



## Prikaz slučaja

# ULOGA MEDICINSKIH SESTARA KOD INHALACIJSKE SEDACIJE U JEDINICI INTENZIVNOG LIJEČENJA: PRIKAZ SLUČAJA

Helena Majstorović, Lena Marković, Leo Miolin

Klinički bolnički centar Split, Klinika za unutarnje bolesti, Zavod za internističku intenzivnu medicinu

Dopisni autor: Leo Miolin  leo.miolin02@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.65241/wh.9.1.18>

Za citiranje: Majstorovic H, Markovic L, Miolin L. Uloga medicinskih sestara kod inhalacijske sedacije u jedinici intenzivnog liječenja: prikaz slučaja. World of Health. 2026;1(9):164-172. <https://doi.org/10.65241/wh.9.1.18>

Primijmljeno: 28. siječnja 2026. | Recenzirano: 13. travnja 2026. | Prihvaćeno: 15. travnja 2026.

## SAŽETAK

**Pozadina:** U suvremenoj praksi intenzivnog liječenja sedacija se pretežno postiže intravenskim sredstvima, ponajviše propofolom, benzodiazepinima i deksmedetomidinom. U novije se vrijeme sve više koristi inhalacijska sedacija hlapljivim anestetikima poput sevoflurana i izoflurana. Prednosti su ovog pristupa precizna kontrola isporuke i eliminacije lijeka, bolju regulaciju dubine sedacije, brže buđenje i manji rizik od nakupljanja lijeka.

**Metode:** Podaci su prikupljeni na Klinici za unutarnje bolesti, Kliničkog bolničkog centra Split, iz bolničkog informacijskog sustava i kliničkim praćenjem pacijenata, uz informirani pristanak i odobrenje Etičkog odbora. Prikazan je slučaj 65-godišnjeg pacijenta primljenog zbog trovanja teofilinom, respiratornog zatajenja i teške metaboličke acidoze što je zahtijevalo intubaciju i mehaničku ventilaciju. Tijekom liječenja praćeni su vitalni znakovi, laboratorijski parametri i dubina sedacije.

**Rezultati:** Tijekom liječenja postignuta je stabilna hemodinamika, odgovarajuća dubina sedacije i brz povratak svijesti nakon prestanka sedacije. Rana ekstubacija uspješno je provedena, bez znakova neuroloških ili bubrežnih komplikacija. Ovi nalazi su u skladu s dostupnom literaturom koja potvrđuje sigurnost i učinkovitost kratkotrajne inhalacijske sedacije.

**Zaključci:** Inhalacijska sedacija sevofluranom predstavlja učinkovitu i sigurnu terapijsku opciju u jedinicama intenzivnog liječenja posebno za pacijente sa složenim komorbiditetima, nudeći prednosti poput brze titracije, minimalnog nakupljanja lijeka i povoljnih kliničkih ishoda.

**Ključne riječi:** AnaConDa, inhalacijska sedacija, medicinska sestra, sestrińska skrb, Sevofluran.

## UVOD

Anestezija je medicinski postupak koji se koristi za izazivanje neosjetljivosti. Može se podijeliti na opću, kondukcijsku, regionalnu i lokalnu anesteziju. Anestezijom se može postići nesvijest, analgezija, amnezija, nepokretnost i supresija odgovora autonomnog živčanog sustava na bolne podražaje (1). U jedinicama intenzivnog liječenja (JIL) sedacija se koristi za poboljšanje tolerancije i udobnosti pacijenta tijekom mehaničke ventilacije, za sprječavanje asinkronosti pacijenta i ventilatora te za olakšavanje invazivnih i postupaka sestrińska skrbi. Trenutne prakse sedacije u JIL-u prvenstveno se oslanjaju na intravenske lijekove, uključujući sedative, opioide i živčano-mišićne blokatore. Najčešće korišteni su propofol i benzodiazepini, posebno midazolam, kao i deksmedetomidin (1). Benzodiazepini su povezani s produljenim trajanjem mehaničke ventilacije, povećanim rizikom od delirija i lošijim dugoročnim ishodima liječenja. Propofol nije povezan s produljenom sedacijom i lakše ga je titrirati od midazolama, iako može uzrokovati hipertrigliceridemiju. Deksmetomidin ne uzrokuje respiratornu depresiju, ali može imati kardiotoksične učinke u višim dozama i ne omogućuje duboku sedaciju (1).

Hlapljivi anestetici poput sevoflurana i izoflurana najčešće se koriste u operacijskim salama za opću anesteziju. Posljednjih godina sve se više koriste i za sedaciju u jedinicama intenzivnog liječenja, a njihova upotreba znatno je porasla tijekom pandemije COVID-19 (2, 3). Prednost inhalacijske sedacije leži u mogućnosti potpune kontrole i isporuke i eliminacije anestetika. Njen učinak započinje inhalacijom i apsorpcijom kroz alveolarno-kapilarnu membranu, nakon čega slijedi distribucija i redistribucija po cijelom tijelu. Biotransformacija varira kod različitih inhalacijskih anestetika, dok se eliminacija odvija prvenstveno putem pluća (1).

Koncentracija inhalacijskih anestetika u središnjem živčanom sustavu ovisi o nekoliko čimbenika: koeficijentu particije ulje-plin, topljivosti anestetika u krvi, parcijalnom tlaku, minutnom volumenu srca i minutnoj ventilaciji. Minimalna alveolarna koncentracija (MAC) definirana je kao alveolarna koncentracija inhalacijskog anestetika pri tlaku od 1 atmosfere i temperaturi od 37 °C koja sprječava kretanje kod 50% pacijenata kao odgovor na standardizirani podražaj. Što je niža vrijednost MAC-a, to je anestetik jači. Vrijednosti MAC-a izražene su u postocima i variraju s dobi (1).

