

Upravljanje kakovosti in izboljšanje zdravstvene obravnave pacientov pri endoskopski retrogradni holangiopankreatografiji z uporabo visokopretočne nosne kanile

DOI: <https://doi.org/10.55707/jhs.v12i1.165>

Izvirni znanstveni članek

UDK 616.3-072.1:615.816:614.8

KLJUČNE BESEDE: visoko pretočna nosna kanila, endoskopska retrogradna holangiopankreatografija, kakovost zdravstvene oskrbe

POVZETEK – Endoskopska retrogradna holangiopankreatografija (ERCP) je invaziven postopek, povezan z velikim tveganjem za respiratorne zaplete, kot sta hipoksemija in hiperkapnija. Namen raziskave je bil oceniti učinkovitost visokopretočne nosne kanile (HFNC) v primerjavi s konvencionalno nosno kanilo (CNC) pri vzdrževanju oksigenacije in ventilaciji med ERCP. V prospektivno, randomizirano pilotno raziskavo je bilo vključenih 20 pacientov, razdeljenih v dve skupini (HFNC $n=10$; CNC $n=10$). Spremljali smo nasičenost s kisikom (SaO_2) in parcialni tlak CO_2 (paCO_2) pred in po posegu. Skupina HFNC je dosegla statistično značilno višjo nasičenost s kisikom kot skupina CNC. Prav tako je imel HFNC statistično značilno nižji paCO_2 v primerjavi s CNC. V skupini HFNC je bilo manj epizod desaturacije in potreba po intervencijah na dihalnih poteh. Rezultati kažejo, da uporaba HFNC med ERCP izboljša oksigenacijo, zmanjša retencijo CO_2 in poveča varnost pacientov, zlasti pri tistih z višjim respiratornim tveganjem. Ugotovitve podpirajo nadaljnjo uporabo HFNC v gastroenterološki endoskopiji.

Original scientific article

UDC 616.3-072.1:615.816:614.8

KEYWORDS: High-Flow Nasal Cannula (HFNC), Endoscopic Retrograde Cholangiopancreatography (ERCP), healthcare quality

ABSTRACT – Endoscopic retrograde cholangiopancreatography (ERCP) is an invasive procedure associated with a high risk of respiratory complications, such as hypoxemia and hypercapnia. The aim of this study was to evaluate the effectiveness of high-flow nasal cannula (HFNC) compared to conventional nasal cannula (CNC) in maintaining oxygenation and ventilation during ERCP. This prospective, randomized pilot study included 20 patients divided into two groups (HFNC $n=10$; CNC $n=10$). Oxygen saturation (SaO_2) and partial pressure of carbon dioxide (paCO_2) were measured before and after the procedure. The HFNC group achieved significantly higher oxygen saturation compared to the CNC group. Furthermore, paCO_2 was significantly lower in the HFNC group compared to the CNC group. The HFNC group also had fewer episodes of desaturation and required fewer airway interventions. The results demonstrate that the use of HFNC during ERCP improves oxygenation, reduces CO_2 retention, and enhances patient safety. The findings support further implementation of HFNC in gastroenterological endoscopy.

1 Uvod

Endoskopska retrogradna holangiopankreatografija (ERCP) je značajna endoskopska procedura koja se koristi za dijagnosticiranje i liječenje bolesti bilijarnog

trakta. Smatra se invazivnijom procedurom koja nužno zahtijeva dublju razinu sedacije u usporedbi s drugim procedurama, kao što su rutinske gornje endoskopije ili kolonoskopije (Chainaki et al., 2011, str. 34). Tijekom provedbe navedenog postupka postoje određene komplikacije vezane uz sedaciju od kojih je najčešća hipoksemija i hiperkapnija, što može utjecati na sigurnost i uspješnost postupka (Alzanbagi et al., 2022; Pal & Ramchandani, 2024). Dosadašnje metode primjene kisika putem konvencionalnih nosnih kanila imaju ograničenja u opskrbi kisikom te izazivaju neželjene nuspojave (Petkar et al., 2024), a uvođenje nosne kanile visokog protoka (HFNC), kao inovativne tehnike opskrbe kisikom, osigurava potencijal za poboljšanje oksigenacije, ventilacije te smanjenje rizika od komplikacija povezanih sa sedacijom.

Upravo zbog toga, održavanje adekvatne alveolarne ventilacije predstavlja ključni aspekt respiratorne potpore, pri čemu je cilj očuvati odgovarajuću ventilaciju i oksigenaciju tijekom cijelog postupka. Centralni dio ovog procesa leži u regulaciji minutnog volumena disanja, što se ostvaruje kroz invazivne ili neinvazivne ventilacijske tehnike. Osim što osigurava prikladnu oksigenaciju, pravilno dozirana alveolarna ventilacija ključna je za eliminaciju ugljičnog dioksida koji se generira u organizmu (Cove & Pinsky, 2021, str. 277).

HFNC je u tu svrhu u posljednjih nekoliko godina postala popularna alternativa, posebice za visokorizične pacijente, pacijente s nizom komorbiditeta te za pacijente s hipoksemijom. Brojni dokazi sugeriraju njezinu učinkovitost u smanjenju respiratornog otpora, olakšavanju disanja, poboljšanju plućne popustljivosti te u regrutaciji i čišćenju sluzi kod odraslih pacijenata (Roca et al., 2016, str. 109). Iako je najviše informacija o HFNC terapiji dostupno iz neonatalne medicine (Hong et al., 2021, str. 259; Ramnarayan et al., 2022, str. 1555), primjena u odraslih, pogotovo u kritično bolesnih, značajno je porasla.

HFNC ima niz prednosti u odnosu na konvencionalne sustave opskrbe kisikom, a prije svega smatra se da pruža bolje fiziološke učinke, pa je upravo zbog toga upotreba dodatnog kisika često prva linija terapije za starije pacijente. Međutim, tradicionalni načini opskrbe kisikom, poput maski za lice i nosne kanile, imaju nekoliko nedostataka koji mogu ograničiti učinkovitost i udobnost pacijenata. Kisik koji se isporučuje konvencionalnom nosnom kanilom često nije ovlažen pri niskim protocima, što može rezultirati nelagodom kao što su suhoća nosa, grla i bol u nosu (Nishimura, 2015, str. 15). Konvencionalni uređaji ograničavaju protok kisika, dok je inspiracijski protok pacijenata s respiratornim zatajenjem često mnogo veći, što može rezultirati nestabilnom razinom udjela inspiriranog kisika i nižom razinom od očekivane.

