of the Difficult Airway. N Engl J Med. 2021 May 13;384(19):1836-1847. doi: 10.1056/NEJMra1916801.

4. Zdravkovic M, Berger-Estilita J, Sorbello M, Hagberg CA. An international survey about rapid sequence intubation of 10,003 anaesthetists and 16 airway experts. Anaesthesia. 2020 Mar;75(3):313-322. doi: 10.1111/anae.14867. Epub 2019 Oct 30.
5. Frerk C, Mitchell VS, McNarry AF, Mendonca C, Bhagrath R, Patel A, O'Sullivan EP, Woodall NM, Ahmad I; Difficult Airway Society intubation guidelines working group. Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. Br J Anaesth. 2015 Dec;115(6):827-48. doi: 10.1093/bja/aev371. Epub 2015 Nov 10.
6. 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 fusionof the entire cervical spine. Korean J Anesthesiol. 2012; 62(3):272-276.
7. Duggan LV, Lockhart SL, Cook TM, O'Sullivan EP, Dare T, Baker PA. The Airway App: exploring the role of smartphone technology to capture emergency front-of-neck airway experiences internationally. Anaesthesia. 2018 Jun;73(6):703-710. doi: 10.1111/anae.14247. Epub 2018 Mar 13.
8. Rai MR, Parry TM, Dombrovskis A, Warner OJ. Remifentanil target-controlled infusion vs propofol target-controlled infusion for conscious sedation for awake fibreoptic intubation: a double-blinded randomized controlled trial. British Journal of Anaesthesia 2008; 100: 125–30.
9. Lallo A, Billard V, Bourgain JL. A comparison of propofol and remifentanil target-controlled infusions to facilitate fiberoptic nasotracheal intubation. Anesthesia and Analgesia 2009; 108: 852–7.
10. Caron M, Parrot A, Elabbadi A, Dupeyrat S, Turpin M, Baury T, Rozencwajg S, Blayau C, Fulgencio JP, Gibelin A, Blanchard PY, Rodriguez S, Daigné D, Allain MC, Fartoukh M, Pham T. Pain and dyspnea control during awake fiberoptic bronchoscopy in critically ill patients: safety and efficacy of remifentanil target-controlled infusion. Ann Intensive Care. 2021 Mar 16;11(1):48. doi: 10.1186/s13613-021-00832-6.
11. El-Boghdadly K, Onwochei DN, Cuddihy J, etal. A prospective cohort study of awake fibreoptic intubation practice at a tertiary centre. Anaesthesia 2017; 72: 694–703
12. Šorli J. Osnovne smernice za bronhoskopsko tehniko. Učna delavnica o posebni intubaciji, Maribor 1995:20-21.
13. Estilita B, Steck K. Teaching Anaesthesia Residents Advanced Airway Skills: A Proposal for Teaching Orotracheal Intubation Using a Fiberoptic Bronchoscope. Journal of the Portuguese Society of Anesthesiology 2019, 28(1): 10–15. https://doi.org/10.25751/rspa.15811
14. Alhomary M, Ramadan E, Curran E, Walsh SR. Videolaryngoscopy vs. fibreoptic bronchoscopy for awake tracheal intubation: a systematic review and meta-analysis. Anaesthesia. 2018 Sep;73(9):1151-1161. doi: 10.1111/anae.14299. Epub 2018 Apr 17.

ALGORITEM ZA TEŽKO INTUBACIJO

Andreja Möller Petrun

Uvod

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
- vstavitev dihalne cevke s tesnilnim mešičkom v sapnik (intubacija)
- translaringealni/transtrahealni pristop (konikotomija, traheotomija)

Neustrezna oksigenacija in izmenjava plinov zaradi zapore dihalne poti, izgube zavesti, zaradi dihalne stiske ali vpliva zdravil med uvodom v anestezijo lahko vodita v nekaj minutah do nepovratne okvare možganov in celo v smrt. Zagotavljanje zadovoljive oksigenacije bolnika je nujno stanje najvišje prioritete. Otežena oskrba dihalne poti je eden od največjih izzivov za zdravnika, ki se z njo sreča. Bolniki ne umrejo zaradi nezmožnosti vstavitve dihalne cevke, ampak zaradi nezadovoljive oksigenacije (1).

Težka dihalna pot je definirana kot nezmožnost predihavanja z obrazno masko ter nezmožnost 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 vstavitev več kot 10 minut ne glede na prisotnost/odsotnost anatomskih posebnosti ali patologije dihal (2).*

Ker so nevroni energijsko zelo potratne celice in pride že po 3-4 minutah hipoksije do nepovratnih okvar, moramo ves čas zagotavljati ustrezno oksigenacijo. Zato je nujno, da imamo vnaprej pripravljen načrt alternativnega ukrepanja.

Za **nezmožnost predihavanja** z obrazno masko ali supraglotičnim pripomočkom gre, kadar je predihavanje nezadostno ali celo nemogoče (masivno uhajanje zraka, visok upor) (3).

Težka vstavitev supraglotičnega pripomočka (SGP) 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 (4).

Znaki težkega predihavanja so: nezadostnost ali odsotnost gibanja prsnega koša ali dihalnih šumov, znaki zapore dihalne poti, cianoza, napihovanje želodca, zmanjševanje vrednosti SpO_2, nizek ali odsoten CO_2 v izdihanem zraku, nezadosten ali odsoten pretok zraka v izdihu.

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 (5).

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

Po podatkih iz literature naj bi bilo predihavanje preko obrazne maske pri odraslih bolnikih neuspešno pri 1/1500, vstavitev dihalne cevke pri 1/1000-2000 ter vstavitev SGP 1/50 . Življenjsko nevarno stanje za bolnika, kjer ni možno ne predihavanje preko obrazne maske niti vstavitev dihalne cevke ("cannot intubate, cannot oxygenate" - CICO), se pojavi v 1/5000-10.000 primerov (6).

Napovedni dejavniki za težko laringoskopijo in vstavitev dihalne cevke

Težavnost oskrbe dihalne poti je odvisna od številnih dejavnikov: bolnikovih anatomskih in/ali fizioloških posebnosti, pridruženih bolezni, predhodnih kirurških posegov na dihalni poti, okoliščin oskrbe dihalne poti (prostorskih možnosti, opreme, osebja) (7). Med različnimi točkovnimi sistemi za napovedovanje predvidene težke vstavitve dihalne cevke in predihavanja s pomočjo obrazne maske nima prisotnost nobenega od posameznih dejavnikov tveganja visoke napovedne vrednosti. Praviloma se možnost otežene oskrbe dihalne poti povečuje, če je prisotnih več dejavnikov hkrati. Najbolj zanesljiv je pojav zapletov med samo oskrbo dihalne poti, zaradi česar je zelo pomemben podatek o oteženi oskrbi dihalne poti v preteklosti. Ostali dejavniki pa so še razne prirojene anomalije obraza, vratu in zgornje dihalne poti, vnetja, tumorji, krvavitve, poškodbe, otekline, opekline v tem področju, spremembe na vratni hrbtenici, debelost ter nosečnost (8). Znani dejavniki za težko indirektno laringoskopijo (videolaringoskop) je omejeno odpiranje ust (>2,5 cm), fiksiran vratni del hrbtenice v fleksiji ter tumor zgornjega prebavnega in/ali dihalnega trakta s stridorjem. V teh primerih se uporaba videolaringoskopa odsvetuje (9). Otežujejo jo tudi izločki v ustni votlini in žrelu (slina, kri, izbruhanina, gnoj).

Najpomembnejši zunanji dejavnik pri oteženi oskrbi dihalne poti je ustrezno izurjeno osebje, ki pozna opremo ter postopke za oskrbo dihalne poti. Pri tem je zelo pomembna komunikacija, s katero jasno predstavimo načrt oskrbe dihalne poti ter reševanja morebitnih težav sodelavcem, ki bodo pri oskrbi sodelovali. Veščine se najlažje in varno pridobijo s pomočjo šolanja na simulatorju (10). V resničnosti primerljivih pogojih imamo možnost spreminjanja okoliščin brez ogrožanja bolnika. Pridobljene veščine je potrebno redno obnavljati. Neprecenljivega pomena je možnost sodelovanja, ko se težave pri oskrbi dihalne poti pojavijo v resničnem življenju in jih rešuje ustrezno usposobljen zdravnik z izkušnjami. Velikega pomena za uspeh oskrbe dihalne poti je tudi okolje. Znano je, da se težave pri oskrbi dihalne poti bistveno pogosteje pojavljajo pri bolnikih, ki jih je potrebno oskrbeti zunaj operacijske dvorane. V takih razmerah imamo običajno na voljo manj opreme, slabše prostorske razmere in manj izurjenega osebja (11).

