

Revijalni članak

Critical Review

PRIMENA OKSIGENOTERAPIJE U VANBOLNIČKIM I BOLNIČKIM USLOVIMA

THE USE OF OXYGEN THERAPY IN THE OUTPATIENT AND INPATIENT SETTING

Sladana Trpković^{1,2}, Aleksandar Pavlović^{1,2},
Nebojša Videnović^{1,2}, Marijana Karišik³,
Vera Sabljak^{4,5}, Ksenija Stevanović⁴

Sladana Trpković^{1,2}, Aleksandar Pavlović^{1,2},
Nebojša Videnović^{1,2}, Marijana Karišik³,
Vera Sabljak^{4,5}, Ksenija Stevanović⁴

¹ Medicinski fakultet, Univerzitet u Prištini, K. Mitrovica

² Hirurška klinika, Kliničko-bolnički centar Priština, Gračanica

³ Odjeljenje anestezije, Institut za bolesti djece, Klinički centar Crne Gore, Podgorica

⁴ Centar za anesteziologiju i reanimatologiju, Klinički centar Srbije, Beograd

⁵ Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu

¹ School of Medicine, University of Priština, K. Mitrovica

² Surgical clinic, Clinical Center Pristina, Gracanica

³ Department of Anesthesiology, Institute of Children Diseases, Clinical Center of Montenegro, Podgorica

⁴ Center for Anesthesiology and Reanimatology, Clinical Center of Serbia, Belgrade

⁵ School of Medicine University of Belgrade

Sažetak. Kiseonik je najčešće korišćen lek u urgentnoj medicini. Obzirom da se koristi u lečenju potencijalno štetne hipoksemije on je od ključne važnosti u reanimaciji kritično obolelih bolesnika. Međutim, ukoliko se nepravilno koristi, oksigenoterapija može biti nekorisna ili imati štetne posledice. Britansko Torakalno Udruženje (British Thoracic Society-BTS) je objavilo savremene, na dokazima bazirane vodiče za oksigenoterapiju u hitnim stanjima sa ciljem da ukaže na indikacije za bezbednu primenu kiseonika i poboljša kvalitet kliničke prakse. Cilj rada je da upozna anesteziologe, lekare urgentne medicine i ostale zdravstvene radnike sa novim preporukama, kako u urgentnim situacijama ne bi imali dilemu da li treba primeniti kiseonik, na koji način i u kojoj koncentraciji.

Ključne reči: kiseonik, hipoksia, hiperoksija, respiratorna insuficijencija

Summary. Oxygen is the most commonly used drug in emergency medicine. Treating potentially harmful hypoxaemia is a key element in successful resuscitation for many critically ill patients. If supplemental oxygen is used inappropriately it can be useless and it can have significant detrimental effects. The British Thoracic Society has published up-to-date, evidence-based guidelines for emergency oxygen use in order to encourage the safe use of oxygen in emergency situations and improve quality of clinical practice. The purpose of this article is to familiarize anesthesiologists, emergency medicine physicians, and other health care professionals with new recommendations, so that in cases of urgency they would not have the dilemma whether to apply oxygen, in what way and in which concentration.

Key words: oxygen, hypoxia, hyperoxia, respiratory failure

Uvod

Oksigenoterapija ima široku primenu u urgentnoj medicini, kako u vanbolničkim uslovima - u hitnoj medicinskoj pomoći (HMP), tako i u bolničkim uslovima. Prema podacima iz literature, kod 34% bolesnika lečenih u prehospitalnim uslovima i kod 15-17% bolesnika lečenih u bolničkim uslovima u Velikoj Britaniji kiseonik se primenjuje u nekoj fazi lečenja^{1,2}. Ekipe HMP na terenu i timovi za reanimaciju u bolnicama primen-

juju oksigenoterapiju kod svih bolesnika koji imaju respiratorne probleme, ali i kod drugih oboljenja kao što su ishemijska bolest srca, sepsa ili trauma. Međutim, istraživanja su pokazala da je primena oksigenoterapije opravdana isključivo ukoliko postoji klinički i laboratorijski dokazana hipoksemija. U svim drugim situacijama, primena oksigenoterapije je neefikasna i često ima za cilj da medicinskom osoblju i bolesnicima u hitnim medicinskim stanjima stvori osećaj sigurnosti.