Šira primjena HFNC-a zbila se tijekom pandemije koronavirusa 2019. godine (COVID-19), kada je neinvazivna respiratorna potpora igrala središnju ulogu u liječenju pacijenata s umjerenim do teškim akutnim hipoksemičnim respiratornim zatajenjem (Frat et al., 2022, str. 1212). Prednost HFNC-a ističe se kroz veću kontrolu nad opskrbom s FiO₂, povećanu učinkovitost ventilacije, smanjenje PaCO₂ (Fraser et al., 2016, str. 759), lakšu podnošljivost kod pacijenata te kroz jednostavniju primjenu izvan Jedinice intenzivnog liječenja, jer za njezinu primjenu nije nužno potreban respirator.

Osiguranje kvalitete i sigurnosti pacijenata ključno je u zdravstvenom sustavu, posebno kada su u pitanju invazivne procedure poput ERCP-a. U kontekstu korištenja HFNC-a, upravljanje kvalitetom može uključivati uspostavljanje standardiziranih protokola za primjenu i kontinuirano praćenje ishoda liječenja (Apltekinoğlu Mendil et al., 2021, str. 1756). Kvaliteta skrbi ne ovisi samo o tehničkim aspektima, već i o sustavnom pristupu koji osigurava da svi aspekti zdravstvene skrbi budu u skladu s najvišim standardima.

Sigurnost pacijenata predstavlja temeljni princip zdravstvene skrbi i uključuje proaktivno identificiranje potencijalnih rizika i komplikacija, kao što su hipoksemija i hiperkapnija tijekom sedacije. Uvođenje HFNC-a može znatno poboljšati respiratornu podršku, čime se smanjuje rizik od ovih komplikacija. Također, implementacija smjernica koje se temelje na dokazima može pomoći u osiguravanju dosljednosti u pružanju zdravstvene skrbi, što dodatno doprinosi sigurnosti pacijenata (Thomas et al., 2024).

Ključna načela zdravstvene skrbi, uključujući učinkovitost, pristupačnost i kontinuitet skrbi, trebaju se odražavati u primjeni HFNC-a (Al-Thaqafy et al., 2022, str. 214). Učinkovitost se može mjeriti kroz poboljšane kliničke ishode, dok pristupačnost uključuje osiguranje da svi pacijenti, bez obzira na svoje zdravstveno stanje, imaju pristup najnovijim terapijama. Kontinuitet skrbi podrazumijeva praćenje pacijenata tijekom cijelog procesa liječenja, što omogućuje pravovremenu intervenciju ako se pojave problemi. Na taj način, HFNC ne samo da predstavlja tehnološku inovaciju, već i primjer kako se upravljanje kvalitetom i sigurnost pacijenata mogu integrirati u svakodnevnu praksu u zdravstvenom sustavu, osiguravajući bolju skrb i ishode za pacijente podvrgnute holangiopankreatografiji (Petkar et al., 2024).

Upravo zbog toga smo iz nekoliko razloga odlučili analizirati kliničku učinkovitost nosne kanile visokog protoka u usporedbi s konvencionalnom nosnom kanilom kod pacijenata podvrgnutih ERCP-u. Prvo, zbog invazivnosti ERCP-a i potrebe za sedacijom i ventilacijskom podrškom, pravilna oksigenacija i ventilacija ključni su za uspješan ishod i oporavak. Nosne kanile visokog protoka nude potencijalno bolju oksigenaciju i ventilaciju. Drugo, analiza omogućuje istraživanje prednosti i nedostataka te tehnologije, uključujući moguće koristi poput poboljšane oksigenacije i ventilacije te potencijalne nedostatke poput povećanih troškova ili potrebe za dodatnom obukom osoblja. Nadalje, omogućuje procjenu utjecaja različitih čimbenika, poput vrste pacijenata ili složenosti postupka, na proces zdravstvene skrbi, oporavak pacijenata i upotrebu resursa.

Ciljevi istraživanja obuhvaćaju analizu kliničke učinkovitosti nosnih kanila visokog protoka u usporedbi s konvencionalnim nosnim kanilama, s naglaskom na identifikaciju njihovih prednosti i nedostataka. U sklopu upravljanja kvalitetom, važno je koristiti rezultate istraživanja za unapređenje standarda zdravstvene skrbi i povećanje sigurnosti pacijenata.

Također, cilj je razviti protokol za poboljšanje oksigenacije i ventilacije pacijenata podvrgnutih ERCP-u, temeljen na najnovijim znanstvenim dokazima. Ovaj pristup može smanjiti rizik od komplikacija i osigurati dosljednost u praksi. Planira se i proširenje primjene metoda sedacije, uključujući nosne kanile visokog protoka, na ostale

zdravstvene ustanove radi standardizacije prakse i poboljšanja kvalitete skrbi. Time se fokus na kvalitetu i sigurnost pacijenata integrira u svakodnevnu zdravstvenu praksu, što vodi do boljih kliničkih ishoda.

2 Metodologija

Studija je provedena kao randomizirano kliničko ispitivanje s ciljem ispitivanja preliminarne učinkovitosti nosne kanile visokog protoka (HFNC) u usporedbi s konvencionalnom nosnom kanilom (CNC) tijekom endoskopske retrogradne koledokopankreatografije (ERCP). Sudionici su nasumično raspoređeni u dvije skupine kako bi se osigurala objektivnost rezultata i minimizirala pristranost.

Za raspodjelu pacijenata u dvije skupine korišten je jednostavan metodološki pristup. Ispitanici su bili raspoređeni u jednu od dvije skupine (HFNC ili CNC) na temelju redoslijeda u kojem su pristizali na zahvat ERCP-a. Na primjer, prvi pacijent koji je pristupio zahvatu bio je dodijeljen u jednu skupinu, sljedeći u drugu, i tako dalje, kako bi se osigurala ravnoteža u broju sudionika u obje skupine. Ova metoda raspodjele također je omogućila minimiziranje mogućih sistematskih pristranosti.

U istraživanju je sudjelovalo 20 odraslih pacijenata u okviru pilot-studije, koji su metodom kvotnog uzorkovanja nasumično podijeljeni u dvije skupine. Prva skupina koristila je HFNC, dok je druga skupina koristila CNC. Uključeni su pacijenti stariji od 18 godina, s ASA statusom I–III. Pacijenti s ASA statusom IV (teška sistemska bolest koja predstavlja stalnu prijetnju životu), indeksom tjelesne mase (BMI) većim od 35, bolestima nazofarinksa i alergijama na sedative bili su isključeni iz studije.

Uzorak je činio ukupno 20 pacijenata, ravnomjerno raspoređenih u dvije skupine: HFNC (n=10) i CNC (n=10). Prosječna dob ispitanika iznosila je $71,2 \pm 12,9$ godina, a omjer muškaraca i žena bio je 8:12 u korist žena. Prosječni BMI pacijenata bio je $27,4 \pm 4,0$ kg/m². Većina ispitanika imala je ASA status II (n=9) ili III (n=10), dok je samo 1 pacijent imao ASA status I. Većina pacijenata (n=18) imala je barem jedan komorbiditet, dok su 2 pacijenta bila bez komorbiditeta. Dijagnosticiranu astmu imalo je 4 pacijenta, a KOPB 3 pacijenta.