Protokol ukrepanja v primeru težke dihalne poti

Obstajajo različni protokoli za ukrepanje pri oteženi oskrbi dihalne poti (2,12,13). Njihov glavni namen je preprečevanje hipoksije. Hkrati je namen protokolov tudi zmanjševanje poskusov poseganja v dihalno pot, s čimer zmanjšamo možnost poškodbe ter dodatnih zapletov pri oskrbi dihalne poti (13). Trenutno so v nastajanju nove splošne smernice oskrbe dihalne poti pod okriljem Project for Universal Management of Airways - PUMA, ki naj bi bile izoblikovane do konca leta 2021 (14). **Pomembno je, da ima vsaka ustanova enega od protokolov oskrbe dihalne poti, ki je prilagojen možnostim v ustanovi, ga vsi poznajo, obnavljajo znanje ter protokol uporabljajo!**

Ne glede na predvidljivost pojava otežene oskrbe dihalne poti moramo pred vsako oskrbo dihalne poti vedno razmišljati o možnosti težav na vseh stopnjah oskrbe: pri preoksigenaciji, predihavanju z obrazno masko, vstavljanju supraglotičnega pripomočka, laringoskopiji, vstavljanju dihalne cevke, vzpostavljanju kirurške dihalne poti. **Varnost bolnika je vedno na prvem mestu!**

Priprava na oskrbo dihalne poti

Anamneza in klinični pregled sta temelj načrtovanja oskrbe dihalne poti. Tudi v urgentnih situacijah poskušamo od bolnika dobiti podatek o morebitnih težavah pri prejšnjih anestezijah ter narediti vsaj okvirno klinično oceno anatomije dihalne poti, vključno s pregledom vratu za kirurški dostop - FONA (angl. "Front of Neck Access") (13).
V zadnjih letih nekateri avtorji priporočajo ultrazvočni pregled vratu za pregled in določitev struktur kot so krikotiroidna membrana, lega ščitnice in sapnika pred oskrbo dihalne poti. V izurjenih rokah je ultrazvočna preiskava velika pomoč pri predhodnem načrtovanju mesta dostopa za morebitno potrebo po kirurškem dostopu do dihalne poti na vratu (15). Prav tako lahko z ultrazvočno preiskavo hitro in zanesljivo potrdimo pravilno lego dihalne cevke (16). Kljub temu pa v urgentnih primerih ne smemo izgubljati časa z iskanjem ultrazvočnega aparata, namesto da bi izvajali ustrezne ukrepe poskusov oksigenacije, če UZ aparat ni takoj pri roki, ali pa preiskave nismo vešči.
Pri načrtovanju oskrbe dihalne poti ne smemo pozabiti na oceno možnosti regurgitacije želodčne vsebine, še posebej ne v urgentnih situacijah in pri nosečnicah. Pred oskrbo dihalne poti je potrebno izvesti vse ukrepe za zmanjšanje možnosti regurgitacije in aspiracije želodčne vsebine v dihalne poti: nevtralizacija pH, praznenje prebavil z želodčno cevko, prokinetiki ter ustrezen čas teščosti, če čas dopušča. Potrebno je imeti tudi načrt ukrepanja, če do regurgitacije med oskrbo dihalne poti kljub vsemu pride (6).

Preoksigenacija

Pripravi načrta za oskrbo dihalne poti ter pregledu opreme sledi preoksigenacija z 80-100% kisikom. S preoksigenacijo pri zdravih odraslih bolnikih podaljšamo čas apneje, v katerem še ne pride do hipoksije (SpO_2 92% ali manj) (17). Cilj preoksigenacije je O_2 > 90% 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 (18). 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** (19). Pri slednjih je pomembno podlaganje pod ramena, saj s tem zmanjšamo možnost kolapsa dihalnih poti med izdihom (20). Dokazano je sicer, da s preoksigenacijo povzročimo nastanek resorbcijskih atelektaz ter posledičnega obvoda krvi skozi nepredihane predele v pljučih (šant), ki jih pogosto ne uspemo popraviti z mehanskim predihavanjem (21). Vendar je v izogib hipoksiji preoksigenacija temelj oskrbe dihalne poti (13).
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. Ta način je posebej priporočljiv pri kritično bolnih. 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 (22,23).

Predvidena otežena oskrba dihalne poti

V primeru, da na podlagi anamneze ter kliničnega pregleda obstaja verjetnost otežene oskrbe dihalne poti, se priporoča regionalna anestezija, če je možno. Kljub vsemu je potrebno 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. Velikega pomena je predhodni temeljit pogovor z bolnikom glede načina oskrbe njegove dihalne poti, saj je dobra psihološka priprava bolnika in njegovo sodelovanje med samo oskrbo dihalne poti ključnega pomena. Običajno se v takem primeru odločimo za vstavitev dihalne cevke s pomočjo fiberoptičnega bronhoskopa, možna pa je tudi uporaba videolaringoskopa (9,24-26). Za katero možnost se bomo odločili, zavisi od naših praktičnih izkušenj ter opreme, ki jo imamo na voljo. Ob tem bolnika analgosediramo (remifentanil 0,05-0,1 μg/kg/min, ali sufentanil 0,07-02 μg/kg v kombinaciji z midazolamom 0,015-0,05 mg/kg, propofolom 1-3mg/kg/h ali deksmedetomidinom 0,5-0,6 μg /kg/h) ter omrtvimo dihala s pomočjo lokalnega anestetika. Natančen opis fiberoptične vstavitve dihalne cevke je na voljo v članku avtorjev Collins in Blank (24). Z omenjeno kombinacijo analgosedacije in lokalne anestezije se lahko z ustreznim znanjem lotimo tudi retrogradne vstavitve dihalne cevke. V tem primeru po predhodnem omrtvičenju z lokalnim anestetikom ter zgoraj opisani analgosedaciji s pomočjo Seldingerjeve metode vstavimo žico preko krikotiroidne membrane skozi glasilke v usta ali nos (kamor žica zaide). Preko žice nato skozi usta ali nos vstavimo dihalno cevko v sapnik. Metoda ima v neizkušenih rokah lahko številne resne zaplete (26,27). Za planirano kirurško oskrbo dihalne poti s traheotomijo v lokalni anesteziji se odločimo praviloma le, kadar gre za za patologijo v področju zgornje dihalne poti (tumorji, ognojki, zlomi s hudimi potpludbami). Izvede pa jo specialist ORL.

Nepredvidena otežena oskrba dihalne poti

Za nepredvideno oteženo oskrbo dihalne poti gre, če to ugotovimo šele potem, ko je bolnik že v splošni anesteziji. V takih primerih je potrebno izjemno hitro odločanje o nadaljnih postopkih, ki bolnika rešujejo pred hipoksijo in usodnimi posledicami. **Takoj pokličemo pomoč in dovajamo 100% kisik!**

Predlog algoritma otežene oskrbe dihalne poti je prikazan na sliki 2 in je prirejen po DAS priporočilih ter priporočilih francoskega združenja za anesteziologijo (SFAR) (9,13).

V primeru pojava nepredvidene težke dihalne poti imamo dve možnosti:

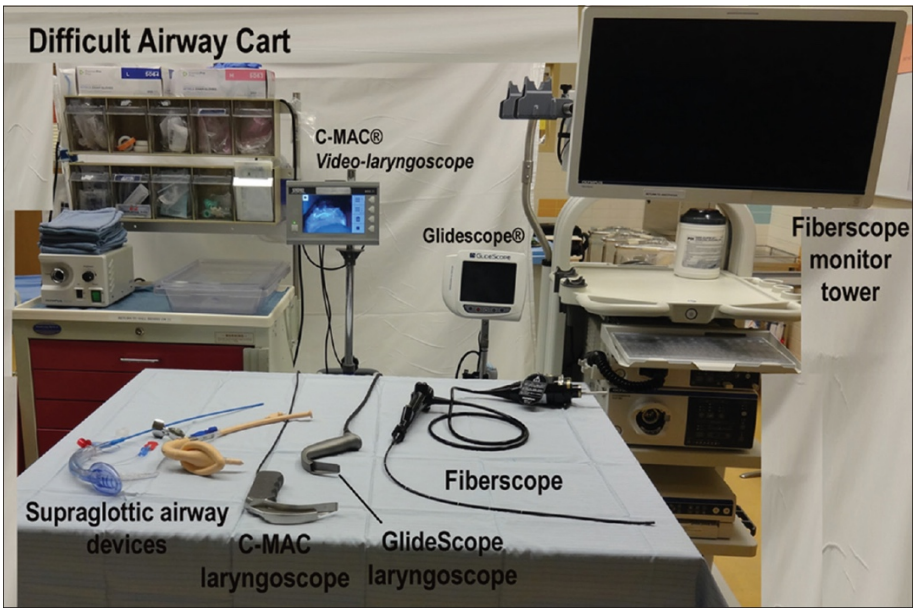
- predihavanje preko obrazne maske je možno, ni pa mogoča vstavitev dihalne cevke
- ni možno niti predihavanje preko obrazne maske niti vstavitev dihalne cevke („cannot intubate, cannot oxygenate“- CICO) – **gre za življenje ogrožujoče stanje!!!** s potrebo po takojšnjem ukrepanju.

Predihavanje preko maske JE možno

Predihavanje preko obrazne maske 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 ustnožrelno (angl. airway = Guedelov tubus) ali

redkeje nosnožrelno cevko. Če kljub temu nismo uspešni, ena oseba drži masko, medtem ko druga poskuša predihavati (4-ročno predihavanje).
Če je predihavanje uspešno, bolniku odmerimo mišični relaksant in poskušamo vstaviti dihalno cevko. Če vstavitev dihalne cevke v prvem poskusu ni uspešna, takoj pokličemo pomoč. Če je bolnika možno predihavati preko obrazne maske, si priskrbimo pripomočke za oskrbo težke dihalne poti, ki jih imamo na voljo. 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 laringoskopije (direktne ali videolaringoskopije) namreč poveča možnost poškodbe dihalne poti in nastanek otekline in/ali krvavitve, ki še dodatno otežujeta oskrbo dihalne poti.
Pri dveh ali več prisotnih dejavnikih, ki kažejo na oteženo oskrbe dihalne poti, je po francoskih smernicah priporočljivo že pri prvem poskusu uporabiti videolaringoskop (9).
Na tržišču je na voljo veliko pripomočkov za oskrbo težke dihalne poti. Kateri od njih je najučinkovitejši, ni čisto jasno. 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 vstavitev dihalne cevke s fiberoptičnim bronhoskopom ob sočasnem predihavanju bolnika z dihalno masko.