Upotreba hlapljivih anestetika kao alternativne metode sedacije postala je češća posljednjih godina u jedinicama intenzivnog liječenja. Hlapljivi anestetici, posebno sevofluran i izofluran, imaju povoljna farmakokinetička i farmakodinamička svojstva koja ih čine prikladnima za titraciju sedacije kod mehanički ventiliranih pacijenata. Sevofluran i izofluran su lipofilne molekule (pri čemu je izofluran lipofilniji) i značajno se nakupljaju u masnom tkivu, posebno tijekom dulje kontinuirane primjene. Pretili pacijenti imaju veću masnu masu koja djeluje kao rezervoar za ove anestetike. Tijekom sedacije, anestetik se distribuira u masno tkivo i postupno se oslobađa natrag u krvotok nakon prestanka uzimanja, što rezultira sporijim smanjenjem koncentracije u krvi i produljenim buđenjem (3).

U bolesnika koji primaju kroničnu psihofarmakološku terapiju često je prisutna tolerancija na benzodiazepine i smanjena osjetljivost što zahtijeva značajno veće doze (npr. midazolam) za postizanje odgovarajuće sedacije. Hlapljivi anestetici zaobilaze toleranciju povezanu s GABA-om. Osim toga, psihotropni lijekovi (posebno antipsihotici i stabilizatori raspoloženja) mogu inducirati jetrene enzime, povećati klirens propofola i smanjiti njegov hipnotički učinak, što zahtijeva veće doze i povećava rizik od hipotenzije i hemodinamske nestabilnosti. Hlapljivi anestetici ne ovise o metabolizmu jetre već o alveolarnoj koncentraciji (4,5).

Sevofluran je halogenirani inhalacijski anestetik koji omogućuje hipnozu, amneziju, analgeziju, akineziju i supresiju autonomnih odgovora tijekom kirurških i proceduralnih intervencija. Odobren je od strane Američke agencije za hranu i lijekove (FDA) za indukciju i održavanje opće anestezije kod odraslih i pedijatrijskih pacijenata. Kod pacijenata sediranih sevofluranom kontinuirano se prate vitalni parametri poput elektrokardiograma, krvnog tlaka, zasićenja kisikom i ugljikovog dioksida na kraju izdisaja (EtCO<sub>2</sub>). Iako se svijest obično vraća unutar nekoliko minuta nakon prestanka primjene što omogućuje raniju primjenu analgetika, blage promjene raspoloženja mogu trajati nekoliko dana (6).

Kontraindikacije za primjenu sevoflurana uključuju poznatu genetsku predispoziciju za malignu hipertermiju i preosjetljivost na sevofluran ili druge halogenirane anestetike (npr. disfunkcija jetre u anamnezi, vrućica,

leukocitoza i/ili eozinofilija nepoznatog podrijetla). Poput drugih inhalacijskih anestetika, sevofluran može uzrokovati kratkotrajne nuspojave blagog do umjerenog intenziteta, uključujući kardiovaskularnu depresiju ovisnu o dozi, laringospazam, zadržavanje daha, apneju, delirij, agitaciju, mučninu i povraćanje (6).

Sevofluran može smanjiti sistemski vaskularni otpor, što pri višim dozama može dovesti do hipotenzije. Povećane doze (izražene kao MAC vrijednosti) također uzrokuju cerebralnu vazodilataciju, povećavajući cerebralni protok krvi i intrakranijski tlak, što može biti problematično kod pacijenata s hidrocefalusom ili onih u neurokričnim stanjima; stoga se njegova primjena u takvim slučajevima ne preporučuje. Najozbiljnija komplikacija nepravilne ili osjetljive upotrebe anestetika je maligna hipertermija koja se javlja kod osoba s genetskom predispozicijom i određenim temeljnim stanjima (6). Razvijene su objektivne metode za procjenu dubine sedacije kako bi se omogućilo preciznije praćenje stanja pacijenta, posebno u situacijama kada se kliničke skale ne mogu primijeniti (npr. tijekom duboke sedacije ili kada se koriste živčano-mišićni blokatori). Elektroencefalografija (EEG) i elektromiografija (EMG) pružaju uvid u moždanu aktivnost, s karakterističnim promjenama u obrascima moždanih valova kako se sedacija produbljuje. Na temelju EEG-a razvijeni su sustavi praćenja poput bispektralnog indeksa (BIS), koji kvantificiraju razinu svijesti pomoću jedne numeričke vrijednosti, kao i monitori entropije koji također uključuju EMG signale. Iako korisni u anesteziologiji, njihova primjena na JIL-u ograničena je zbog varijabilnosti rezultata i utjecaja višestrukih zbunjujućih čimbenika (7). Slušni evocirani potencijali predstavljaju dodatnu metodu za procjenu odgovora živčanog sustava na slušne podražaje analizom EEG signala. Mjerenje koncentracije lijeka u plazmi također može biti korisno kada postoji jasna korelacija između koncentracije i kliničkog učinka; međutim, kod kritično bolesnih pacijenata taj je odnos često poremećen zbog oštećene funkcije jetre i bubrega, hipoksije i upalnih procesa. Stoga se ova metoda ne smatra pouzdanom za rutinsku upotrebu (7).

Subjektivne metode procjene temelje se na kliničkim skalama koje procjenjuju razinu svijesti i odgovor pacijenta na podražaje. Dostupno je nekoliko skala, uključujući Ramsay skalu za procjenu sedacije (RSS), skalu sedacije i agitacije (SAS), skalu procjene motoričke aktivnosti (MAAS), automatizirani sustav kontrolirane infuzije (ATICE) i arterijski tlak u sredini mlaza (MSAT) (7). Najčešće korištena ljestvica u kliničkoj praksi je Richmondova ljestvica agitacije i sedacije (RASS), koja je jednostavna, brza za primjenu i pouzdana. Može se koristiti i kod spontano dišućih pacijenata i kod onih na mehaničkoj ventilaciji. Ljestvica se sastoji od deset razina, u rasponu od +4 do -5. U kliničkoj praksi cilj je održavati razinu sedacije između -2 i 0, što osigurava odgovarajuću smirenost uz očuvanje sposobnosti interakcije. (7).

Table 1. Richmondova ljestvica agitacije i sedacije.