Prikupljeni su početni demografski i klinički parametri, uključujući dob, spol, BMI, komorbiditete, početnu saturaciju kisikom (SaO₂) i vrijednosti arterijskih plinova (paO₂ i paCO₂). Tijekom postupka bilježeni su prosječna saturacija kisikom, epizode desaturacije (SaO₂ < 90 %), trajanje postupka, protok kisika i ukupna doza sedativa. Na kraju postupka zabilježeni su završni parametri, uključujući arterijske plinove (paO₂, paCO₂, SaO₂) i intervencije na dišnim putovima, poput primjene orofaringealnog tubusa ili podizanja brade.

Statistička obrada podataka uključivala je Leveneov test za procjenu homogenosti varijanci između skupina te t-test za jednakost srednjih vrijednosti za analizu razlika između HFNC i CNC skupina. Statistički značajna razlika smatrala se pri vrijednosti $p < 0,05$.

Na temelju istraživačkog problema oblikovana su istraživačka pitanja i hipoteze:

1. Kako se saturacija kisikom (SaO_2), mjerena oksimetrom, razlikuje između pacijenata koji koriste nosnu kanilu visokog protoka (HFNC) i pacijenata koji koriste konvencionalnu nosnu kanilu (CNC) tijekom ERCP-a?
2. Kako se parcijalni tlak ugljičnog dioksida (paCO_2) razlikuje na kraju postupka kod pacijenata koji koriste nosnu kanilu visokog protoka (HFNC) u usporedbi s pacijentima koji koriste konvencionalnu nosnu kanilu (CNC)?

H1 Saturacija kisikom, mjerena oksimetrom tijekom ERCP-a, viša je kod primjene nosne kanile visokog protoka u usporedbi s konvencionalnom nosnom kanilom.

H2 Kod primjene konvencionalne nosne kanile paCO_2 parcijalni tlak ugljičnog dioksida (paCO_2) na kraju postupka viši je u usporedbi s primjenom nosne kanile visokog protoka.

3 Rezultati

U istraživanju su analizirane dvije grupe pacijenata: jedna koja je koristila "SaO₂ nosnu kanilu visokog protoka" i druga koja je koristila "konvencionalnu nosnu kanilu". Svaka od ovih grupa sastojala se od 10 pacijenata. Statistička obrada hipoteze:

H1: Saturacija kisikom, mjerena oksimetrom tijekom ERCP-a, viša je kod primjene nosne kanile visokog protoka u usporedbi s konvencionalnom nosnom kanilom.

Prema Tablici 1, rezultati pokazuju da je prosječna vrijednost saturacije kisikom značajno viša u grupi pacijenata koji su koristili "SaO₂ nosnu kanilu visokog protoka" (98,28) u usporedbi s pacijentima koji su koristili "konvencionalnu nosnu kanilu" (93,00). Ova razlika u prosječnim vrijednostima sugerira da je primjena nosne kanile visokog protoka povezana s poboljšanom saturacijom kisikom u usporedbi s konvencionalnom nosnom kanilom.

Analiza nezavisnih uzoraka uključivala je Leveneov test za jednakost varijanci kako bi se provjerila homogenost varijanci između grupa. Rezultati Leveneovog testa nisu pokazali statistički značajnu razliku u varijanci između grupa (Levene's Test for Equality of Variances, p-vrijednost > 0.05), što ukazuje na podjednaku varijabilnost između grupa.

T-test za jednakost srednjih vrijednosti (T-Test for Equality of Means) proveden je uz pretpostavku jednakosti varijanci (Equal variances assumed) i bez te pretpostavke (Equal variances not assumed). Rezultati su pokazali statistički značajnu razliku u srednjim vrijednostima saturacije kisika (t-vrijednost, p-vrijednost < 0.05) između dviju grupa pacijenata.

Tablica 1

Testiranje razlika u saturaciji kisikom (SaO₂) između grupa pacijenata tijekom ERCP-a/Testing the differences in oxygen saturation (SaO₂) between patient groups during ERCP

<i>Grupa/Group</i>	<i>N</i>	<i>Srednja vrijednost</i>	<i>Standardna devijacija</i>	<i>Standardna pogreška srednje vrijednosti</i>
SaO ₂ - nosna kanila visokog protoka / high-flow nasal cannula	10	98,28	3,15	1,00
SaO ₂ - konvencionalna nosna kanila / conventional nasal cannula	10	93,00	5,96	1,89

<i>Test</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>t</i>	<i>St. slobode (df)</i>	<i>Sig. (2-strani)</i>	<i>Razlika srednjih vrijednosti</i>	<i>Standardna pogreška razlike</i>	<i>95 % CI (donja, gornja granica)</i>
Pretpostavljena jednaka varijanca	3,39	,082	2,47	18,00	,024	5,27	2,13	9,75
Nepretpostavljena jednaka varijanca			2,47	13,66	,027	5,27	2,13	9,86

Legenda/Legend: N – broj ispitanika / number of patients; Srednja vrijednost / Arithmetic mean; Standardna devijacija / Std. Deviation; Standardna pogreška srednje vrijednosti / S.E. Mean; F – vrijednost Leveneovog testa za jednakost varijanci / Levene's test value for equality of variances; Sig. – statistička značajnost / statistical significance; Razlika srednjih vrijednosti / Mean difference; Standardna pogreška razlike / Std. error of the difference; 95 % interval pouzdanosti razlike između srednjih vrijednosti / 95 % confidence interval of the difference

Srednja razlika u saturaciji kisika između grupa iznosi 5,27, pri čemu je 95 % interval pouzdanosti za razliku u srednjim vrijednostima saturacije kisika između 0,79 i 9,75 kada se pretpostavi jednakost varijanci, odnosno između 0,69 i 9,86 kada se ne pretpostavlja jednakost varijanci (Grafikon 1).

Grafikon 1

Razlike u saturaciji kisikom (SaO_2) između nosne kanile visokog protoka i konvencionalne nosne kanile tijekom ERCP-a/Average oxygen saturation (SaO_2) values between groups



H2: Kod primjene konvencionalne nosne kanile paCO_2 parcijalni tlak ugljičnog dioksida (paCO_2) na kraju postupka viši je u usporedbi s primjenom nosne kanile visokog protoka.