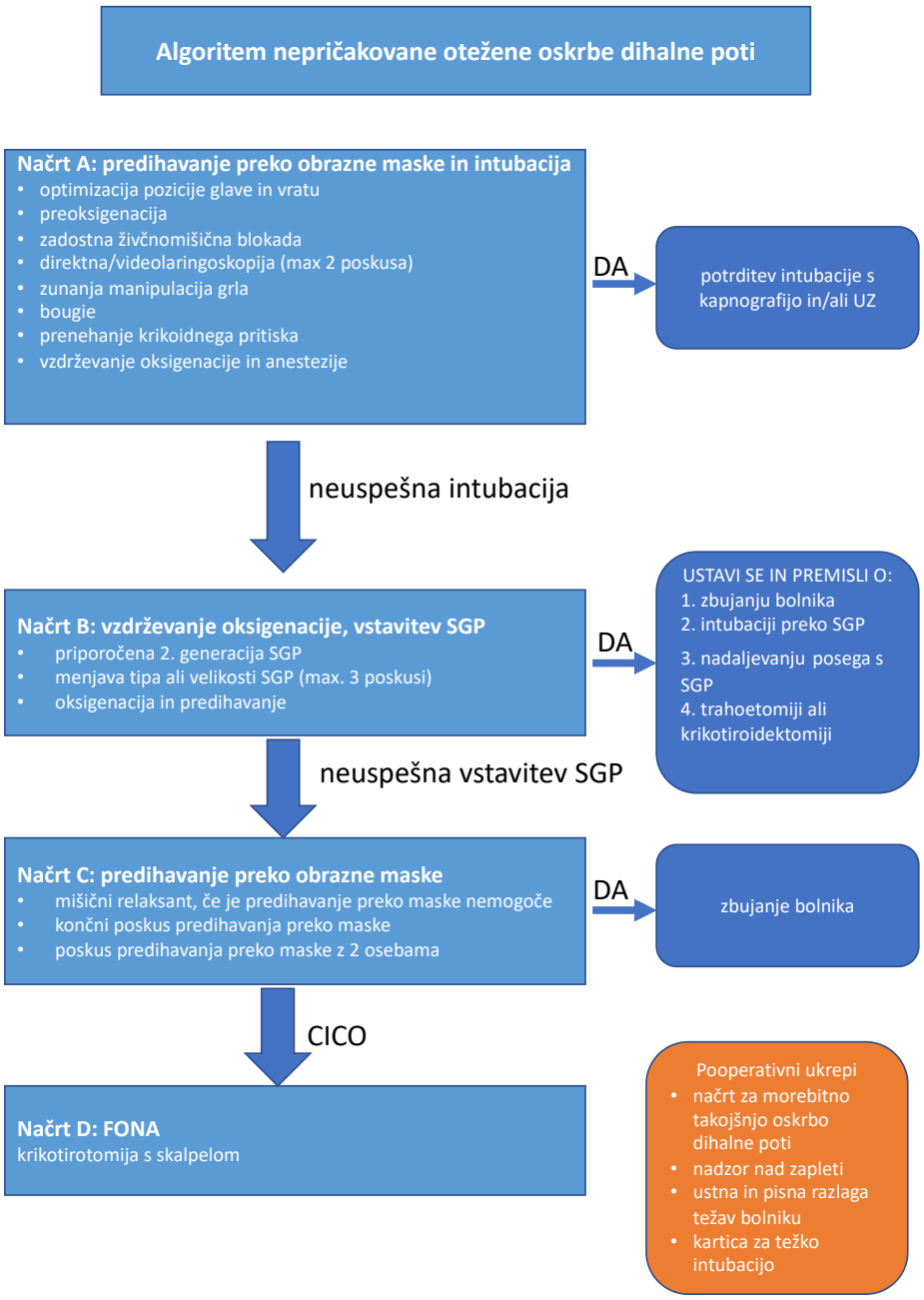


Slika 1: *Pripomočki za oskrbo težke dihalne poti, ki so na voljo na University of Minnesota (29).*

Če tudi v drugem poskusu z vstavitvijo dihalne cevke nismo bili uspešni, skušamo vstaviti enega od supra(ekstra)glotičnih (SGP) pripomočkov ter preko njega predihavati bolnika. Priporočljiva

je uporaba 2. generacije SGP. 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 življensko ogrožujoče krvavitve...). S pomočjo fiberoptičnega bronhoskopa lahko poskušamo vstaviti dihalno cevko v sapnik preko SGP v primeru, da je predihavanje preko SGP možno. Tudi na tej stopnji se lahko odločimo in zbudimo bolnika, če operacija ni življensko potrebna in predihavanje preko SGP ni varno za bolnika. Če operacija ni nujno potrebna, lahko bolnika tudi zbudimo. Takemu bolniku kasneje vstavimo dihalno cevko v analgosedaciji in lokalni anesteziji s pomočjo fiberoptičnega bronhoskopa, videolaringoskopa ali z retrogradno intubacijo, kot je to opisano zgoraj.

V primeru, da tudi s pomočjo supraglotičnega pripomočka ne moremo zagotoviti zadovoljivega predihavanja in zadovoljive oksigenacije bolnika, še enkrat poskusimo predihavanje preko obrazne maske, kot je opisano na sliki 2.

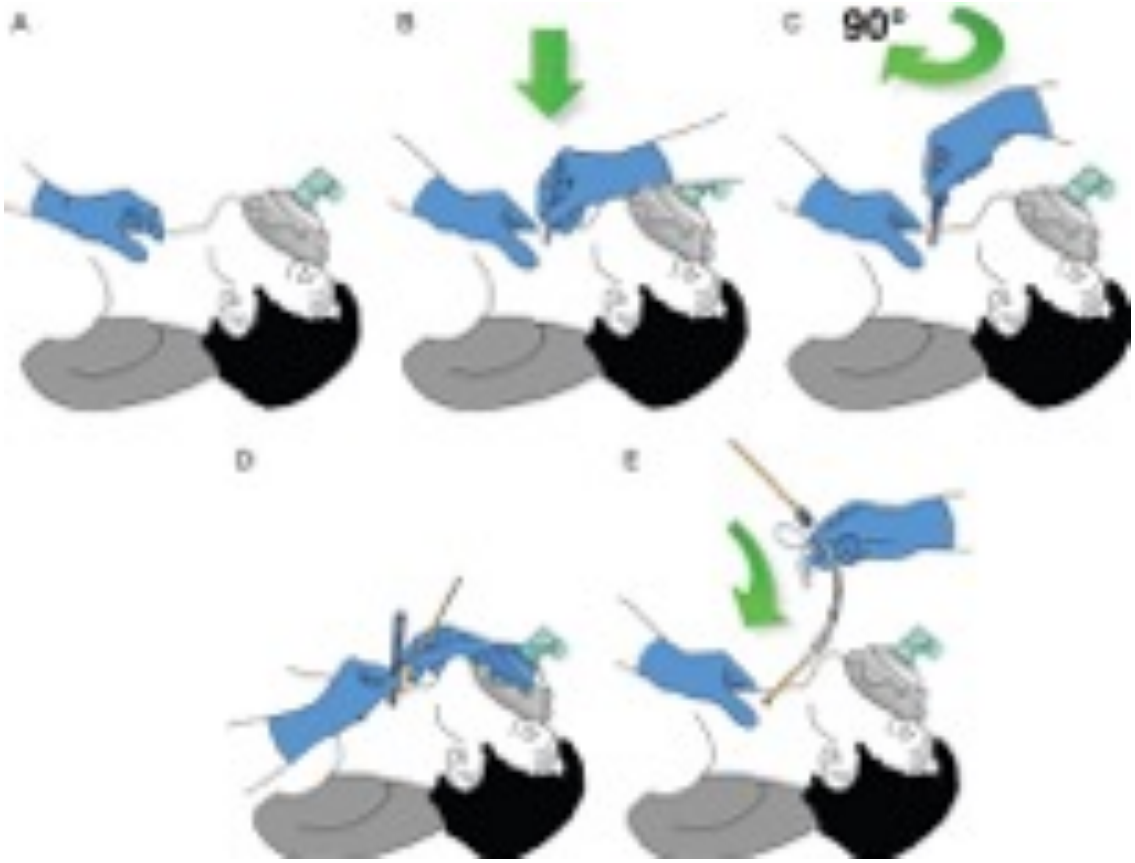


Slika 2: *Algoritem nepričakovane otežene oskrbe dihalne poti. Prirejeno po DAS smernicah in SFAR smernicah. SGP - supraglotični pripomoček, FONA - front of neck access*

Predihavanje preko obrazne maske NI možno

Če predihavanje preko obrazne maske ni možno, se odločimo za kirurško vzpostavitev dihalne poti (krikotiroidektomija=konikotomija = "front of neck access" - FONA).

Bolnika med pripravo postopka poskušamo predihavati preko obrazne maske s 100% kisikom. Za kirurško vzpostavitev dihalne poti obstajajo različne tehnike in različni seti (30). Po DAS smernicah je tehnika izbora FONA s pomočjo skalpela ("scalpel-bougie-tube"), ki je prikazana na sliki 3 (13). Omenjena tehnika je najhitrejša in najbolj zanesljiva metoda kirurške vzpostavitve dihalne poti. Možna je tudi uporaba za to posebej narejenih setov. V skrajnem primeru se je lahko lotimo z vensko kanilo, preko katere je nato potrebno predihavanje z jet ventilacijo (potreben poseben ventilator). Zavedati se moramo, da je neuspeh konikotomije in pojav zapletov glede na literaturo več kot 50% (6).