OZNAKA	OPIS	BODOVI
Borben	Nasilan, neposredna opasnost za osoblje	+4
Vrlo agitiran	Povlači ili uklanja cijevi/katetere; agresivan	+3
Agitiran	Česti besciljni pokreti, bori se protiv ventilatora	+2
Nemiran	Anksiozan, neagresivan, ali s pojačanim pokretima	+1
Pri svijesti i smiren	Spontano obraća pažnju na njegovatelja	0
Pospan	Nije potpuno pri svijesti, produženo buđenje na glas (>10 sekundi)	-1
Lagana sedacija	Nakratko se budi, kontakt očima na glas (<10 sekundi)	-2
Umjerenja sedacija	Pokret ili otvaranje očiju na glas, ali bez kontakta očima	-3
Duboka sedacija	Nema reakcije na glas, ali reagira na fizičku (bolnu) stimulaciju	-4
Ne može se probuditi	Nema reakcije na glas, niti na fizičku stimulaciju	-5

Za sedaciju u jedinicama intenzivnog liječenja (JIL), idealan raspon MAC-a za sevofluran je između 0,4 i 0,5, što odgovara frakciji na kraju izdisaja od 0,72–0,8%. Studija koja je posebno istraživala MAC za duboku sedaciju u JIL-u pokazala je da se duboka sedacija, koja odgovara RASS-u većem od -3, postiže pri MAC-u od 0,42–0,46. U kliničkoj praksi, sevofluran se obično primjenjuje pri medijanu MAC-a od 0,45 kako bi se postigao ciljani raspon RASS-a od -3 do -5 (8).

Za izofluran, idealan raspon MAC-a je između 0,5 i 0,6. Velika randomizirana studija pokazala je da se izofluran može sigurno koristiti za sedaciju u JIL-u pri medijanu MAC-a od  $0.58 \pm 0.06$  (9).

Održavanje konstantne MAC vrijednosti ne jamči stabilnu dubinu sedacije tijekom vremena (9).

Idealni ciljni raspon vrijednosti RASS-a tijekom inhalacijske sedacije u JIL-u je od -2 do +1, što predstavlja laganu do umjerenu sedaciju, u skladu s trenutnim smjernicama koje preporučuju laganu sedaciju za većinu kritično bolesnih pacijenata. Međutim, u kliničkoj praksi s inhalacijskom sedacijom često se koristi širi raspon od -1 do -4, ovisno o kliničkim potrebama pacijenta (9).

Smjernice Društva za intenzivno liječenje (SCCM) iz 2018. preporučuju laganu sedaciju (RASS -2 do +1) za kritično bolesne, mehanički ventilirane odrasle pacijente, osim ako dublja sedacija nije klinički indicirana. Dublja sedacija može biti indicirana u slučajevima statusa epilepticus, intrakranijalne hipertenzije, teškog respiratornog zatajenja ili upotrebe

živčano-mišićnih blokatora (9).

U najvećem randomiziranom ispitivanju inhalacijske sedacije (301 pacijent) korišten je ciljani RASS raspon od -1 do -4 za izofluran i propofol, što je za jednu do dvije razine dublje nego u drugim studijama sedacije, ali i dalje klinički relevantno. Studije pokazuju da više od 50% pacijenata u prvim danima kritične bolesti zahtijeva sedaciju na razini RASS-a -3 ili dublje (10).

AnaConDa je medicinski uređaj koji omogućuje primjenu hlapljivih anestetika (sevoflurana i izoflurana) putem ventilatora u dišne putove pacijenta. Uređaj se koristi s konvencionalnim ventilatorom i postavlja se između Y-nastavka i endotrahealne cijevi. Tekući hlapljivi anestetik se isporučuje putem štrcaljke montirane na perfuzor (infuzijska pumpa sa štrcaljkom). Iz štrcaljke se anestetik prenosi do isparivača spojenog između endotrahealne cijevi pacijenta i Y-nastavka. Njemačke smjernice za sedaciju preporučuju inhalacijsku sedaciju kao alternativu intravenskoj sedaciji kod pacijenata koji se podvrgavaju mehaničkoj ventilaciji putem endotrahealne cijevi ili traheostome (8, 9). Postupak inhalacijske sedacije pomoću sustava AnaConDa izvodi se kombiniranjem standardne i dodatne opreme. Potrebne komponente uključuju: sustav AnaConDa ili AnaConDa-S, filter za uklanjanje anestetičkog plina, ventilator, monitor plina i pumpa (perfuzor). Preporučene početne brzine infuzije su 3 mL/h za izofluran i 5 mL/h za sevofluran. Titracija doze moguća je u koracima od 0,5–1 mL/h, ovisno o hemodinamskoj stabilnosti i kliničkoj procjeni. Tipične brzine infuzije izoflurana kreću se od 2 do 7 mL/h, iako može biti potrebno i do 15 mL/h. Za sevofluran, uobičajeni raspon je od 4 do 10 mL/h, iako može biti potrebno do 20 mL/h. Može se primijeniti doza bolusa od 0,3 do 0,5 mL, ovisno o hemodinamskoj stabilnosti pacijenta (11, 12).

Iako postoje dokazi da primjena inhalacijske sedacije u JIL-u može skratiti vrijeme buđenja, vrijeme do ekstubacije i smanjiti potrebu za opioidima, još uvijek nije jasno definirano treba li inhalacijsku sedaciju rutinski preferirati u odnosu na intravensku sedaciju, posebno u specifičnim stanjima koja zahtijevaju produljenu sedaciju, poput septičkog šoka i akutnog respiratornog distres sindroma. Slično tome, dugoročni neurokognitivni ishodi još nisu u potpunosti razjašnjeni (13).

Tehnička prepreka provedbi ove vrste sedacije je ograničena dostupnost uređaja za primjenu i praćenje, kao i nedostatak obrazovanja i iskustva među liječnicima i medicinskim sestrama te izazovi povezani s kontrolom onečišćenja okoliša (2).

Vrijednost postojeće literature o inhalacijskoj sedaciji u jedinicama intenzivnog liječenja umjerena je za kratkoročne kliničke ishode, ali ograničena za dugoročne ishode i specifične populacije pacijenata. Trenutna literatura, uključujući meta-analize i randomizirana klinička ispitivanja, sugerira da inhalacijska sedacija sevofluranom ili izofluranom omogućuje bolje očuvanje respiratornog pogona i funkcije dijafragme, brže buđenje i vrijeme do ekstubacije te smanjene potrebe za opioidima u usporedbi s intravenskom sedacijom, uz sličan profil sigurnosti i podnošljivosti.