Tablica 2

Testiranje razlika u parcijalnom tlaku ugljičnog dioksida (paCO_2) između grupa pacijenata/Testing the differences in partial pressure of carbon dioxide (paCO_2) between patient groups

Grupa/Group	N	Srednja vrijednost	Standardna devijacija	Standardna pogreška srednje vrijednosti
paCO_2 – nosna kanila visokog protoka / high-flow nasal cannula	10	5,36	0,70	0,22
paCO_2 – konvencionalna nosna kanila	10	6,34	0,62	0,20

Test	F	Sig.	t	St. slobode (df)	Sig. (2-strani)	Razlika srednjih v.	Stand. pogreška razlike	95 % CI (donja)	95 % CI (gor.)
Pretpostavljena jednaka varijanca	0,13	0,727	-3,32	18,00	p<0,01	-0,98	,30	-1,60	-0,36
Nepretpostavljena jednaka varijanca			-3,32	17,70	p<0,01	-0,98	,30	-1,60	-0,36

Legenda/Legend: N – broj ispitanika / number of patients; Srednja vrijednost / Arithmetic mean; Standardna devijacija / Std. Deviation; Standardna pogreška srednje vrijednosti / S.E. Mean; F – vrijednost Leveneovog testa za jednakost varijanci / Levene's test value for equality of variances; Sig. – statistička značajnost / statistical significance; Razlika srednjih vrijednosti / Mean difference; Standardna pogreška razlike / Std. error of the difference; 95 % interval pouzdanosti razlike između srednjih vrijednosti / 95 % confidence interval of the difference

Iz Tablice 2 vidljivo je da je srednja vrijednost parcijalnog tlaka ugljičnog dioksida (paCO_2) na kraju postupka niža u grupi pacijenata koji su koristili “ paCO_2 - nosnu kanilu visokog protoka” (5,36) u usporedbi s pacijentima koji su koristili “ paCO_2 - konvencionalnu nosnu kanilu” (6,34). Ova razlika u srednjim vrijednostima sugerira da je primjena nosne kanile visokog protoka povezana s nižim vrijednostima paCO_2 na kraju postupka u usporedbi s konvencionalnom nosnom kanilom.

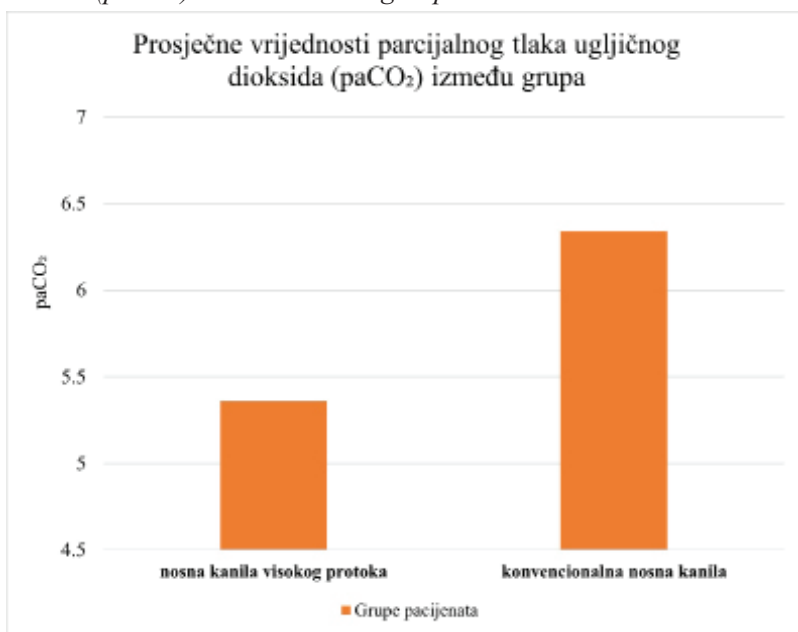
Analiza nezavisnih uzoraka za parcijalni tlak ugljičnog dioksida (paCO_2) na kraju postupka pokazala je sljedeće rezultate:

Leveneov test za jednakost varijanci nije pokazao statistički značajnu razliku u varijanci između grupa (p-vrijednost > 0.05), što ukazuje na homogenost varijanci između grupa. T-test za jednakost srednjih vrijednosti pokazao je statistički značajnu razliku u srednjim vrijednostima paCO_2 (t-vrijednost, p-vrijednost < 0.05) između dviju grupa pacijenata.

Srednja razlika u paCO_2 između grupa iznosi -0,98, a 95 % interval pouzdanosti za razliku u srednjim vrijednostima paCO_2 je između -1,60 i -0,36 (kada se pretpostavi jednakost varijanci) odnosno između -1,60 i -0,36 (kada se ne pretpostavlja jednakost varijanci) (Grafikon 2).

Grafikon 2

Razlike u parcijalnom tlaku ugljičnog dioksida (paCO_2) između nosne kanile visokog protoka i konvencionalne nosne kanile tijekom ERCP-a / Average partial pressure of carbon dioxide (paCO_2) values between groups



Legenda/Legend: HFNC – Nosna kanila visokog protoka / High-flow nasal cannula;
CNC – Konvencionalna nosna kanila / Conventional nasal cannula

4 Rasprava

Rezultati ovog istraživanja potvrđuju značajne prednosti primjene visokoprotokne nosne kanile (HFNC) tijekom endoskopske retrogradne holangiopankreatografije (ERCP), invazivnog i kompleksnog dijagnostičko-terapijskog zahvata. HFNC se u našem istraživanju pokazao superiorniji u održavanju stabilne oksigenacije i smanjenju parcijalnog tlaka ugljičnog dioksida u odnosu na konvencionalnu nosnu kanilu (CNC). Time je omogućena učinkovitija ventilacija, bolja oksigenacija i smanjena učestalost respiratornih komplikacija tijekom zahvata, što izravno doprinosi sigurnosti pacijenata i unaprjeđenju kvalitete zdravstvene skrbi.

Jedan od ključnih nalaza odnosi se na višu razinu stabilnosti oksigenacije i učinkovitiju eliminaciju CO₂ u skupini pacijenata liječenih HFNC-om, pri čemu su razlike bile najizraženije u završnim fazama ERCP-a. Naši rezultati su u skladu s istraživanjem Cha et al. (2021, str. 350) koji su pokazali smanjenu učestalost desaturacije kod pacijenata s HFNC-om tijekom ERCP-a, osobito u populaciji starijih bolesnika i onih s višim dozama sedativa. Slične nalaze izvijestili su i Mohamed et al. (2025, str. 156) u istraživanju provedenom u jedinici intenzivne skrbi, gdje je HFNC značajno smanjio incidenciju hipoksemije u odnosu na konvencionalnu terapiju.

Naši nalazi o povećanoj saturaciji kisikom u skupini HFNC-a dosljedni su i s meta-analizom Carron et al. (2022) koji su u sustavnom pregledu i meta-analizi šest randomiziranih studija potvrdili značajno smanjenje učestalosti desaturacije kod pacijenata koji su primali HFNC tijekom gastroenteroloških endoskopskih zahvata. Slično, u našoj studiji, primjena HFNC-a rezultirala je ne samo boljom oksigenacijom nego i smanjenjem potrebe za intervencijama na dišnim putovima, što dodatno podupire nalaze meta-analize gdje je učestalost primjene spasilačkih intervencija bila niža u skupini HFNC-a.