Slika 3: *FONA ("front of neck access"). A: oksigenacija, določitev krikotiroidne membrane s prsti nedominantne roke. B: transverzalni rez s skalpelom št. 10 preko krikotiroidne membrane z dominantno roko. Alternativa: če krikotiroidne membrane ne moremo otipati, naredimo 8-10 cm dolg vzdolžni rez in nato s prsti naredimo disekcijo, najdemo membrano ter jo prerežemo prečno. C: zasuk skalpela za 90 stopinj (rezilo v smeri nog). D: vstavitev bougie-ja v sapnik. E: Vstavitev tubusa št. 6 preko bougie-ja v sapnik (13).*

Kriteriji in postopek varne ekstubacije po oteženi oskrbi dihalne poti

Z uspešno oskrbo otežene dihalne poti se zgodba za bolnika in anesteziologa še ne zaključi. Enako pomemben je namreč načrt in izvedba odstranitve dihalne cevke oziroma SGP (ekstubacije) po končani operaciji ali drugem posegu na način, ki je za bolnika varen (9). Pred ekstubacijo je potrebno oceniti možnost zapletov s strani dihalne poti po ekstubaciji ter možnost kirurških zapletov, ki bi zahtevali ponovno potrebo po oskrbi dihalne poti. V primeru, da je tveganje za kirurške zaplete veliko (npr. krvavitev), je priporočljiva premestitev analgosediranega bolnika v enoto intenzivne na opazovanje in stabilizacijo vitalnih funkcij ter odloženo ekstubacijo. Po ekstubaciji so možni laringospazem, ugriz v dihalno cevko ali SGP in posledična hipoksija, aspiracija izločkov, pljučni edem zaradi negativnega pritiska (poskusi vdihov pri zaprti dihalni poti), nezmožnost dihanja zaradi otekline ali sprememb v dihalni poti (operacije v ORL področju, oteklina zaradi dolgotrajne operacije v Trendelenburgovem položaju), možnost motene zavesti po operaciji (npr. po nevrokirurških posegih na možganih) (31). Tudi če je tveganje za omenjene zaplete veliko, se priporoča odložena ekstubacija. Sicer pa se ekstubacije po oteženi oskrbi dihalne poti lotimo tako, da imamo ustrezno ekipo s praviloma 2 izkušenima anesteziologoma, ki imata na voljo potrebne pripomočke za oteženo

oskrbo dihalne poti. Po potrebi naj bo prisoten tudi specialist ORL. Predpogoj za ekstubacijo so: ustrezno izničenje mišične relaksacije (TOF - train of four" >90%), popolnoma buden in sodelujoč bolnik, bolnik spontano diha z zadovoljivimi dihalnimi volumni in frekvenco, bolnik je hemodinamsko stabilen in ima prazen želodec (9). Bolnika, ki je priklopljen na osnovni monitor (EKG, SpO2 in NIBP) namestimo v polsedeči položaj (pri možnosti zatekanja želodčne vsebine v bočni položaj), ga oksigeniramo s 100% kisikom, posesamo izločke iz ust, odpihnemo tesnilni mešiček ter izvlečemo dihalno cevko ali SGP ob koncu izdiha. S tem preprečimo nastanek atelektaz (iz dihalne cevke med ekstubacijo NE aspiriramo - pojav atelektaz!). Pri bolnikih, ki imajo lokalne dejavnike tveganja za zaplete v dihalni poti po ekstubaciji, se poslužimo izmenjevalnega katetra, ki ga skozi dihalno cevko ali SGP pred odstranitvijo le-te vstavimo v dihalno pot in ga po ekstubaciji tam še nekaj časa pustimo. Pri določenih bolnikih pa je pred ekstubacijo potrebna traheotomija (določena ORL patologija, predhodna FONA kot zadnja alternativa oksigenacije) (9).

Zaključek

Preden se lotimo oskrbe dihalne poti, je na podlagi anamneze in statusa tudi v nujnih primerih potrebno narediti načrt, 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 otežene oskrbe dihalne poti. Prvo vodilo pri tem naj nam bo vedno BOLNIKOVA VARNOST!

Viri

1. Williamson R. The airway decides the anaesthetic approach before tracheal intubation. Br J Anaesth. 1993;70(5):600. doi:10.1093/bja/70.5.600
2. Apfelbaum JL, Hagberg CA, Caplan RA, et al. 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):251-270. doi:10.1097/ALN.0b013e31827773b2.
3. Langeron O et al. Prediction of difficult mask ventilation. Anesthesiology 2000;92:1229–1236.
4. Cook TM, Lee G, Nolan JP. The ProSeal laryngeal mask airway: a review of the literature. Can J Anaesth 2005;52:739–760
5. Cormack RS, Lehane J. Difficult tracheal intubation in obstetrics. Anaesthesia 1984; 39: 1105–1111.
6. Cook TM, Woodall N, Frerk C. Fourth National Audit Project. Major compli-cations of airway management in the UK: results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. Part 1: anaesthesia. Br J Anaesth 2011;106:617–31.
7. Huitink JM, Bouwman RA. The myth of the difficult airway: airway management revisited. Anaesthesia. 2015;70(3):244-249. doi:10.1111/anae.12989
8. Gupta S, Sharma R, Jain D. Airway assessment : predictors of difficult airway. Indian J. Anesth. 2005 ;49:257-262.
9. Langeron O, Bourgain JL, Francon D, et al. Difficult intubation and extubation in adult anaesthesia. Anaesth Crit Care Pain Med. 2018;37(6):639-651. doi:10.1016/j.accpm.2018.03.013
10. Grande B, Kolbe M, Biro P. Difficult airway management and training: simulation, communication, and feedback. Curr Opin Anaesthesiol. 2017;30(6):743-747. doi:10.1097/ACO.0000000000000523
11. Durbin CG, Bell TC, Shilling AM. Elective intubation. Respiratory care 2014; 59(6): 825-849.

12. Piepho T, Cavus E, Noppens R, Byhahn C, Dörges V, Zwissler B, Timmermann A. S1 Leitlinien: Atemwegsmanagement. Dostopno na http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/001-028l_S1_Atemwegsmanagement_2015-04_01.pdf
13. Frerk C, Mitchell VS, McNarry AF, et al. Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. Br J Anaesth. 2015;115(6):827-848. doi:10.1093/bja/aev371
14. Chrimes N, Higgs A, Law JA, et al. Project for Universal Management of Airways - part 1: concept and methods. Anaesthesia. 2020;75(12):1671-1682. doi:10.1111/anae.15269.
15. Dinsmore J, Heard AMB, Green RJ. The use of ultrasound to guide time-critical cannula tracheotomy when anterior neck airway anatomy is unidentifiable. Eur J Anaesthesiol. 2011;28:506–10.
16. Gottlieb M, Holladay D, Burns K, et al. Accuracy of ultrasound for endotracheal intubation between different transducer types. Am J Emerg Med. 2019;37(12):2182-2185. doi:10.1016/j.ajem.2019.03.016.
17. 17. Nimmagadda U, Salem MR, Crystal GJ. Preoxygenation: Physiologic Basis, Benefits, and Potential Risks. Anesth Analg. 2017;124(2):507-517. doi:10.1213/ANE.0000000000001589.
18. Nimmagadda U, Chiravuri SD, Salem MR, Joseph NJ, Wafai Y, Crystal GJ, et al. Pre-oxygenation with tidal volume and deep breathing techniques: the impact of duration of breathing and freshgas flow. Anesth Analg 2001;92:1337–41.
19. De Jong A, Futier E, Millot A, et al. How to preoxygenate in operative room: healthy subjects and situations "at risk". Ann Fr Anesth Reanim. 2014;33(7-8):457-461. doi:10.1016/j.annfar.2014.08.001
20. Langeron O, Birenbaum A, Le Saché F, Raux M. Airway management in obese patient. Minerva Anestesiol. 2014;80(3):382-392.
21. Azam Danish M. Preoxygenation and Anesthesia: A Detailed Review. Cureus. 2021;13(2):e13240. Published 2021 Feb 9. doi:10.7759/cureus.13240.
22. Ricard JD, Gaborieau B, Bernier J, Le Breton C, Messika J. Use of high flow nasal cannula for preoxygenation and apneic oxygenation during intubation. Ann Transl Med. 2019;7(Suppl 8):S380. doi:10.21037/atm.2019.12.106.
23. Jaber S, Monnin M, Girard M, et al. Apnoeic oxygenation via high-flow nasal cannula oxygen combined with non-invasive ventilation preoxygenation for intubation in hypoxaemic patients in the intensive care unit: the single-centre, blinded, randomised controlled OPTINIV trial. Intensive Care Med. 2016;42(12):1877-1887. doi:10.1007/s00134-016-4588-9.
24. Collins SR, Blank RS. Fiberoptic intubation: an overview and update. Respir Care. 2014;59(6):865-880. doi:10.4187/respcare.03012
25. Alhomary M, Ramadan E, Curran E, Walsh SR. Videolaryngoscopy vs. fibreoptic bronchoscopy for awake tracheal intubation: a systematic review and meta-analysis. Anaesthesia. 2018;73(9):1151-1161. doi:10.1111/anae.14299
26. Moore A, Schricker T. Awake videolaryngoscopy versus fiberoptic bronchoscopy. Curr Opin Anaesthesiol. 2019;32(6):764-768. doi:10.1097/ACO.0000000000000771
27. Dhara SS. Retrograde tracheal intubation. Anaesthesia. 2009;64(10):1094-1104. doi:10.1111/j.1365-2044.2009.06054.x
28. Reena, Rastogi V. Limited mouth opening: Retrograde intubation revisited. Saudi J Anaesth. 2018;12(2):349-351. doi:10.4103/sja.SJA_547_17
29. Richtsfeld M, Belani KG. Anesthesiology and the difficult airway - Where do we currently stand?. Ann Card Anaesth 2017;20:4-7.
30. Price TM, McCoy EP. Emergency front of neck access in airway management. BJA Educ. 2019;19(8):246-253. doi:10.1016/j.bjae.2019.04.002
31. Lee PJ, MacLennan A, Naughton NN, O'Reilly M. An analysis of reintubations from a quality assurance database of 152,000 cases. J Clin Anesth 2003;15:575–81.