U ovom se prikazu slučaja detaljno analizira pacijent sediran inhalacijskim anestetikom sevofluranom u jedinici intenzivnog liječenja. Slučaj pokazuje da je inhalacijska sedacija sevofluranom bila najprikladniji izbor za pacijenta s trovanjem teofilinom koji je primao kroničnu psihofarmakološku terapiju visokim dozama. U ovom slučaju, inhalacijska sedacija pokazala se kao alternativa intravenskoj sedaciji zbog brzog buđenja i rizika od nakupljanja intravenskih sedativa, koji se metaboliziraju u jetri i izlučuju putem bubrega.

## METODE

Podaci potrebni za ovo istraživanje prikupljeni su na Klinici za unutarnje bolesti Kliničkog bolničkog centra Split. Podaci su dobiveni iz bolničkog informacijskog sustava, kao i promatranjem, mjerenjem i analizom parametara povezanih s pacijentom.

Pacijent je obaviješten o svrsi, koristima i rizicima studije te je dobrovoljno pristao sudjelovati potpisivanjem obrasca informiranog pristanka. Etički odbor Kliničke bolnice Split odobrio je korištenje medicinskih podataka (Klasa: 520-03/25-01/283, Ur. br.: 2181-147/01-06/LJ.Z. – 25-02).

65-godišnji pacijent (D.J.) primljen je na Jedinicu intenzivnog liječenja Klinike za unutarnje bolesti Kliničkog bolničkog centra Split 2. rujna 2025. zbog trovanja teofilinom, respiratornog zatajenja i acidoze.

Prema heteroanamnezi i dostupnoj medicinskoj dokumentaciji, pacijent je dugotrajno na psihijatrijskom liječenju od rezidualne shizofrenije. Više puta je bio hospitaliziran na Klinici za psihijatriju, te na Rabu i na Ugljanu.

Prvotno je primljen na hitnu pomoć nakon što je progutao 20 tableta teofilina od 200 mg. Pronađen je bez svijesti kod kuće i doživio je napadaj. Hitna medicinska služba postavila mu je laringealnu masku. Po dolasku na hitnu, pacijent je imao normalan tjelesni habitus i nutritivni status, s dobro prokrvljenom kožom i vidljivom sluznicom, miotičnim zjenicama te je bio bez svijesti bez reakcije na bolne podražaje. Elektrokardiogram je pokazao tahikardiju uskog QRS kompleksa s frekvencijom srca od 170/min i srednjom električnom aktivnošću. Nakon analize plinova u arterijskoj krvi (ABG), pacijent je endotrahealno intubiran, spojen na ventilator i ventiliran korištenjem sinkronizirane intermitentne obvezne ventilacije (SIMV). Umetnuti su urinarni kateter i nazogastrična sonda te je provedeno ispiranje želuca dok se nije dobio bistar sadržaj. Utvrđeno je da pacijentova kronična terapija uključuje tablete haloperidola od 10 mg (½ tablete tri puta dnevno), tablete olanzapina od 10 mg (½–0–1), dražeje promazin hidroklorida od 25 mg (1 tableta tri puta dnevno) i teofilin od 350 mg. (1–0–1). Pacijent ima poznatu alergiju na penicilin. Za potrebe ove studije korišteni su sljedeći podaci: laboratorijski nalazi, radiološki izvještaji, načini ventilacije, parametri kontinuiranog praćenja vitalnih znakova, liječnička

i sestrinska dokumentacija (anamneza i klinički tijek), ljestvice procjene (Glasgowska skala kome (GCS), Morseova skala pada (MFS), Bradenova skala, Trauma Score (TS)), sestrinske dijagnoze prema NANDA klasifikaciji, RASS i MAC.

Prikaz slučaja strukturiran je prema smjernicama CARE.

## REZULTATI

Tablica 2. Nalaz plinova u arterijskoj krvi (ABG) u trenutku dolaska na hitnu pomoć.

PARAMETAR	VRIJEDNOST
Ph	6,99
pCO <sub>2</sub>	1,5 kPa
pO <sub>2</sub>	38 kPa
sO <sub>2</sub>	99%
chCO <sub>3</sub>	11,9 mmol/l
Lac	18 mmol/l
BE	-15 mmol/l

### Status pacijenta u trenutku prijema u JIL

Tablica 3. Skale procjene u trenutku prijema pacijenta D. J. u JIL.

SKALA	UKUPNI REZULTAT
Glasgowska skala kome	3
Morseva skala pada	50
Bradenova skala	8
Trauma Score	7
Kategorizacija	64 (4. kategorija)

## Tijek liječenja

Tablica 4. Tijek liječenja pacijenta D. J.