Smanjenje parcijalnog tlaka CO₂ zabilježeno u našoj skupini pacijenata koji su koristili HFNC također je u skladu s patofiziološkim mehanizmima navedenima u literaturi. Fraser i sur. (2016, str. 759) te Chen et al. (2022, str. 910) naglašavaju da HFNC svojim CPAP-efektom i ispiranjem mrtvog prostora doprinosi boljoj alveolarnoj ventilaciji i eliminaciji CO₂, što je vidljivo i u našem uzorku. Istraživanje Sawase et al. (2023, str. 156) dodatno potvrđuje ovu povezanost, iako su u njihovom radu razlike u paCO₂ bile manje izražene nego u našem, što može biti rezultat razlika u metodologiji, duljini zahvata ili profilu pacijenata.

Specifičnost našeg uzorka – starija populacija s izraženim komorbiditetima, dominantno ASA II–III statusa, s učestalim respiratornim bolestima poput astme i KOPB-a – čini našu studiju posebno relevantnom. Isti aspekt naglašavaju i Lin et al. (2019, str. 591) u svojoj multicentričnoj studiji, gdje ističu da HFNC ima osobitu korist kod visokorizičnih pacijenata. Naši rezultati u tom smislu nadopunjuju postojeću literaturu, pokazujući da i u okruženju gastroenterološke endoskopije HFNC doprinosi boljoj ventilacijskoj stabilnosti upravo kod najrizičnijih pacijenata.

Nadalje, naši rezultati o smanjenju incidencije desaturacije tijekom ERCP-a su u skladu i s istraživanjem Wang et al. (2025) koji su ispitivali učinak HFNC-a kod pacijenata s pretilošću, gdje su također dokazali smanjenje učestalosti hipoksemije i poboljšanje respiratorne stabilnosti. Budući da su i u našem uzorku bili prisutni pacijenti s povišenim BMI-jem, ove spoznaje dodatno podupiru primjenu HFNC-a u endoskopskoj praksi.

Važno je napomenuti da unatoč brojnim prednostima, naši rezultati pokazuju da HFNC nije potpuno eliminirao pojavu respiratornih komplikacija, što su u svojim analizama istaknuli i Carron et al. (2022) te Sawase et al. (2023), naglašavajući da učinkovitost HFNC-a može biti ograničena u određenim kliničkim scenarijima i kod pacijenata s posebnim karakteristikama (npr. izrazito teška respiratorna insuficijencija ili visoka doza sedativa).

S patofiziološkog aspekta, kao što su naveli Fraser et al. (2016, str. 759), Chen et al. (2023, str. 3273) te Mikalsen et al. (2016, str. 93), HFNC djeluje višestruko: smanjuje respiratorni otpor, poboljšava alveolarnu ventilaciju i omogućuje stabilniju oksigenaciju, što smo potvrdili i u našem istraživanju. Grijana i ovlažena opskrba kisikom smanjuje iritaciju i poboljšava udobnost pacijenata, što su također zabilježili Kim et al. (2021, str. 460) te Gamal et al. (2022, str. 485).

U kontekstu sigurnosti i kvalitete skrbi, naši rezultati potvrđuju zaključke Ayuse et al. (2020) te Thiruvengkatarajana et al. (2020, str. 444) koji ističu važnost HFNC-a u smanjenju incidencije hiperkapnije i hipoksemije tijekom sedacije kod visokorizičnih bolesnika. Naša studija, iako ograničena veličinom uzorka, pokazuje da HFNC može doprinijeti smanjenju perioperativnih komplikacija i poboljšanju ishoda.

Uvođenje HFNC-a u standardne protokole respiratorne potpore tijekom ERCP-a, uzimajući u obzir njegov dokazani učinak na smanjenje hipoksemije i hiperkapnije, moglo bi značajno unaprijediti sigurnost i kvalitetu pružene skrbi. Iako je potrebna daljnja potvrda na većim uzorcima, rezultati našeg istraživanja doprinose sve većem broju dokaza koji podupiru korištenje HFNC-a u gastroenterološkoj endoskopiji.

5 Zaključak

Primjena HFNC-a tijekom ERCP-a donosi značajan napredak u osiguravanju kvalitete skrbi, sigurnosti i zadovoljstva pacijenata. ERCP, kao složen i invazivan postupak, zahtijeva duboku sedaciju koja povećava rizik od respiratornih komplikacija poput hipoksemije i hiperkapnije. Upravljanje tim rizicima ključno je za održavanje visokih standarda kvalitete zdravstvene skrbi.

HFNC tehnologija omogućuje opskrbu zagrijanog i ovlaženog zraka visokog protoka, čime osigurava optimalnu oksigenaciju i učinkovito uklanjanje CO₂, istovremeno smanjujući nelagodu za pacijenta. Stvaranjem blagog pozitivnog ekspiracijskog tlaka i ispiranjem nosofaringealnog mrtvog prostora, HFNC doprinosi stabilnosti respiratornog sustava, što je ključan element u osiguravanju kvalitete postupka.

Kvaliteta skrbi očituje se kroz prilagodbu terapijskih protokola individualnim potrebama, uzimajući u obzir potencijalne kontraindikacije, poput nazalne opstrukcije ili kroničnih respiratornih bolesti. Integracija HFNC-a u standardnu praksu omogućuje dosljedno smanjenje rizika od komplikacija, unaprijeđuje sigurnost pacijenata te podupire kontinuirani razvoj standardiziranih protokola za invazivne zahvate poput ERCP-a.

Zaključno, primjena HFNC-a predstavlja značajan iskorak u upravljanju kvalitetom skrbi za pacijente tijekom ERCP-a. Njegova uporaba omogućuje bolje kliničke ishode, poboljšava sigurnost i udobnost pacijenata te pridonosi usklađenosti s najvišim standardima zdravstvene skrbi. Ovi rezultati dodatno naglašavaju važnost kontinuiranog ulaganja u tehnologiju i protokole kako bi se osigurala najviša razina kvalitete zdravstvenih usluga.

Valentina Ješić, Vesna Zupančić, PhD

Quality Management in Healthcare Through the Application of High-Flow Nasal Cannula (HFNC) During ERCP Procedures

The delivery of high-quality healthcare, particularly during invasive procedures, critically depends on effective management of respiratory support. Endoscopic retrograde cholangiopancreatography (ERCP) is a complex diagnostic and therapeutic endoscopic procedure, primarily used for evaluating and treating biliary and pancreatic duct diseases. The inherent complexity of ERCP necessitates the use of deep sedation, which is associated with significant respiratory risks, including hypoxemia and hypercapnia. These complications directly impact patient safety and procedural success. Conventional oxygen delivery methods, such as the use of a conventional nasal cannula (CNC), often fail to sufficiently address these respiratory risks, especially in high-risk patient populations. In this context, high-flow nasal cannula (HFNC) has emerged as an innovative respiratory support method designed to deliver heated and humidified oxygen at high flow rates, ensuring better oxygenation and ventilation during sedation. Although multiple studies have reported on the benefits of HFNC in various clinical settings, the majority focus on critical care, neonatal, or perioperative environments.