TEHNOLOGIJA INTUBACIJSKIH PRIPOMOČKOV – PRETEKLOST, SEDANJOST, PRIHODNOST

Miljenko Križmarić

Povzetek

Vzpostavljanje umetne dihalne poti je najpomembnejši korak pred izvedbo invazivne ventilacije bolnika, saj je zaščitena fiziološka dihalna pot in omogočena nam je ventilacija s pozitivnim tlakom, ki zagotavlja ustrezne dihalne volumne. Razvoj pripomočkov za zagotavljanje umetne dihalne poti se je začel z enostavnimi rigidnimi kanilami in nadaljeval vse do današnjih plastičnih cevk z mešički. Prvotni laringoskopi so bili na sončno svetlobo, današnji pa so opremljeni s halogenimi ali LED sijalkami. V prihodnosti lahko pričakujemo rutinsko uporabo videolaringoskopov z nastavitvami temperature svetlobe in njene intenzitete.

Preteklost

V 18 stoletju je bilo predvsem med mornarji mnogo utopitev, zato so iskali načine kako pomagati v teh primerih. Prvotni predlagani postopki so bili pihanje toplega zraka žrtvam, z vstavljanjem votle cevke, lijaka, votle palice, trstike, pipe ali drugih podobnih votlih cevk uvedenih v usta. V Amsterdamu je bilo leta 1767 ustanovljeno posebno društvo za reševanje žrtev nenadne utopitve, ki je ponujalo nagrade v vrednosti 6 zlatih dukatov osebam, ki bi rešile ali poskušale rešiti utopljenca. Leta 1773 se podoben sistem vpelje tudi v Londonu in predlagajo vstavljanje cevke v nosnico ter ventilacijo z mehom. Podobno kot Nizozemci so tudi Angleži dajali medalje in nagrade za poskuse oživljanja in za uspešno oživljanje. Cevko so poimenovali »kanila« in če jo ni bilo mogoče vstaviti skozi usta, so predlagali incizijo, ter vstavljanje neposredno v sapnik. Na sliki 1 so prikazani seti uporabljani za postopke slepega uvajanja kanile v sapnik in pripadajočega meha za ventilacijo.

Slika 1. Pripomočki za vstavljanje kanil v sapnik in ventilacijo, društva »Royal Humane Society«

Vstavljanje kanil se je nekoliko ustavilo po objavljeni francoski študiji Jean Jacques Joseph Leroy D'Etiolles-a (1798–1860), ki je pokazal, da visoki tlaki in volumni povzročajo rupturo pljuč in pnevmotoraks, ter posledično neuspešno oživljanje. Študija je bila predstavljena francoski akademiji, ki je začela umikati mehove in cevke iz protokola oživljanja. Tako je bilo za nekaj časa vstavljanje cevke potisnjeno v ozadje, čeprav so nekatere bolnišnice v Združenem kraljestvu še vedno uporabljale tak način ventilacije in intubacije.
V zgodnjih obdobjih plitve anestezije z etrom ni bilo pogostih težav z dihali. Poznejša uporaba globoke anestezije, pa je povzročala težave z obstrukcijo dihal in zaznani so bili relativno pozni znaki neustrezne ventilacije (cianoza). Bolniki so bili v tistih časih pogosto operirani v sedečem položaju s prostimi dihalnimi potmi. Pri bolj kompleksnih posegih, ko je bolnik bil v ležečem položaju, z glavo nagnjeno naprej, pa je prihajalo do več težav z dihali, saj je ob nezavesti prišlo do obstrukcije dihal. Obstrukcijo so pogosteje opazili pri uporabi kloroforma, kot anestetika.
Za reševanje problema zapore dihalne poti z jezikom so uporabljali posebno prijemalko za jezik (Slika 2). Posebno držalo je pred tem držalo zobje narazen in pogosto so bile posledice polomljeni zobje in poškodbe jezika. Jacob Heiberg (1843–1888), norveški kirurg, je opisal tak postopek, vendar ni bil preveč navdušen nad poškodbami. Z enostavnim manevrom dviga spodnje čeljusti, mu je na 1000 primerov, uspelo prikazati učinkovito vzdrževanje proste dihalne poti.

Slika 2: Prijemalka za jezik

Začetne dihalne poti so bile ravne gumijaste cevi, s premerom pol palca, dolge 3,25 cm, ki so bile pritrjene na kovinski obroč. Po nekaj letih uporabe je bila ta ravna cev spremenjena v ukrivljeno obliko, ki je bolj ustrezno odražala anatomske strukture v ustih in žrelu (slika 3). Ustno-žrelne dihalne poti so postajale zelo priljubljene in razvito je bilo precej različic s posebnimi imeni in oblikami. Izdelovali so jih iz različnih materialov, kot na primer guma, kovina in plastika.

Slika 3: Gumijaste in kovinske umetne dihalne poti – predhodnice Guedel ustno-žrelnega tubusa

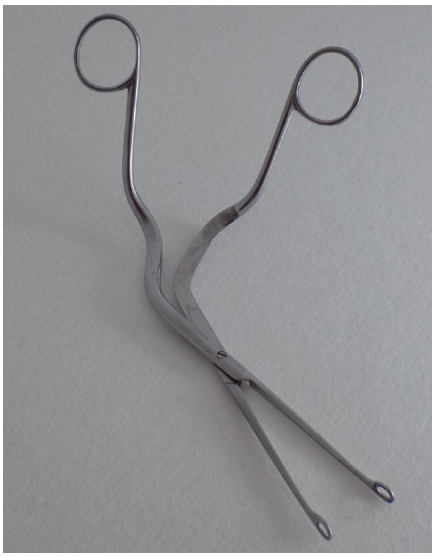
Leta 1871 je Friederich Trendelenburg (1844–1924) opisal poseben stožec in kovinsko kanilo s tesnilkami, ki jo je uporabljal pri bolnikih z izvedeno traheotomijo (Slika 16.8). Trendelenburgov stožec in kanila predstavljata začetke endotrahelane intubacije. Kanila je imela gumijasto tesnilko, ki je preprečevala, da bi kri zatekala v pljuča zaradi operativnih posegov v ustih. Lijak je bil v obliki stožca in je služil za aplikacijo etra. Njegov cilj je bil premagati težavo krvi, ki onesnažuje dihalne poti med oralno operacijo Čeprav učinkovita, je to bila precej nepriljubljena tehnika, ki nikoli ni bila na široko sprejeta.

Slika 4: Friederich Trendelenburgov stožec in kovinska kanila s tesnilkami

Franz Kuhn (1866–1929), ORL kirurg v nemškem Kasselu, je iskal način za zaščito dihalne poti pri bolnikih s krvavitvijo iz žrela. Leta 1902 je oblikoval prilagodljivo kovinsko cev s prirobnico in vodilo za to cevko (slika 5). Kuhn je še naprej spreminjal in razvijal svoj pripomoček za intubacijo in na vrsto pride tudi nazotrahealna različica. Kuhnove kanile so bile neposredne predhodnice sodobnih dihalnih cevk.

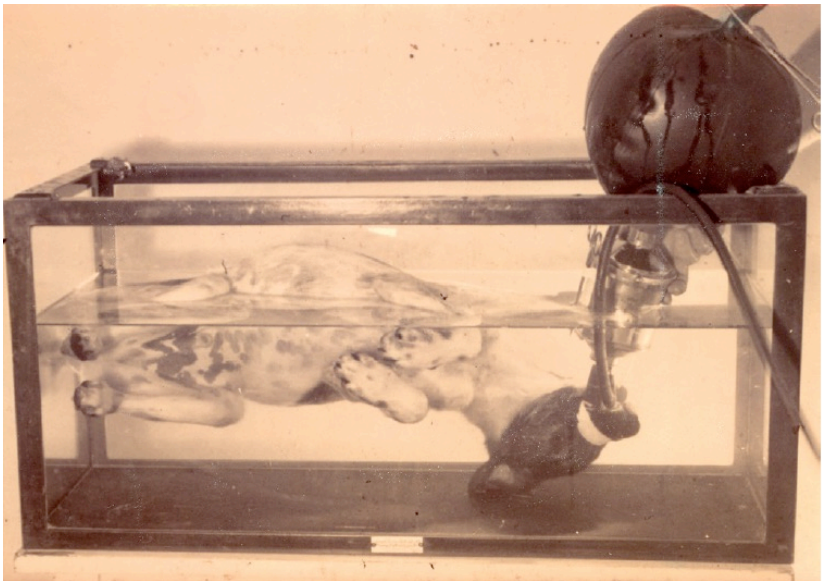
Slika 4: Kuhnova cev z notranjim vodilom

Ivan Magill (1888–1986), je po prvi svetovni vojni začel delati v angleški kraljevi bolnišnici. Več kot 60.000 britanskih vojakov je med vojno utrpelo poškodbe glave in oči izven strelskih jarkov. Bolnišnica je bila center za zdravljenje teh kompleksnih poškodb obraza. Na podlagi izkušenj svojih predhodnikov (Wade, Silk in Clayton) je Magill uporabil svoje inovativne sposobnosti iskanja novih rešitev za vzpostavljanje dihalnih poti. Insuflacijska anestezija je sicer omogočila proste dihalne poti, a je tudi kirurga izpostavila konstantnem curku krvi in etra, saj tesnilke na cevki še niso bile uporabljane. Magill je vstavil drugo dodatno cevko, in žrelo »zapakiral« okoli obeh cevk, tako da je izdihan zrak bil usmerjen stran od kirurškega polja. Obe cevki je vstavil pod neposrednim vidnim poljem z uporabo laringoskopa, ki ga je tudi sam razvil.
V začetnih poskusih je Magill uporabljal katetre s kovinsko palico, vstavljeno skozi lumen katetra, pozneje pa je leta 1920 razvil svoje znamenite prijemalke, predstavljene na sliki 5.