DANI HOSPITALIZACIJE NA JIL-u	TIJEK LIJEČENJA
	Pri prijemu u JIL, pacijent je bio mehanički ventiliran, hipotenzivan, tahikardičan i afebrilan. Uzeti su kontrolni brisevi nosa i rektuma, kao i kulture krvi i urina. Pod ultrazvukom, liječnik je umetnuo centralni venski kateter u desnu unutarnju jugularnu venu za hemodijalizu i dodatni centralni venski kateter u terapijske svrhe u desnu femoralnu venu. Arterijska kanila postavljena je u desnu radijalnu arteriju i započeto je kontinuirano praćenje arterijskog krvnog tlaka. Napravljena je rendgenska snimka prsnog koša kako bi se provjerio položaj centralnog venskog katetera.
1. dan	Prema protokolu, pacijent je spojen na inhalacijsku sedaciju sevofluranom putem uređaja Sedaconda ACD. Protok pumpe je u početku postavljen na 5 mL/h kako je propisano, čime je postignut MAC od 0,2%. Zbog asinkronosti pacijenta i respiratora, protok sevoflurana je povećan na 9 mL/h, održavajući MAC između 0,4–0,5% i postižući dublju sedaciju.  Arterijski krvni tlak kontinuirano je praćen. Srednji arterijski tlak (MAP) kretao se između 60 i 65 mmHg, bez inotropne potpore ili potrebe za kateholaminima ili vazopresorima. Zbog nuspojava teofilina, prema uputama liječnika započeta je kontinuirana veno-venska hemodijafiltracija (CVVHDF).
2. dan	U 6:00 sati protok sevofluranske pumpe smanjen je na 5 mL/h, uz održavanje MAC-a između 0,2 i 0,3%. Prema nalogu liječnika, CVVHDF je prekinut. U 9:00 sati sevofluranska pumpa je isključena, a Sedaconda ACD filter uklonjen iz respiratornog kruga. U 9:20 sati pacijent je stavljen na ventilaciju s kontinuiranim pozitivnim tlakom u dišnim putovima (CPAP).  U 10:00 sati pacijent se spontano probudio uz očuvane reflekse dišnih putova i bez znakova delirija ili neurološkog deficita (GCS 12). Nakon kontrole plinova u arterijskoj krvi, pacijent je ekstubiran u 11:00 sati i stavljen na potporu kisikom putem maske s rezervoarom pri 10 L/min. Primijenjena je inhalacijska terapija bronhodilatatorima i intravenski metilprednizolon. U 16:00 sati, potpora kisikom smanjena je na običnu masku za lice pri 6 L/min. Pacijent je bio pri svijesti, s ograničenim kontaktom, normalnim otkucajima srca, normotenzivan, eupneičan i s adekvatnom zasićenošću kisikom.
3. dan	Pacijent je bio pri svijesti, s normalnom verbalnom komunikacijom i otkucajima srca, normotenzivan, eupneičan i održavao je adekvatnu zasićenost kisikom uz nazalnu potporu kisikom. Nalazi acidobazne ravnoteže bili su zadovoljavajući, a pacijent je prebačen na daljnje liječenje na jedinicu postintenzivnog liječenja.

Tablica 5. Nalazi ABG -a prije ekstubacije (drugi dan hospitalizacije).

PARAMETAR	VRIJEDNOST
pH	7,358
pCO <sub>2</sub>	4,24 kPa
pO <sub>2</sub>	9,65 kPa
sO <sub>2</sub>	98%
cHCO <sub>3</sub>	21,5 mmol/l
Lac	0,6 mmol/l
BE	-2 mmol/l

Tablica 6. Nalazi ABG -a prije premještaja na jedinicu postintenzivnog liječenja.

PARAMETAR	VRIJEDNOST
pH	7,365
pCO <sub>2</sub>	4,12 kPa
pO <sub>2</sub>	12,7 kPa
sO <sub>2</sub>	99%
cHCO <sub>3</sub>	23,2 mmol/l
Lac	0,6 mmol/l
BE	-1,2mmol/l

Tablica 7. Vitalni znakovi i kliničke značajke tijekom boravka pacijenta u JIL-u.

DAN/ VRIJEME	VITALNI ZNAKOVI	VRIJEDNOSTI
1.DAN, 10 :00 sati	Tjelesna temperatura (mjerena aksilarno)	36,2°C
	Puls	170 bpm
	Krvni tlak	100/50 mmHg
	Disanje	18 /min (mehanička ventilacija, SIMV mod), SpO <sub>2</sub> 99%
1.DAN, 22:00 sata	Tjelesna temperatura (mjerena aksilarno)	36,4°C
	Puls	110 bpm
	Krvni tlak	98/43 mmHg
	Disanje	18 /min (mehanička ventilacija, SIMV mod), SpO <sub>2</sub> 99%
2.DAN, 10:00 sati	Tjelesna temperatura (mjerena aksilarno)	36,5°C
	Puls	75 bpm
	Krvni tlak	130/80 mmHg
	Disanje	20 /min (mehanička ventilacija, CPAP mod), SpO <sub>2</sub> 98%
2.DAN, 22 :00 sata	Tjelesna temperatura (mjerena aksilarno)	36,4°C
	Puls	65 bpm
	Krvni tlak	122/78 mmHg
	Disanje	19/ min, SpO <sub>2</sub> 98% (maska za kisik, 6l/ min)
3.DAN, 10:00 sati	Tjelesna temperatura (mjerena aksilarno)	36,5°C
	Puls	70 bpm
	Krvni tlak	120/75 mmHg
	Disanje	16 /min, SpO <sub>2</sub> 98% (nazalna kanila, 2l/ min)

Tablica 8. Praćenje dubine sedacije.

KRITERIJI	1.DAN	2.DAN	3.DAN
PROTOK PUMPE	9 ml/h	5 ml/h	/
MAC	0,4- 0,5 %	0,2- 0,3%	/
RASS	-4 (duboka sedacija)	-3 (umjerena sedacija)	/

### Terapijski postupci

Tijekom hospitalizacije, pacijent je bio na mehaničkoj ventilaciji i liječen sevofluranom, pantoprazolom, amiodaronom, tiaminom, 0,9% NaCl, 7,45% KCl i kontinuiranom veno-venskom hemodijafiltracijom (CVVHDF) sa sljedećim parametrima:

Filtar: ST 150

Heparin: 750 IU/h

UF (ultrafiltracija): 100 mL/h

Qi (brzina protoka infuzije): 1000 mL/h

PBP (predpumpa za krv): 500 mL/h

Qd (protok dijalizata): 1500 mL/h

### Gledište pacijenta

Zbog početnog stanja pacijenta (koma), izravno gledište pacijenta nije bilo dostupno tijekom akutne faze. Nakon oporavka, pacijent se nije sjećao boravka u JIL-u i nije prijavio nikakve subjektivne tegobe povezane sa sedacijom.

### Sestrinske dijagnoze tijekom boravka pacijenta u jedinici intenzivnog liječenja

Rizik od infekcije povezane s (r/t) trajnim medicinskim uređajima, sekundarno u odnosu na centralni venski kateter, urinarni kateter, arterijsku kanilu i endotrahealni tubus.

Nemogućnost brige o sebi: hranjenje (4) povezano sa sedacijom, što se očituje nemogućnošću samostalnog hranjenja.