There is a relative scarcity of data concerning its targeted use during ERCP procedures. This pilot randomized controlled trial aimed to specifically assess the clinical effectiveness of HFNC compared to CNC in patients undergoing ERCP, focusing on oxygenation and carbon dioxide elimination. Additionally, the study offers valuable insight into a distinct patient sample characterized by advanced age, a predominance of ASA II and III status, and the presence of multiple comorbidities, making it highly relevant for real-world clinical applications where respiratory risk is elevated. The study included 20 adult patients who were randomly assigned to two groups:

the HFNC group ($n = 10$) and the CNC group ($n = 10$). All patients were undergoing ERCP under monitored sedation. The primary respiratory parameters measured included oxygen saturation (SaO_2) and partial pressure of carbon dioxide (paCO_2) before and after the procedure. These specific parameters were selected due to their direct association with peri-procedural respiratory stability.

In addition to the quantitative respiratory data, qualitative variables such as procedural interruptions due to respiratory complications, need for airway maneuvers, and episodes of desaturation ($\text{SaO}_2 < 90\%$) were also carefully recorded. Our results showed that patients receiving HFNC achieved statistically significantly higher oxygen saturation levels compared to the CNC group (98.28 ± 3.15 vs. 93.00 ± 5.96 , $t = 2.47$, $p = 0.024$). Likewise, the partial pressure of carbon dioxide was significantly lower in the HFNC group (5.36 ± 0.70 vs. 6.34 ± 0.62 , $t = -3.32$, $p < 0.01$). These findings confirm that HFNC provides more effective oxygenation and ventilation during ERCP, reducing the risk of hypoxemia and hypercapnia. The significance of these results is further underlined by the fact that the observed differences occurred in a relatively small but highly specific and vulnerable patient population, many of whom had chronic respiratory comorbidities, such as asthma or chronic obstructive pulmonary disease (COPD). An additional qualitative observation was that patients in the HFNC group experienced fewer procedural interruptions related to respiratory instability. Although these results did not reach statistical significance due to the limited sample size, the trend strongly suggests that HFNC may contribute to greater procedural efficiency and patient safety by reducing the need for emergency airway interventions, a finding that aligns with similar reports from studies in intensive care and perioperative contexts.

From a pathophysiological perspective, the advantages of HFNC can be attributed to several mechanisms, which were reflected in our findings. Firstly, HFNC delivers heated and humidified oxygen, which enhances mucociliary clearance, reduces airway resistance, and increases patient comfort by avoiding common side effects associated with cold and dry gas inhalation. Secondly, HFNC is capable of generating a low-level continuous positive airway pressure (CPAP)-like effect, which may have contributed to alveolar recruitment, improving oxygenation even in patients with moderate restrictive or obstructive lung disease, as was the case with several participants in our study. Thirdly, by clearing the nasopharyngeal dead space and improving alveolar ventilation, HFNC effectively lowers the accumulation of CO_2 , which was directly confirmed by the significantly lower paCO_2 levels observed in the HFNC group.

The positive outcomes of this study are particularly relevant when considering the specific characteristics of the sample. The majority of our patients were the elderly (the mean age of 71.2 years) and presented with ASA II–III classification, reflecting moderate to severe systemic disease. Additionally, almost all patients (90%) had at least one comorbidity, and a significant portion (35%) had a history of respiratory conditions, such as asthma or COPD. These characteristics underline the clinical relevance of our findings, as this population is frequently encountered in everyday practice and is particularly vulnerable to respiratory deterioration during ERCP.

The results of this pilot study align partially with the findings of the existing international studies, although there are also certain distinctions. While previous research has mainly been conducted in intensive care units, operating rooms, or during bronchoscopy, our investigation specifically focused on the ERCP setting, which presents distinct challenges, including prolonged procedure duration and deeper levels of sedation. Studies in other procedural contexts have reported that HFNC reduces hypoxemic episodes, improves patient comfort, and decreases the need for escalation of respiratory support. However, few studies have simultaneously measured both oxygenation and CO₂ clearance as directly as we did, nor have they systematically analyzed their dynamics during ERCP. The congruence between our findings and the international literature strengthens the plausibility of our results, yet some variations were noted, likely due to our targeted and specific sample, small sample size, and the unique characteristics of the ERCP procedure itself.

An important limitation of this study, as in other pilot studies, is the sample size (n = 20). While randomization minimized selection bias and ensured homogeneity between the groups regarding age, ASA status, and the presence of comorbidities, the power of statistical tests was inevitably limited. Additionally, the study focused on patients at a single center, all treated according to a specific anesthetic and procedural protocol, which may not fully reflect practice in other institutions. Nevertheless, the study was carefully designed to ensure internal validity, with precise documentation and control of all variables. Moreover, the specificity of our sample – older patients, a high proportion of ASA II–III status, and a substantial number with respiratory comorbidities – limits the generalizability of the results to younger or lower-risk populations.

However, it also highlights an important clinical niche: the very group most susceptible to respiratory complications during ERCP may benefit the most from HFNC. Compared to international studies, our patients tended to have a slightly higher average ASA status and more frequent respiratory comorbidities, which could explain the prominent benefits of HFNC observed in our study. In conclusion, this pilot study contributes to the growing body of evidence supporting HFNC as a safe and effective respiratory support modality during ERCP procedures. Its superiority over conventional nasal cannula was demonstrated both in terms of improved oxygenation (higher SaO₂) and more effective CO₂ elimination (lower paCO₂) during the procedure. Importantly, these benefits were especially evident in patients with advanced age, higher ASA status, and respiratory comorbidities. These findings, while preliminary due to sample size limitations, provide strong justification for larger, multicenter studies to confirm these observations and to explore the broader applicability of HFNC across diverse patient populations undergoing ERCP or similar interventions.

From the perspective of quality management in healthcare, the incorporation of HFNC into standard protocols for ERCP may enhance patient safety, procedural efficiency, and overall clinical outcomes. The results of this study indicate that HFNC not only offers physiological benefits but also contributes to the broader objectives of improving patient-centered care, minimizing procedural risks, and optimizing resource

utilization. Moving forward, the adoption of HFNC should be considered not only as a technical advancement but also as a strategic tool within the framework of quality assurance and patient safety programs, particularly for high-risk patients undergoing complex endoscopic procedures.