Osnovni principi primene oksigenoterapije

U cilju jasnog definisanja pojmova i nedvosmislenog postavljanja indikacija za terapijsku primenu kiseonika Britansko Torakalno Udruženje (British Thoracic Society) je 2008. godine dalo smernice za primenu oksigenoterapije kod odraslih bolesnika u hitnim stanjima².

Prema tim smernicama, saturaciju hemoglobina kiseonikom (SaO_2) treba održavati u granicama fizioloških vrednosti ili blizu njih - u rasponu od 94-98% kod svih akutno obolelih bolesnika, osim kod onih koji su u riziku da razviju hiperkapnijsku respiratornu slabost (respiratorna slabost tipa 2) ili onih koji su na terminalnoj palijativnoj nezi. Vrednosti SaO_2 blago opadaju sa starenjem³ tako da bolesnici koji su stariji od 70 godina, mogu imati vrednost SaO_2 94%, ali njima nije potrebna oksigenoterapija ukoliko su klinički stabilni.

Kod bolesnika sa rizikom od hiperkapnije, ciljno zasićenje hemoglobina kiseonikom je u nižem opsegu, od 88-92%⁴. Donja granica je postavljena na 88 %, a ne 85% kako bi bile uračunate i eventualne netačnosti u očitavanju vrednosti SaO_2 sa pulsnog oksimetra koje mogu biti i do 3%. Takav stav se zasniva na osnovu iskustava prikupljenih prvenstveno kod bolesnika sa hroničnom obstruktivnom bolešću pluća (HOBP). Prvo, kod akutnih pogoršanja HOBP održavanje vrednosti SaO_2 iznad 85% sprečava smrtni ishod⁵. Drugo, polovina bolesnika sa pogoršanjem HOBP ima hiperkapniju i većina tih bolesnika sa SaO_2 od 92-93% ima i acidozu⁶. Neadekvatna primena kiseonika kod bolesnika sa respiratornom slabošću tipa 2 može da dovede do životno ugrožavajuće hiperkapnije, respiratorne acidoze, disfunkcije organa, kome i smrti. Kod bolesnika sa HOBP, teškom astmom, cističnom fibrozom, poremećenom funkcijom zida grudnog koša, bronhiektazijama, neuromišićnim oboljenjima, patološkom gojaznošću, udisanje visokih koncentracija kiseonika u toku akutnog pogoršanja dovodi do povećanja mortaliteta^{5,7,8}. Zbog toga svi bolesnici sa povećanim rizikom da razviju hiperkapniju moraju biti identifikovani prilikom ordiniranja oksigenoterapije. Kontrolisana, pažljivo titrirana primena kiseonika može smanjiti mortalitet bolesnika sa HOBP sa 7.5% na 2-4%⁹.

Neki bolesnici sa HOBP ili drugim poremećajima respiratorne funkcije imaju ponovljene epizode hiperkapnijske respiratorne slabosti. Kod njih se

preporučuje da terapija bude bazirana na vrednostima dobijenim gasnim analizama arterijske krvi u toku prethodnih epizoda egzacerbacije bolesti. Kod bolesnika koji su ranije imali hiperkapnijsku respiratornu slabost (koji su zahtevali neinvazivnu ventilaciju - NIV ili ventilaciju intermitentnim pozitivnim pritiskom - IPPV) preporučuje se da tretman treba započeti pomoću Venturi maske sa 28% kiseonika i protokom od 4 L/min u prehospitalnim uslovima, ili pomoću Venturi maske sa 24% kiseonika i protokom od 2-4 L/min u hospitalnim uslovima. Ciljna vrednost SaO_2 treba da bude 88-92% prema gasnim analizama arterijske krvi. Ti bolesnici moraju biti lečeni kao bolesnici sa visokim rizikom, a koncentraciju kiseonika treba smanjiti ukoliko se postigne vrednost SaO_2 iznad 92%. Hipoksija može biti korigovana oksigenoterapijom samo ukoliko su ventilacija i prefuzija tkiva adekvatne.