Nemogućnost brige o sebi: izlučivanje (4) povezano sa sedacijom, što se očituje nemogućnošću samostalnog izlučivanja urina i stolice.

Nemogućnost brige o sebi: osobna higijena (4) povezano sa sedacijom, što se očituje nemogućnošću samostalnog obavljanja osobne higijene.

## RASPRAVA

U prikazanom slučaju pacijenta s trovanjem teofilinom, respiratornom insuficijencijom i metaboličkom acidozom, primjena inhalacijske sedacije sevofluranom putem uređaja Sedaconda ACD pokazala se sigurnom i učinkovitom metodom sedacije. Vrijednosti MAC-a kretale su se između 0,4 i 0,5, dok je RASS bio u rasponu od -4 do -3, što je u skladu s kliničkim smjernicama. Ovaj raspon MAC-a također odgovara nalazima studija koje pokazuju da se duboka sedacija postiže pri MAC-u od 0.42–0.46, gdje je RASS veći od -3. To je bilo posebno opravdano s obzirom na potrebu za kontinuiranom terapijom nadomještanja bubrežne funkcije (CRRT) i povećani rizik od nakupljanja intravenskih sedativa kod pacijenta koji već prima kroničnu psihofarmakoterapiju.

Uočeni je klinički ishod u skladu s rezultatima studije koju su proveli Kerstin i Röhm, koja je pokazala da kratkotrajna inhalacijska sedacija sevofluranom, unatoč povećanju anorganskih fluorida, ne utječe negativno na funkciju bubrega. U našem slučaju, unatoč potrebi za CVVHDF-om, nije uočeno dodatno pogoršanje funkcije bubrega povezano s primjenom sevoflurana, što dodatno podupire sigurnosni profil ove metode u akutnim stanjima (14).

Nadalje, brzi oporavak svijesti i uspješna rana ekstubacija unutar 24 sata nakon prestanka sedacije u skladu su s poznatim farmakokinetičkim svojstvima sevoflurana, kao i s rezultatima studija koje analiziraju dugotrajnu upotrebu inhalacijske sedacije. Na primjer, Bellgardt i sur. pokazali su da je inhalacijska sedacija hlapljivim anestetikima povezana s nižom smrtnošću u bolnici i jednogodišnjom smrtnošću u usporedbi s intravenskom sedacijom, s dobrom podnošljivošću čak i kod dugotrajno ventiliranih pacijenata. Iako je u našem slučaju sedacija bila kratkotrajna, povoljan klinički tijek bez komplikacija podupire te nalaze (14). Dodatna prednost inhalacijske sedacije kod ovog pacijenta bila je mogućnost preciznog titriranja dubine sedacije bez nakupljanja lijeka, što je posebno važno kod pacijenata s kompromitiranom funkcijom organa. To je smanjilo rizik od produljene sedacije, delirija i nuspojava povezanih s intravenskim anestetikima.

Ovaj prikaz slučaja potvrđuje nalaze iz literature da je inhalacijska sedacija sevofluranom sigurna, učinkovita i klinički opravdana alternativa intravenskoj sedaciji, posebno kod složenih pacijenata s više komorbiditeta i povećanim rizikom od akumulacije lijeka, uz dodatnu korist bržeg oporavka i stabilnog hemodinamskog profila.

### Uloga medicinske sestre u primjeni inhalacijske sedacije u JIL-u

Visokokvalitetan multidisciplinarni pristup rezultira boljim ishodima liječenja pacijenata kod kojih se mogu pojaviti nuspojave, neželjene reakcije ili pogoršanje zdravstvenog stanja. Uloga medicinske sestre, kao neizostavnog člana zdravstvenog tima, u primjeni inhalacijske anestezije opisana

je kao promicanje učinkovite suradnje i profesionalnih odnosa među različitim granama zdravstvene zaštite, s ciljem poboljšanja i očuvanja zdravlja pacijenata. Komunikacija o stanju pacijenta treba se održavati u svakom trenutku među svim članovima profesionalnog medicinskog tima (5, 15).

Medicinska sestra obučena za primjenu inhalacijske anestezije posjeduje skup kompetencija koje uključuju i tehničke i opće vještine, omogućujući pružanje visokokvalitetne i napredne skrbi u korist pacijenata. Američko društvo anesteziologa (ASA) preporučuje da se svi pacijenti koji primaju opću anesteziju inhalacijskim i/ili intravenskim sredstvima prate prema standardnim smjernicama ASA-e koje uključuju kontinuiranu prisutnost kvalificiranog osoblja i praćenje ventilacije, zasićenosti kisikom, temperature i cirkulacije (5, 15).

Ventilacija se prati mjerenjem CO<sub>2</sub> na kraju izdisaja (EtCO<sub>2</sub>) i koncentracije inhalacijskih anestetika, dok se zasićenost kisikom prati pulsnom oksimetrijom i razinama udahnutog kisika s obveznim alarmima. Temperatura pacijenta može se pratiti putem kože, jednjaka, rektuma ili mokraćnog mjehura. Cirkulacija se prati kontinuiranim prikazom srčane aktivnosti, neinvazivnim mjerenjem krvnog tlaka u intervalima od pet minuta i elektrokardiografijom (5,15).

U suradnji s intenzivistom/anesteziologom, medicinska sestra priprema, daje i provodi propisanu sedaciju. Potrebno je pripremiti opremu za inhalacijsku sedaciju (AnaConDa filter, AnaConDa špricu, perfuzor, propisani anestetik, monitor plinova, filter za uklanjanje anestetičkih plinova s fleksibilnom ispušnom cijevi za ventilator, liniju za praćenje, ventilator). Medicinska sestra spaja AnaConDa sustav i kontinuirano prati stanje pacijenta, promatrajući promjene vitalnih parametara i cjelokupnog izgleda te pravovremeno obavještava liječnika o svim promjenama. Prati analizator plina kako bi kontrolirala dubinu sedacije i provodi endotrahealnu aspiraciju prema protokolu. Nakon završetka liječenja, sav otpad se zbrinjava u skladu s institucionalnim protokolima (11, 12, 15).