When comparing these results with the findings from other studies, similarities can be observed, although direct comparisons are limited due to differences in study design, sample composition, and clinical settings. For example, while other studies have confirmed the benefits of HFNC in terms of oxygenation during procedures performed under sedation, few have focused explicitly on ERCP or comparable gastroenterological interventions. The trend of improved oxygenation and CO₂ clearance observed in our study is in line with available evidence from intensive care and perioperative medicine, where HFNC has been associated with lower rates of hypoxemia, reduced need for airway interventions, and better gas exchange.

However, our study is one of the few that provides data specific to ERCP and directly quantifies changes in SaO₂ and paCO₂, highlighting HFNC's potential utility even in the highly specific and challenging setting of gastrointestinal endoscopy with sedation. Despite the consistent trend, our results should be interpreted with caution due to the limitations inherent in a pilot study. The sample size was small ($n = 20$), and the distribution of certain clinical variables (e.g. respiratory comorbidities, BMI) was unevenly balanced between the two groups, although randomization was applied. Moreover, this was a single-center study, performed under controlled conditions with a specific patient profile, which may limit the generalizability of the results to broader populations or to centers with different procedural protocols and sedation practices.

These limitations, however, do not diminish the internal validity of the study, as randomization and consistent monitoring of respiratory parameters (SaO₂ and paCO₂) were applied throughout the study. HFNC demonstrated several specific advantages during ERCP in this population. Beyond the statistical improvement in oxygenation and CO₂ clearance, patients receiving HFNC showed fewer episodes of clinically significant desaturation ($<90\%$ SaO₂), fewer procedural interruptions due to airway management, and better hemodynamic stability throughout the intervention. Although these observations were not all statistically significant due to the sample size, they represent clinically meaningful trends which should be explored in future studies.

It is particularly noteworthy that the patients who benefited most from HFNC were those with the highest ASA status (III) and those with respiratory comorbidities. In these subgroups, oxygenation was more stable, and CO₂ elimination was more effective compared to patients using CNC. These findings, although derived from a limited sample, are consistent with the proposed mechanisms of HFNC, which include enhanced alveolar recruitment, improved ventilation-perfusion matching, and reduced respiratory effort, all of which are critical in preventing hypoxemia and hypercapnia during procedures requiring sedation. Furthermore, this aligns with the clinical experience that older and comorbid patients are those who most often experience procedural respiratory instability and could thus benefit most from advanced oxygenation strategies such as HFNC.

LITERATURA

1. Al-Thaqafy, M. S., Alzahrani, S., Alghamdi, A., Alselemy, S., Alshebani, K., Bugis, B. A., Bugis, A., & Al-Shareef, A. S. (2022). The efficiency of high-flow nasal cannula for adult patients with coronavirus disease 19 in Jeddah, Saudi Arabia. *Annals of Thoracic Medicine*, 17(4), 214–219. https://doi.org/10.4103/atm.atm_156_22
2. Alzanbagi, A. B., Jilani, T. L., Qureshi, L. A., Ibrahim, I. M., Tashkandi, A. M. S., Elshrief, E. E. A., Khan, M. S., Abdelhalim, M. A. H., Zahrani, S. A., Mohamed, W. M. K., Nageeb, A. M., Abbushi, B., & Shariff, M. K. (2022). Randomized trial comparing general anesthesia with anesthesiologist-administered deep sedation for ERCP in average-risk patients. *Gastrointestinal Endoscopy*, 96(6), 983–990.e2. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2022.06.003>
3. Apteokinoğlu Mendil, N., Temel, Ş., Yüksel, R. C., Gündoğan, K., Eser, B., Kaynar, L., & Sungur, M. (2021). The use of high-flow nasal oxygen vs. standard oxygen therapy in hematological malignancy patients with acute respiratory failure in hematology wards. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 51(4), 1756–1763. <https://doi.org/10.3906/sag-2007-228>
4. Ayuse, T., Sawase, H., Ozawa, E., Nagata, K., Komatsu, N., Sanuki, T., Kurata, S., Mishima, G., Hosogaya, N., Nakashima, S., Pinkham, M., Tatkov, S., & Nakao, K. (2020). Study on prevention of hypercapnia by nasal high flow in patients undergoing endoscopic retrograde cholangiopancreatography during intravenous anesthesia. *Medicine*, 99(19), e20036. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000020036>
5. Carron, M., Tamburini, E., Safae Fakhr, B., De Cassai, A., Linassi, F., & Navalesi, P. (2022). High-flow nasal oxygenation during gastrointestinal endoscopy: Systematic review and meta-analysis. *BJA Open*, 4, 100098. <https://doi.org/10.1016/j.bjao.2022.100098>
6. Cha, B., Lee, M.-J., Park, J.-S., Jeong, S., Lee, D. H., & Park, T. G. (2021). Clinical efficacy of high-flow nasal oxygen in patients undergoing ERCP under sedation. *Scientific Reports*, 11(1), 350. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79798-7>
7. Chainaki, I. G., Manolaraki, M. M., & Paspatis, G. A. (2011). Deep sedation for endoscopic retrograde cholangiopancreatography. *World Journal of Gastrointestinal Endoscopy*, 3(2), 34–39. <https://doi.org/10.4253/wjge.v3.i2.34>
8. Chen, D., Heunks, L., Pan, C., Xie, J., Qiu, H., Yang, Y., & Liu, L. (2022). A novel index to predict the failure of high-flow nasal cannula in patients with acute hypoxemic respiratory failure: A pilot study. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 206(7), 910–913. <https://doi.org/10.1164/rccm.202203-0561LE>
9. Chen, N., Song, D. D., Qiu, Z. H., Cui, B., & Diao, Y. G. (2023). [Effect of high flow nasal catheter oxygen to prevent hypoxemia in endoscopic retrograde cholangiopancreatography surgery in aged]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 103(41), 3273–3278. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112137-20230414-00612>
10. Cove, M. E., & Pinsky, M. R. (2021). Rethinking alveolar ventilation and CO2 removal. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 203(3), 277–278. <https://doi.org/10.1164/rccm.202008-3306ED>
11. Fraser, J. F., Spooner, A. J., Dunster, K. R., Anstey, C. M., & Corley, A. (2016). Nasal high flow oxygen therapy in patients with COPD reduces respiratory rate and tissue carbon dioxide while increasing tidal and end-expiratory lung volumes: A randomised crossover trial. *Thorax*, 71(8), 759–761. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2015-207962>
12. Frat, J.-P., Quenot, J.-P., Badie, J., Coudroy, R., Guitton, C., Ehrmann, S., Gacouin, A., Merdji, H., Auchabie, J., Daubin, C., Dureau, A.-F., Thibault, L., Sedillot, N., Rigaud, J.-P., Demoule, A., Fatah, A., Terzi, N., Simonin, M., Danjou, W., ... SOHO-COVID Study Group and the REVA Network. (2022). Effect of high-flow nasal cannula oxygen vs standard oxygen therapy on mortality in patients with respiratory failure due to COVID-19: The SOHO-COVID randomized clinical trial. *JAMA*, 328(12), 1212–1222. <https://doi.org/10.1001/jama.2022.15613>