Slika 5: Magillove prijemalke

Pri razvoju dihalne cevke sledi uporaba napihljivega mešička – tesnilke, Arthurja E. Guedela (1883–1956) in Ralph M. Watersa (1883–1979) v poznih 1920. Učinkovitost take tesnilke je bil precej dramatično prikazan z demonstracijo potopljenega psa. Na gledališkem odru je bil anesteziran in intubiran pes, potopljen pod vodo v akvariju (slika 5). Po eni uri predavanja se je pes prebudil in bil ekstubiran brez škodljivih posledic. Pes je nekaj časa živel pri družini Guedel; žal je izginil po dveh letih "... mislim, da ga je nekdo ukradel."



Slika 5: Potopljen pes v akvariju z dihalno cevko s tesnilko

Dihalne cevke izdelane v rdeči gumi so se še naprej razvijale in njihova kakovost se je nenehno izboljševala. Naslednja izboljšava je bil dodatek »pilotnega« balončka Christopherja L Hewerja (1896–1986) za nadzor nad tlakom v tesnilki in opozorilo na perforacijo le-te. Stranska odprtina, tako imenovana Murphyjevo oko, je delo Franka Murphyja (1900–1972) v Detroitu. Podjetje Portland Plastics, kasneje preimenovano v Portex, je izdelovalo plastične pripomočke v zobozdravstvu. Podjetje je raziskalo možnost izdelave cevk iz polivinilklorida (PVC). Prve

uporabe so bile na vojaškem področju, kjer so cevi bile namotane na kolut in se je izrezala določena dolžina. S škarjami so nato izrezali poševni rob in po potrebi zgladili konico z vročo lopatico ter polirali cev s krpo, prepojeno s kloroformom. V naslednjih letih so PVC cevi, v različnih velikostih, bile na voljo tudi civilnim anesteziologom, tako za odrasle kot za pediatrično populacijo. Leta 1958 je bila dodana radioopačna črta in napihovanje mešička je bilo izvedeno s cevko vgrajeno v steno dihalne cevke, kar pa pri cevkah iz gume ni bilo mogoče. Konec šestdesetih let je dolgotrajna intubacija postala pogostejša in pojavile so se skrbi o poškodbah sluznice zaradi visokega tlaka tesnilnega balončka in izpiranja strupenih snovi, ki se uporabljajo pri izdelavi PVC. Izdelali so nizkotlačne mešičke najprej za traheostome in pozneje za dihalne cevke. Leta 1968 so s poskusih na živalih ugotovili, da bi PVC lahko povzročal neželene reakcije in razvili so standarde. Na cevkah je tako bilo mogoče videti oznako Z-79, ki je označevala ime standardizacijskega odbora in oznako IT (Implant Tedsted): »Z79-IT« Zaskrbljenost se je pojavila tudi glede strupenih snovi, ki se sproščajo s sterilizacijo, kar je privedlo do prvih pozivov za enkratno uporabo PVC cevk.
Prvi laringoskopi so bili v obliki črke U (slika 6), ki jih je razvijal ameriški kirurg Chevalier Jackson (1865–1958) v Pittsburghu. Laringoskop se je držal v levi roki in postal priljubljen na področju ORL. Anesteziologi so ga prav tako dobro sprejeli njegovo obliko za vstavljanje dihalnih cevk. Zavedali so se pomena dobrega vira svetlobe in ga vključil v distalni del ročaja laringoskopa.
Henry H. Janeway (1873–1921) je prvi oblikoval laringoskop s steklenimi prizmami in okularjem, posebej za vstavljanje dihalne cevke, ki se je uvajala po lumnu laringoskopa. Pozneje je laringoskop bil tako preoblikovan, da prizme niso bile več potrebne in se je uporabilo neposredno vidno polje. V držalu je imel dve bateriji in stikalo za vklop žarnice.

Slika 6: Laringoskop Chevalier Jacksona

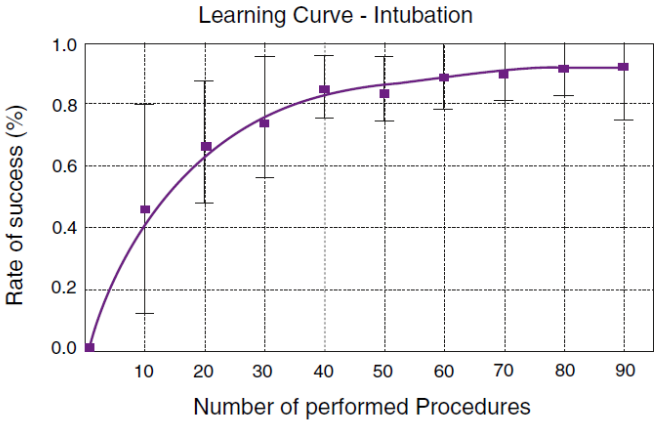
Ivan Magill je razvil svoj lasten laringoskop, ki ga je sprva napajal zunanji vir, kasneje pa so v ročaj vgradili baterije (slika 7).

Slika 7: Laringoskop Magilla

"Everything has been said before, but since nobody listens, we have to keep going back and beginning all over again." Andre Gidé. Le traité du Narcisse: Theorie du symbole 1891.

Sedanjost

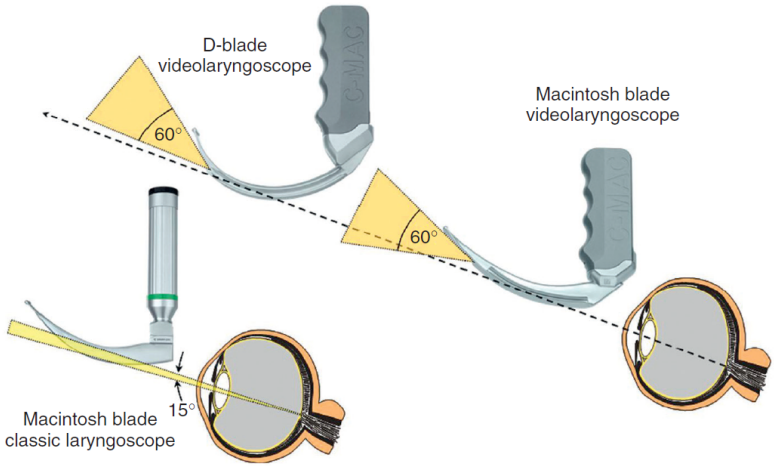
Današnje dihalne cevke so v večini primerov iz PVC materiala s stransko »Murphy eye« odprtino, radioopačno črto, ki se vidi pod rentgenom, ter ustrezno ukrivljenostjo za lažje vstavljanje. Tesnili mešički so iz PVC materiala ali silikona, oblikovani kot visokotlačni mešički za krajše intubacije, ali kot nizkotlačni za dolgotrajno ventilacijo. Sam postopek intubacije je uspešen v 90% pri učenju intubacije z Macintosh laringoskopom nekje pri 57 poskusih, kar nam prikazuje krivulja učenja na sliki 8.



Slika 8: Krivulja učenja za postopek intubacije

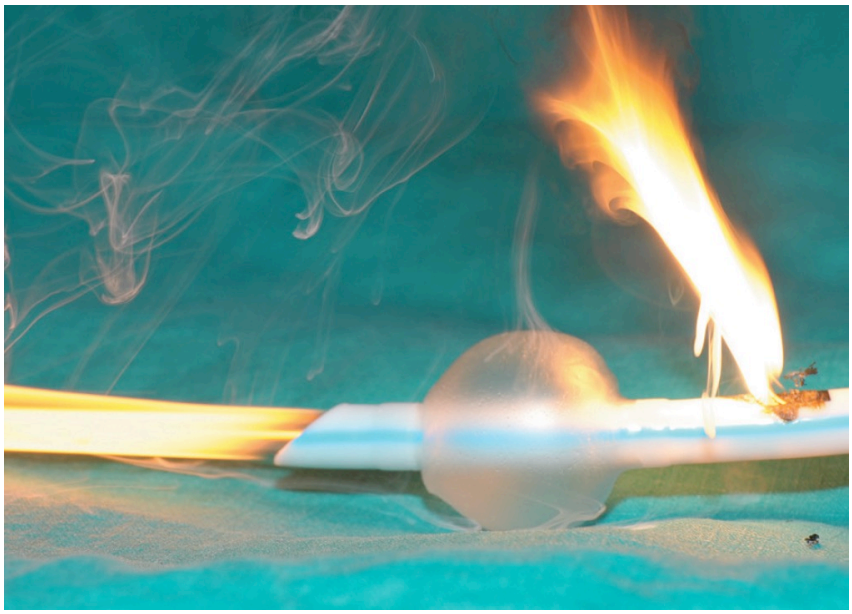
Tehnologija optičnih vlaken je anesteziologom omogočila tudi pogled »za ovinek«, vendar so morali, tako kot pri vseh zgodnjih endoskopih, gledati skozi majhen okular na koncu endoskopa. Zgodnji poskusi projekcije slike na zaslon so bili z uporabo težkih zunanjih kamer. V začetku osemdesetih let je proizvajalec Welch Allyn uporabil tehnologijo CCD (charge coupled device), ki se je že uporabljala pri fotoaparatih in jo vključil v endoskope. Njihov prototip video endoskopa za kolonoskopijo je bil začetek revolucionarne spremembe