### Ekološki aspekti i troškovi edukacije o korištenju inhalacijske sedacije u JIL-u

Inhalacijski anestetici imaju značajan negativan utjecaj na okoliš. Njihova ekološka važnost proizlazi iz činjenice da djeluju kao staklenički plinovi koji doprinose globalnom zagrijavanju. Većina inhalacijskih anestetika kemijski je vrlo stabilna i minimalno se metabolizira u ljudskom tijelu, što rezultira time da se više od 95% primijenjene doze izdahne nepromijenjeno i ispusti u atmosferu. Posljedično, bolnice postaju izvor emisija otpadnih anestetičkih plinova (16).

Sevofluran ima relativno kratak atmosferski vijek trajanja, procijenjen na otprilike jednu do pet godina. Zbog toga se smatra ekološki prihvatljivijim u usporedbi s drugim inhalacijskim anestetikima. Njegov potencijal globalnog zagrijavanja je niži, što znači da manje doprinosi klimatskim promjenama, iako taj utjecaj još uvijek nije zanemariv. S druge strane, izofluran ima dulji atmosferski vijek trajanja,

procijenjen na oko tri do šest godina. Zbog duljeg zadržavanja u atmosferi i većeg potencijala globalnog zagrijavanja, njegov je utjecaj na okoliš izraženiji od utjecaja sevoflurana. Poput sevoflurana, izofluran se minimalno metabolizira i uglavnom eliminira putem pluća, što dodatno doprinosi emisijama stakleničkih plinova (16).

Važno je naglasiti da utjecaj inhalacijskih anestetika na okoliš ne ovisi samo o njihovim kemijskim svojstvima već i o načinu primjene. Korištenje visokih protoka svježeg plina povećava količinu anestetika koji se ispušta u okoliš, dok tehnike niskog protoka mogu značajno smanjiti emisije (16).

U jedinicama intenzivnog liječenja, inhalacijska sedacija koristi sustav koji sadrži bakterijski filtar, kao i izmjenjivač topline i vlage. Otprilike 90% primijenjenog anestetika može se ponovno upotrijebiti zahvaljujući filtru s aktivnim ugljenom koji apsorbira anestetičku paru tijekom izdisaja i oslobađa je natrag pacijentu tijekom udisaja, fenomen poznat kao refleksija sevoflurana. Koncentracija sevoflurana s obje strane reflektora ostaje konstantna, s razinama na strani pacijenta koje su otprilike deset puta veće nego na strani ventilatora (16).

Unatoč visokom stupnju recikliranja, potrebno je koristiti sustav za uklanjanje plinova kako bi se smanjilo onečišćenje okoliša i profesionalna izloženost zdravstvenog osoblja. Za optimalne performanse uređaja preporučuje se jednodnevna upotreba (16).

Nacionalno istraživanje provedeno u Francuskoj pokazalo je da su glavni razlozi za nekorištenje inhalacijske sedacije u JIL-u bili: „uređaj nije dostupan“ (40–76%), „nedostatak znanja ili poznavanja tehnike“ (35–60%) i „nedostatak obuke osoblja“ (58%). Ovi nalazi ukazuju na to da obrazovanje predstavlja ključnu prepreku provedbi (17).

## ZAKLJUČCI

Inhalacijska sedacija hlapljivim anestheticima, posebno sevofluranom i izofluranom, predstavlja učinkovitu i sve češće korištenu metodu sedacije u jedinicama intenzivnog liječenja. U usporedbi s intravenskim sedativima, hlapljivi anestetici nude brojne prednosti, uključujući brzi početak i prestanak djelovanja, lakšu titraciju dubine sedacije, minimalno nakupljanje i povoljne farmakodinamske učinke poput bronhodilatacije i neuroprotekcije. Posebno su vrijedni kod pacijenata koji toleriraju benzodiazepine, onih na dugotrajnoj psihofarmakoterapiji i u situacijama gdje je potrebna stabilna i predvidljiva sedacija. Razvoj i uvođenje uređaja poput sustava AnaConDa omogućili su sigurnu i praktičnu primjenu inhalacijskih anestetika putem standardnih mehaničkih ventilatora. To proširuje mogućnosti sedacije u JIL-u, a istovremeno smanjuje rizik od izloženosti zdravstvenog osoblja anestetičkim plinovima. Unatoč brojnim prednostima, bitno je biti svjestan potencijalnih komplikacija, uključujući hemodinamske promjene, respiratorne nuspojave i rijetke, ali potencijalno fatalne reakcije poput maligne

hipertermije. Medicinska sestra igra ključnu ulogu u sigurnoj primjeni inhalacijske sedacije. Njena stručnost u pripremi sustava, kontinuiranom praćenju pacijenta, pravovremenom prepoznavanju promjena vitalnih parametara i suradnji s liječnicima ključna je za optimalne ishode liječenja. Primjena visokih standarda praćenja, u skladu s preporukama ASA-e, osigurava sigurnost pacijenata i kvalitetu skrbi. U opisanom slučaju pacijenta primljenog zbog trovanja teofilinom, tijekom liječenja bio je potreban CRRT (kontinuirana terapija nadomještanja bubrežne funkcije) te je uvedena inhalacijska sedacija sevofluranom. Ova se metoda pokazala sigurnom i učinkovitom. Zbog složenog kliničkog stanja i upotrebe visokih doza psihofarmakoloških sredstava, postojao je značajan rizik od nakupljanja intravenskih sedativa koji se metaboliziraju u jetri i izlučuju putem bubrega. Sevofluran, kao inhalacijski anestetik s minimalnim sistemskim metabolizmom i brзом eliminacijom kroz pluća, omogućio je precizniju kontrolu dubine sedacije, brži oporavak nakon prestanka uzimanja i smanjio rizik od hepatotoksičnosti i nefrotoksičnosti u usporedbi sa standardnim intravenskim sredstvima.

U prikazanom slučaju, inhalacijska sedacija sevofluranom bila je izvediva, sigurna, učinkovita i opravdana terapijska opcija kod pacijenta s teškim trovanjem i ograničenim mogućnostima intravenske sedacije, što je rezultiralo brzim oporavkom bez komplikacija.