Primena kiseonika može da poboljša stanje kod teško hipoksičnih bolesnika, ali nema dokaza da poboljšava stanje bolesnika koji imaju respiratorne probleme kada su normoksemični ili blago hipoksemični^{10,11}. Neadekvatna upotreba kiseonika može biti beskorisna, ali može imati i štetne posledice: potencijalni razvoj hiperkapnije i štetne efekte hiperoksemije. Hiperoksemija može da dovede do koronarne vazokonstrikcije¹². To znači da ukoliko primenimo visoke koncentracije kiseonika za vreme akutnog infarkta miokarda to može pogoršati isporuku kiseonika srčanom mišiću. Primena visokog protoka kiseonika može dovesti do povećanja zone infarkta i povećanja mortaliteta^{13,14}. Teoretski, hiperoksemija može imati slične efekte i na cerebralnu cirkulaciju. Jedna kontrolisana randomizirana studija je utvrdila da kod manjih moždanih udara primena terapije kiseonikom dovodi do povećane smrtnosti u poređenju sa primenom običnog vazduha¹⁵.

Visoke koncentracije kiseonika se uobičajeno koriste u jedinicama intenzivnog lečenja (JIL) i studije pokazuju da je u prvih 24 sata boravka bolesnika u JIL povećana smrtnost kod bolesnika sa hiperoksemijom u odnosu na normoksemične ili blago hipoksemične bolesnike^{16,17}. Kiseonik se i danas rutinski primenjuje u neposrednom postoperativnom periodu, ali za većinu bolesnika on nije od značajne koristi. Prethodna verovanja da će ordiniranje visokih koncentracija kiseonika (80%) smanjiti učestalost postoperativne mučnine i

povraćanja su klinički ispitivana i negirana^{18,19}.

Nema dokaza u kliničkoj praksi da hiperoksemija može da utiče na sprečavanje infekcije operativnog polja. Randomizovane studije koje su rađene na tu temu došle su do kontroverznih rezultata²⁰. Najnovija meta-analiza je imala negativne rezultate iako se došlo da zaključka da primena visoke inspiratorne frakcije kiseonika može biti korisna za neke podgrupe bolesnika, kao što su bolesnici koji se podvrgavaju kolorektalnoj operaciji²¹. Na žalost oksigenoterapija nije dovoljno proučavana u specifičnim okolnostima i u uslovima hitnosti¹ i neophodno je nastaviti sa istraživanjima na tom polju.

Pedersen i saradnici su proučili pet randomizovanih kontrolisanih studija koje su se bavile peri-operativnom pulsnom oksimetrijom²². Primena pulsne oksimetrije omogućava da se hipoksemija češće registruje pa samim tim češća je primena oksigenoterapije u ranom postoperativnom periodu²². Ukoliko je pulsna oksimetrija dostupna, hipoksemija nastaje 1.5 do 3 puta ređe u poređenju sa bolesnicima kod kojih ona nije deo monitoringa. Međutim, uprkos ranom prepoznavanju i korekciji hipoksemije, nije bilo razlike u komplikacijama, postoperativnim kognitivnim funkcijama, dužini boravka u bolnici ili smrtnosti. Taj zaključak je u suprotnosti sa subjektivnim mišljenjem mnogih anesteziologa koji su učestvovali u studijama. Naime, 18% anesteziologa smatra da upotreba pulsne oksimetrije sprečava pojavu potencijalnih neželjenih događaja, ali objektivni dokazi ne potkrepljuju ta klinička zapažanja. Autori smatraju da je popravljanje umerene hipoksemije povećanjem vrednosti SaO_2 (od granične do zadovoljavajuće), od male koristi za bolesnike. Međutim, još uvek je na tu temu urađen mali broj studija i neophodna su dodatna istraživanja u toj oblasti²².