tehnologije v endoskopiji, saj je kamera bila nameščena na vrhu endoskopa. Video laringoskopi imajo vgrajeno miniaturo videokamero na vrhu žlice laringoskopa in optična vlakna napeljana skozi samo žlico. Posneta slika se prenaša na monitor, ki je bodisi nameščen na ročaju ali na ločenem prikazovalniku. Digitalni video laringoskopi imajo v primerjavi s klasičnimi laringoskopi mnogo večji kot vizualizacije. Slika 9 prikazuje vidni kot 15 ločnih stopinj pri klasičnem Macintosh laringoskopu, v primerjavi s 60 ločnimi stopinjami pri sodobnih video laringoskopih.



Slika 9: Vidni koti pri različnih oblikah laringoskopov

Če hočemo zagotoviti dober pogled na anatomske strukture pomembne pri intubaciji, jih je treba osvetliti z ustrezno svetlobo. Z očmi zaznamo vidno svetlobo, ki ima valovne dolžine med 400 in 700 nm. Merjenje krakteristik laringoskopa samo z določanjem osvetljenosti, oziroma luksov, je premalo in nam ne ponudi dovolj podatkov o kvaliteti laringoskopa. Porazdelitev svetlobe prav tako igra pomembno vlogo kot dodaten parameter, saj so strukture prikazane v širšem obsegu. Močnejša svetloba laringoskopa ni nujno prednost in osvetljenosti pod 700 lx bi naj anesteziologom ustrezala. Barva svetlobe je pogosto kombinacija modre in bele, da dosežemo primerno vidljivost. Modra svetloba (415 nm) ustreza vrhu absorbcije hemoglobina in se pri uporabi te svetlobe poveča vidljivost kapilarnega ožilja na površini sluznice. Žarnice na standardnih laringoskopih so največkrat halogene in svetijo v rumeni topli barvi. Drugi izbor - LED (light-emitting diode) polprevodniški izvori svetlobe imajo predvsem daljši čas delovanja saj porabijo manj energije. Z njimi ne moremo povzročiti opeklin, kot se je na primer dogajalo z žarnicami nameščenimi na žlici laringoskopa.
Pri delu z laserji na področju ORL, moramo biti pozorni na dihalno cevko, saj lahko pride do vžiga cevke, pri osvetlitvi z lasersko svetlobo. Posledice za bolnika so v teh primerih zelo hude. Dihalna cevka iz PVC materiala se pod vplivom laserskih žarkov lahko vžge, kot je prikazano na sliki 10. Za gorenje so vedno potrebne tri komponente (tako imenovani požarni trikotnik): vnetljiva snov (PVC dihalna cevka), toplota (vir energije v obliki laserske svetlobe) in oksidant (kisik v dihalni mešanici).



Slika 10: Posledice vžiga PVC cevke zaradi laserja

Prihodnost

Na prvem mestu vidimo prihodnost v rutinski uporabi videolaringoskopov. Trenutni tradicionalni laringoskop pa bo dobil mesto drugega izbora, ko videlaringoskop ne bo deloval ali ne bo na voljo. Tako se bo bistveno zmanjšalo tveganje z zapleti pri intubaciji in višji bo delež uspešnih prvih poskusov. Nadalje bodo proizvajalci po vsej verjetnosti ponujali dodatke kot so ročno nastavljanje jakosti svetlobe in izbiro ustrezne barve svetlobe.
Tehnologija bo s časom vse bolj zapletena, kompleksna in nujna bodo usposabljanja v kontroliranem okolju, čim bolj podobnem pravim kliničnim razmeram in na modelih, ki zelo verno predstavljajo realnega bolnika (slika 10).
.

Slika 11: Usposabljanja na simulatorjih v kontroliranem okolju

Literatura

1. Furman WR. "Hagberg and Benumof's Airway Management." Anesthesia & Analgesia, Elsevier; 2018.
2. Finucane BT, Santora AH, Tsui BCH. Principles of airway management. New York: Springer; 2003.
3. Malan CA, Scholz A, Wilkes AR et al. Minimum and optimum light requirements for laryngoscopy in paediatric anaesthesia: a manikin study. Anaesthesia 2008; 63: 65–70.
4. Scholz A, Farnum N, Wilkes AR et al. Minimum and optimum light output of Mackintosh size 3 laryngoscopy blades: a manikin study. Anaesthesia 2007; 62: 163–168.
5. Koh THHG, Coleman R. Oropharyngeal burn in newborn baby: new complication light-bulb laryngoscopes. Anesthesiology 2000; 92: 277–279.
6. Marks RRD, Hancock R, Charters P. An analysis of laryngoscope blade shape and design: new criteria for laryngoscope evaluation. Can J Anaesth 1993; 40: 262–270.

SEZNAM AVTORJEV:

- **Doc. dr. Peter Poredoš, dr. med.** - Klinični oddelek za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok, UKC Ljubljana
- **Izr. prof. dr. Maja Šoštarič, dr. med.** - Klinični oddelek za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok, UKC Ljubljana; Katedra za anesteziologijo, MF
- **Asist. dr. Gordana Taleska, dr. med.** - Klinični oddelek za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok, UKC Ljubljana
- **Doc. dr. Janez Benedik, dr. med.** - Klinični oddelek za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok, UKC Ljubljana, Zaloška cesta 7, 1000 Ljubljana
- **Dr. Jožica Wagner Kovačec, dr. med.** - Oddelek za anesteziologijo, intenzivno terapijo in terapijo bolečin, UKC Maribor
- **Vesna Sok, dr. med.** - Oddelek za anesteziologijo, intenzivno terapijo in terapijo bolečin, UKC Maribor
- **Darjan Kos, dr. med.** - Oddelek za anesteziologijo, intenzivno terapijo in terapijo bolečin, UKC Maribor
- **Izr. prof. dr. Dušan Mekiš dr. med.** - Oddelek za anesteziologijo, intenzivno terapijo in terapijo bolečin, UKC Maribor
- **Izr. prof. dr. Tatjana Stopar Pintarič, dr. med.** - Klinični oddelek za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok, UKC Ljubljana, Višja znanstvena sodelavka, Inštitutu za Anatomijo, MF UL
- **Dr. Liljana Markova, dr. med.**, Klinični oddelek za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok, UKC Ljubljana
- **Asist. dr. Marko Zdravkovič, dr. med.** - Oddelek za anesteziologijo, intenzivno terapijo in terapijo bolečin, UKC Maribor, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Univerza v Mariboru
- **Doc. dr. Andreja Moller Petrun, dr. med.** - DES, Oddelek za anesteziologijo, intenzivno terapijo in terapijo bolečin, UKC Maribor,
- **Red. prof. dr. Miljenko Križmarič** - Medicinska fakulteta Univerze v Mariboru, Fakulteta za zdravstvene vede Univerze v Mariboru

AbbVie SEVOrane®

več kot
20 let **izkušenj**
Leta 1995 je podjetje Abbott na tržišče pripeljalo zdravilo SEVOrane®

Inovacije **za varnost osebja**

AbbVie SEVOrane®
več kot
1.000.000.000
operacij po svetu

Skrb za bolnike

- Zdravilo SEVOrane® je indicirano za indukcijo in vzdrževanje splošne anestezije pri odraslih in otrocih, za bolnišnične in ambulantne operacije[2]
- Deluje hitro in ne draži[2]
- Omogoča gladko in hitro izgubo zavesti med inhalacijsko indukcijo ter hitro okrevanje po prekinitvi anestezije[2]

Plastenka iz polietilen naftalata (PEN)
- Nelomljiva
- Transparentna
- Lahka

Quik-Fil® sistem
- Omogoča takojšnjo uporabo zdravila, brez dodatne uporabe adapterjev za polnjenje hlapilnikov
- Minimalizira izpostavljenost osebja anestetiku

Vsebnost vode > 300ppm
- Zaščita pred potencialnimi reakcijami z Lewisovimi kislinami in nastankom fluorovodikove kisline

Holografski varnostni trak
- Ščiti pred ponarejanjem izdelka in potrjuje, da plastenka še ni bila odprta

Konstantna dobava zdravila

Omogočamo nemoteno oskrbo s sevofluranom v več kot **120 držav** po svetu[1]