13. Gamal, M., Kamal, M. A., Abuelazm, M., Yousaf, A., & Abdelazeem, B. (2022). Meta-analysis comparing the efficiency of high-flow nasal cannula versus low-flow nasal cannula in patients undergoing endoscopic retrograde cholangiopancreatography. *Baylor University Medical Center Proceedings*, 35(4), 485–491. <https://doi.org/10.1080/08998280.2022.2062554>
14. Hong, H., Li, X.-X., Li, J., & Zhang, Z.-Q. (2021). High-flow nasal cannula versus nasal continuous positive airway pressure for respiratory support in preterm infants: A meta-analysis of randomized controlled trials. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, 34(2), 259–266. <https://doi.org/10.1080/14767058.2019.1606193>
15. Kim, S. H., Bang, S., Lee, K.-Y., Park, S. W., Park, J. Y., Lee, H. S., Oh, H., & Oh, Y. J. (2021). Comparison of high flow nasal oxygen and conventional nasal cannula during gastrointestinal endoscopic sedation in the prone position: A randomized trial. *Canadian Journal of Anesthesia / Journal Canadien d'anesthésie*, 68(4), 460–466. <https://doi.org/10.1007/s12630-020-01883-2>
16. Lin, Y., Zhang, X., Li, L., Wei, M., Zhao, B., Wang, X., Pan, Z., Tian, J., Yu, W., & Su, D. (2019). High-flow nasal cannula oxygen therapy and hypoxia during gastroscopy with propofol sedation: A randomized multicenter clinical trial. *Gastrointestinal Endoscopy*, 90(4), 591–601. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2019.06.033>
17. Mikalsen, I. B., Davis, P., & Øymar, K. (2016). High flow nasal cannula in children: A literature review. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 24(1), 93. <https://doi.org/10.1186/s13049-016-0278-4>
18. Mohamed, A. M., & Selima, W. Z. (2025). HFNC oxygen therapy vs COT in prolonged upper gastrointestinal endoscopy inside the ICU: A prospective, randomized, controlled clinical study. *Indian Journal of Critical Care Medicine*, 29(3), 223–229. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10071-24919>
19. Nishimura, M. (2015). High-flow nasal cannula oxygen therapy in adults. *Journal of Intensive Care*, 3(1), 15. <https://doi.org/10.1186/s40560-015-0084-5>
20. Pal, P., & Ramchandani, M. (2024). Management of ERCP complications. *Best Practice & Research. Clinical Gastroenterology*, 69, 101897. <https://doi.org/10.1016/j.bpg.2024.101897>
21. Petkar, S., Wanjari, D., & Priya, V. (2024). A comprehensive review on high-flow nasal cannula oxygen therapy in critical care: Evidence-based insights and future directions. *Cureus*, 16(8), e66264. <https://doi.org/10.7759/cureus.66264>
22. Ramnarayan, P., Richards-Belle, A., Drikite, L., Saull, M., Orzechowska, I., Darnell, R., Sadique, Z., Lester, J., Morris, K. P., Tume, L. N., Davis, P. J., Peters, M. J., Feltbower, R. G., Grieve, R., Thomas, K., Mouncey, P. R., Harrison, D. A., Rowan, K. M., & FIRST-ABC Step-Down RCT Investigators and the Paediatric Critical Care Society Study Group. (2022). Effect of high-flow nasal cannula therapy vs continuous positive airway pressure following extubation on liberation from respiratory support in critically ill children: A randomized clinical trial. *JAMA*, 327(16), 1555–1565. <https://doi.org/10.1001/jama.2022.3367>
23. Roca, O., Hernández, G., Díaz-Lobato, S., Carratalá, J. M., Gutiérrez, R. M., Masclans, J. R., & Spanish Multidisciplinary Group of High Flow Supportive Therapy in Adults (HiSpaFlow). (2016). Current evidence for the effectiveness of heated and humidified high flow nasal cannula supportive therapy in adult patients with respiratory failure. *Critical Care*, 20(1), 109. <https://doi.org/10.1186/s13054-016-1263-z>
24. Sawase, H., Ozawa, E., Yano, H., Ichinomiya, T., Yano, R., Miyaaki, H., Komatsu, N., Ayuse, T., Kurata, S., Sato, S., Pinkham, M. I., Tatkov, S., Ashizawa, K., Nagata, K., & Nakao, K. (2023). Respiratory support with nasal high flow without supplemental oxygen in patients undergoing endoscopic retrograde cholangiopancreatography under moderate sedation: A prospective, randomized, single-center clinical trial. *BMC Anesthesiology*, 23(1), 156. <https://doi.org/10.1186/s12871-023-02125-w>
25. Thomas, T., Khor, Y. H., Buchan, C., & Smallwood, N. (2024). Implementing high-flow nasal oxygen therapy in medical wards: A scoping review to understand hospital protocols and procedures. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21(6), 705. <https://doi.org/10.3390/ijerph21060705>

26. Thiruvengkatarajan, V., Dharmalingam, A., Arenas, G., Wahba, M., Steiner, R., Kadam, V. R., Tran, A., Currie, J., Van Wijk, R., Quail, A., & Ludbrook, G. (2020). High-flow nasal cannula versus standard oxygen therapy assisting sedation during endoscopic retrograde cholangiopancreatography in high risk cases (OTHER): Study protocol of a randomised multicentric trial. *Trials*, 21(1), 444. <https://doi.org/10.1186/s13063-020-04378-z>
27. Wang, L., Zhang, Y., Han, D., Wei, M., Zhang, J., Cheng, X., Zhang, Y., Shi, M., Song, Z., Wang, X., Zhang, X., & Su, D. (2025). Effect of high flow nasal cannula oxygenation on incidence of hypoxia during sedated gastrointestinal endoscopy in patients with obesity: Multicentre randomised controlled trial. *BMJ*, e080795. <https://doi.org/10.1136/bmj-2024-080795>

Valentina Ješić, doktorska študentka na Univerzi v Novem mestu Fakulteti za zdravstvene vede in zaposlena na Zavodu za anesteziologiju, intenzivnu medicinu i liječenje boli, Kliniki za anesteziologiju, KBC Sestre milosrdnice, Zagreb

E-naslov: valentina.matic@yahoo.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7947-5233>

Dr. Vesna Zupančič, docentka na Univerzi v Novem mestu Fakulteti za zdravstvene vede in zaposlena na Ministrstvu za zdravje Republike Slovenije in

E-naslov: vesna.zupancic@guest.arnes.si

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4237-7549>