Sveukupno, inhalacijska sedacija predstavlja vrijedan dodatak standardnim metodama sedacije u intenzivnoj medicini. Pravilna primjena, edukacija osoblja i multidisciplinarni pristup omogućuju korištenje punog potencijala ove metode u korist pacijenata kojima je potrebna produljena, stabilna i lako kontrolirana sedacija.

## REFERENCE:

1. Jukić M, Carev M, Karanović N, Lojpur M. Anestezijologija i intenzivna medicina za studente medicine, dentalne medicine i zdravstvene studije. Split: Katedra za anestezijologiju i intenzivnu medicinu; 2017.
2. Jabaudon M, Zhai R, Blondonnet R, Bonda WLM. Inhaled sedation in the intensive care unit. *Anaesth Crit Care Pain Med.* 2022 Oct;41(5):101133. doi: 10.1016/j.accpm.2022.101133. Epub 2022 Jul 27. PMID: 35907598.
3. Ingrande J, Lemmens HJ. Anesthetic Pharmacology and the Morbidly Obese Patient. *Curr Anesthesiol Rep.* 2013 Mar 1;3(1):10-17. doi: 10.1007/s40140-012-0002-5. Epub 2012 Dec 13. PMID: 23525377; PMCID: PMC3601840.
4. Harbell MW, Dumitrascu C, Bettini L, Yu S, Thiele CM, Koyyalamudi V. Anesthetic Considerations for Patients on Psychotropic Drug Therapies. *Neurol Int.* 2021 Nov 29;13(4):640-658. doi: 10.3390/neurolint13040062. PMID: 34940748; PMCID: PMC8708655.
5. Morrison-Nozik A, Wąsowicz M. Volatile anesthetics in the intensive care unit. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 2025 Jul

- 10;57(1):165-169. doi: 10.5114/ait/207183. PMID: 40696855; PMCID: PMC12329490
6. Edgington TL, Muco E, Maani CV. Sevoflurane. 2023 Jun 5. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. PMID: 30521202.
7. Matošin L. Sedacija i analgezija u intenzivnoj medicini (diplomski rad). Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet; 2018.
8. Blanchard F, Perbet S, James A, Verdonk F, Godet T, Bazin JE, Pereira B, Lambert C, Constantin JM. Minimal alveolar concentration for deep sedation (MAC-DS) in intensive care unit patients sedated with sevoflurane: A physiological study. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2020 Jun;39(3):429-434. doi: 10.1016/j.accpm.2020.04.002. Epub 2020 Apr 18. PMID: 32376244.
9. Georgevici AI, Kyprianou T, Herzog-Niescery J, Procopiuc L, Loganathan S, Weber TP, Bellgardt M. Negative drift of sedation depth in critically ill patients receiving constant minimum alveolar concentration of isoflurane, sevoflurane, or desflurane: a randomized controlled trial. *Crit Care*. 2021 Apr 13;25(1):141. doi: 10.1186/s13054-021-03556-y. PMID: 33849618; PMCID: PMC8042630.
10. Meiser A, Volk T, Wallenborn J, Guenther U, Becher T, Bracht H, Schwarzkopf K, Knafelj R, Faltlhauser A, Thal SC, Soukup J, Kellner P, Drüner M, Vogelsang H, Bellgardt M, Sackey P; Sedaconda study group. Inhaled isoflurane via the anaesthetic conserving device versus propofol for sedation of invasively ventilated patients in intensive care units in Germany and Slovenia: an open-label, phase 3, randomised controlled, non-inferiority trial. *Lancet Respir Med*. 2021 Nov;9(11):1231-1240. doi: 10.1016/S2213-2600(21)00323-4. Epub 2021 Aug 26. PMID: 34454654.
11. Pruski M, O'Connell S, Knight L, Morris R. Sedaconda ACD-S for Sedation with Volatile Anaesthetics in Intensive Care: A NICE Medical Technologies Guidance. *Appl Health Econ Health Policy*. 2024 Nov;22(6):805-813. doi: 10.1007/s40258-024-00903-2. Epub 2024 Jul 26. PMID: 39060904.
12. Bomberg H, Groesdonk HV, Bellgardt M, Volk T, Meiser A. AnaConDa™ and Mirus™ for intensive care sedation, 24 h desflurane versus isoflurane in one patient. *Springerplus*. 2016 Apr 6;5:420. doi: 10.1186/s40064-016-2065-0. PMID: 27099825; PMCID: PMC4823227.
13. Feng F, Kang H, Yang Z, Ma L, Chen Y. Safety and effectiveness of inhaled sedation in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Syst Rev*. 2025 Feb 19;14(1):44. doi: 10.1186/s13643-025-02791-6. PMID: 39972505; PMCID: PMC11837438.
14. Hubert J, Piret S, Serpe P, Damas P, Bricheant JF. Inhaled sevoflurane sedation in the intensive care unit: a case report and narrative literature review. *Acta Anaesthesiol Belg*. 2018;69(1):55-59.
15. Pann KJ, Buchner VK, Eßl-Maurer R, Bacher T, Glarner M, Ewers A. International competencies of nurses with advanced practice in anesthesia nursing: An integrative review. *Int J Nurs Stud Adv*. 2025 Mar 17;8:100319. doi: 10.1016/j.ijnsa.2025.100319. PMID: 40212814; PMCID: PMC11984995
16. Gaya da Costa M, Kalmar AF, Struys MMRF. Inhaled Anesthetics: Environmental Role, Occupational Risk, and Clinical Use. *J Clin Med*. 2021 Mar 22;10(6):1306. doi: 10.3390/jcm10061306. PMID: 33810063; PMCID: PMC8004846.
17. Blondonnet R, Balde A, Zhai R, Pereira B, Futier E, Bazin JE, Godet T, Constantin JM, Lambert C, Jabaudon M. Use of volatile anesthetics for sedation in the ICU during the COVID-19 pandemic: A national survey in France (VOL'ICU 2 study). *PLoS One*. 2022 Dec 29;17(12):e0278090. doi: 10.1371/journal.pone.0278090. PMID: 36580451; PMCID: PMC9799316.