Hlapilniki

AbbVie nudi bolnišnicam hlapilnike s **Quik-Fil®** sistemom v brezplačno uporabo

SKRAJŠAN POVZETEK GLAVNIH ZNAČILNOSTI ZDRAVILA
Sevorane 250 ml para za inhaliranje, tekočina. **Sestava:** 250 ml tekočine vsebuje 250 ml sevoflurana. **Terapevtske indikacije:** indukcija in vzdrževanje splošne anestezije pri odraslih in otrocih, za bolnišnične in ambulantne operacije. **Odmerjanje in način uporabe:** *Premedikacija:* Premedikacijo je treba izbrati glede na potrebe posameznega bolnika in po anesteziologovi presoji. *Kirurška anestezija:* Sevofluran je treba aplicirati z uparjevalnikom, posebej umerjenim za uporabo s sevofluranom, tako da je mogoče uporabljeno koncentracijo natančno nadzorovati. MAK sevoflurana se zmanjšuje s starostjo in dodajanjem dušikovega oksida. *Indukcija:* Odmerjanje mora biti individualno, prilagojeno želenemu učinku glede na bolnikovo starost in klinično stanje. *Vzdrževanje:* Kirurško raven anestezije je mogoče ohranjati s koncentracijo od 0,5 do 3% sevoflurana, s sočasno uporabo dušikovega oksida ali brez nje. *Starejši:* za vzdrževanje kirurške anestezije so ponavadi potrebne manjše koncentracije. *Bolniki z okvaro jeter:* Pri bolnikih z okvarjenim delovanjem jeter je sevofluran učinkovit in ga bolniki dobro prenašajo. *Bolniki z okvaro ledvic*: Glede na pogostnost in velikost sprememb koncentracije kreatinina v serumu sevofluran ni dodatno poslabšal delovanja ledvic. *Prebujanje:* Časi prebujanja po anesteziji s sevofluranom so praviloma kratki. *Pediatrična populacija:* Odmerjanje glede na starost. **Kontraindikacije:** Znana preobčutljivost ali sum na preobčutljivost za sevofluran ali za druge halogenirane inhalacijske anestetike. Znana ali možna genetska dovzetnost za maligno hipertermijo. Kontraindiciran pri bolnikih, pri katerih je kontraindicirana splošna anestezija. **Posebna opozorila in previdnostni ukrepi:** Zdravilo Sevorane lahko povzroči depresijo dihanja, ki je še spodbujena z narkotičnimi predzdravili ali drugimi zdravili, ki povzročajo depresijo dihanja. Dihanje mora biti nadzorovano in, če je potrebno, podprano. Zdravilo Sevorane smejo aplicirati samo osebe, usposobljene za dajanje splošne anestezije. Na voljo mora biti oprema za vzdrževanje proste dihalne poti, umetno ventiliranje in dodatno oksigenacijo ter za cirkulacijsko reanimacijo. Koncentracija sevoflurana, ki se dovaja iz uparjevalnika, mora biti natančno znana. Lahko se uporabljajo le uparjevalniki, posebej umerjeni za sevofluran. Odmerjanje splošnega anestetika mora biti individualno glede na odziv bolnika. Hipotenzija in respiratorna depresija postajata s poglabljanjem anestezije izrazitejši. Posamično so poročali o podaljšanju QT intervala, zelo redko povezanim s "torsade de pointes" in ventrikularni aritmiji pri pediatričnih bolnikih s Pompejevo boleznijo. Previdnost je potrebna pri bolnikih z boleznimi mitohondrijev. Med vzdrževanjem anestezije lahko povečanje koncentracije sevoflurana povzroči od odmerka odvisno znižanje krvnega tlaka. Posebna pozornost je potrebna pri izbiri odmerka za bolnike s hipovolemijo, hipotenzijo ali drugače hemodinamsko nestabilnih. Vzdrževanje hemodinamske stabilnosti je pomembno za preprečitev miokardne ishemije pri bolnikih s koronarno arterijsko boleznijo. *Jetra:* Poročali so o zelo redkih primerih blage, zmerne ali hude okvare jeter ali hepatitisu z ali brez zlatenice v post-operativnem obdobju. *Maligna hipertermija*: Pri dovzetnih posameznikih lahko močni inhalacijski anestetiki sprožijo hipermetabolično stanje skeletnega mišičja, kar vodi do velikih zahtev po kisiku in do kliničnega sindroma, ki je znan kot maligna hipertermija. *Perioperativna hiperkaliemija:* Uporaba inhalacijskih anestetikov je povezana z redkimi povečanji serumskih nivojev kalija, ki so vodila do srčnih aritmij in smrti pri pediatričnih bolnikih v obdobju po operaciji. *Ledvična okvara*: Zaradi majhnega števila proučenih bolnikov z ledvično insuficienco varnost uporabe sevoflurana v tej skupini ni povsem ugotovljena. *Nevrokirurgija:* Pri bolnikih, ki jih ogroža zvišanje intrakranialnega tlaka, je treba sevofluran uporabljati previdno. *Epileptični napadi:* Poročali so o redkih primerih epileptičnih napadov. *Pediatrična uporaba:* Uporaba sevoflurana je bila povezana z epileptičnimi napadi. *Zamenjava izsušenega absorbenta CO_2:* Absorbente CO_2 morate redno menjati, ne glede na stanje barvnega indikatorja. Če se absorbent CO_2 izsuši, npr. po dolgotrajnem pretoku suhega plina skozi vsebnik z absorbentom CO_2, se lahko pojavijo eksotermična reakcija, večja razgradnja sevoflurana in nastajanje razgradnih produktov. **Medsebojno delovanje z drugimi zdravili in druge oblike interakcij:** *Agonisti adrenergičnih receptorjev in agonisti adrenergičnih receptorjev alfa in beta:* potrebno uporabljati previdno zaradi potencialnega tveganja za ventrikularno aritmijo. *Neselektivni zaviralci MAO:* tveganje za krizo med operacijo. Priporočena prekinitev zdravljenja 2 tedna pred posegom. *Kalcijevi antagonisti:* sočasna uporaba lahko vodi v znatno hipotenzijo. Potrebna previdnost zaradi tveganja za aditiven negativno inotropni učinek. *Sukcinilholin:* sočasna uporaba je bila povezana z redkim povišanjem nivoja natrija v serumu, kar je vodilo v srčne aritmije in smrt pri pediatričnih bolnikih v obdobju po operaciji. Sevofluran je dokazano varen in učinkovit ob souporabi z različnimi učinkovinami, pogostimi v kirurgiji. *Adrenalin:* Sevofluran je podoben izofluranu v senzibilizaciji miokarda na aritmogeni učinek eksogeno apliciranega adrenalina. *Indirektno delujoči simpatomimetiki:* Tveganje za akutne hipertenzivne dogodke. *Zaviralci adrenergičnih receptorjev beta:* Povečan negativni inotropni, kronotropni in dromotropni učinek zaviralcev adrenergičnih receptorjev beta. *Verapamil:* Motnje v atrioventrikularnem prevajanju. *Barbiturati:* Uporaba združljiva. *Benzodiazepini in opioidi*: Uporaba združljiva. Lahko sinergistično zmanjšanje srčne frekvence, krvnega pritiska in hitrosti dihanja. *Induktorji CYP2E1:* Lahko pospešijo metabolizem sevoflurana in vodijo do znatnega povečanja plazemske koncentracije fluorida. Sočasna uporaba sevoflurana in izoniazida lahko potencira hepatotoksične učinke izoniazida. *Šentjanževka:* Poročali so o hudi hipotenziji in zakasnjeni povrnitvi zavesti po anesteziji s halogeniranimi inhalacijskimi anestetiki pri bolnikih, ki so se dolgotrajno zdravili s šentjanževko. *Dušikov oksid*: Ekvivalent MAK se zmanjša za približno 50% pri odraslih in približno 25% pri pediatričnih bolnikih. *Živčnomišični blokatorji*: Sevofluran vpliva na izrazitost in trajanje živčnomišične blokade z nedepolarizirajočimi mišičnimi relaksanti. **Najpogostejši neželeni učinki:** *Psihiatrične motnje*: agitiranost. *Bolezni živčevja*: zaspanost, omotica, glavobol. *Srčne bolezni*: bradikardija, tahikardija. *Žilne bolezni*: hipertenzija, hipotenzija. *Bolezni dihal, prsnega koša in mediastinalnega prostora*: kašelj, laringospazem, dihalne motnje. *Bolezni prebavil*: bruhanje, navzeja, močnejše slinjenje. *Splošne težave in spremembe na mestu aplikacije*: pireksija, mrazenje. *Preiskave*: nenormalni testi jetrnih funkcij, nenormalne vrednosti koncentracije glukoze v krvi, nenormalno število belih krvnih celic, povišane vrednosti fluorida. *Poškodbe, zastrupitve in medoperativni zapleti:* hipotermija. **Nosečnost:** Študije na živalih so pokazale vpliv na sposobnost razmnoževanja. **Način in režim izdajanja:** Predpisovanje in izdaja zdravila je le na recept, uporablja pa se samo v javnih zdravstvenih zavodih ter pri pravnih in fizičnih osebah, ki opravljajo zdravstveno dejavnost (ZZ). **Imetnik dovoljenja za promet:** AbbVie Biofarmacevtska družba d.o.o., Dolenjska cesta 242c, 1000 Ljubljana, Slovenija. **Datum revizije besedila**: 25.3.2019

SI-SEVO-210001

Samo za strokovno javnost. Datum priprave informacije: september 2019
Abbvie Biofarmacevtska družba d.o.o.,
Dolenjska cesta 242c, 1000 Ljubljana; T: 01 320 80 60

LITERATURA
1. Data On File,
2. SEVOrane Povzetek glavnih značilnosti zdravila, 25. 03. 2019

SEVOrane® SEVOFLURAN

abbvie

PHARMAMED

Monitoring hemoglobina neinvazivno in kontinuirano.

* celebralno somatska oksimetrija - O3

* globina sedacije - sedline

Masimo