Neke publikacije su pokazale da je kod kritično obolelih bolesnika bezbedno da donja granica SaO_2 bude 90% a kod septičnih 88%²³.

Prema podacima iz literature, upotreba kiseonika je u velikom broju slučajeva nasumična i loše dokumentovana. Samo 32% bolesnika u Velikoj Britaniji kod kojih je primenjen kiseonik u toku lečenja u 2008. godini je imalo pravilnu indikaciju za oksigenoterapiju i ispravno vođenu dokumentaciju vezanu za upotrebu kiseonika².

Klinička i laboratorijska procena hipoksemije i hiperkapnije

Stepen oksigenacije možemo pratiti na dva načina:

- merenjem zasićenosti hemoglobina kiseonikom (SaO_2) pomoću pulsno oksimetra
- merenjem parcijalnog pritiska kiseonika u arterijskoj krvi (PaO_2) pomoću gasnog analizatora

Svakom akutno obolelom bolesniku treba proveriti vitalne znake: izmeriti puls, krvni pritisak, broj respiracija/minuti, proceniti cirkulišući volumen krvi i eventualno prisustvo anemije. Ukoliko se bolesnik nalazi u životno ugrožavajućem stanju mora biti pregledan od strane najiskusnijeg lekara u prehospitalnim uslovima ili od strane tima za reanimaciju u bolnici. Timovi za reanimaciju treba da prate stanje bolesnika pomoću Modifikovane Skale Ranih Znakova Upozorenja (Modified Early Warning Score System - mEWS). Saturacija hemoglobina, „peti vitalni znak“, treba da bude proveravana pulsnom oksimetrijom (uz gasne analize arterijske krvi) od strane iskusnog zdravstvenog osoblja kod svih bolesnika koji imaju respiratorne probleme i kod svih akutno obolelih bolesnika. Inspiratorna koncentracija kiseonika (FiO_2) treba da bude zabeležena na temperaturnoj listi uz SaO_2 vrednosti dobijene pulsnom oksimetrijom. Kod bolesnika koji imaju respiratorne probleme, ali nisu hipoksemični, oksigenoterapija ne dovodi do poboljšanja. Međutim, iznenadni pad vrednosti SaO_2 za više od 3% u odnosu na ciljne vrednosti zahtevaju hitnu procenu stanja bolesnika jer to može biti prvi znak pogoršanja stanja bolesnika.

Ukoliko su vrednosti SaO_2 dobijene pulsnom oksimetrijom u granicama referentnih vrednosti to ne znači uvek da nema potrebe da se urade i gasne analize arterijske krvi. Naime, vrednosti dobijene pulsnom oksimetrijom mogu biti u granicama referentnih vrednosti kod bolesnika sa zadovoljavajućim vrednostima parcijalnog pritiska kiseonika u arterijskoj krvi (PaO_2) koji uz to imaju niske vrednosti pH, visoke vrednosti PaCO_2 ili nizak sadržaj kiseonika u krvi koji je posledica anemije.

Prema preporukama BTS-a, gasne analize arterijske krvi treba uraditi:

- kod svih kritično obolelih bolesnika
- kod neočekivane ili neadekvatne hipoksemije ($\text{SaO}_2 < 94\%$) ili kada je neophodna oksigenoterapija da bi saturacija hemoglobina kiseonikom

mogla da održi u granicama referentnih vrednosti

- kod pogoršanja SaO_2 ili ukoliko bolesnik koji je prethodno imao stabilnu hipoksemiju sve teže diše (npr. teška HOBP)

- kod prethodno stabilnog bolesnika čije se stanje pogoršava i koji zahteva povećanje inspiratorne frakcije kiseonika (FiO_2) kako bi se održale konstantne vrednosti SaO_2

- kod bolesnika koji otežano dišu, a postoji sumnja da su u metaboličkom disbalansu kao npr. u dijabetičnoj ketoacidozi ili u metaboličkoj acidozi zbog renalne insuficijencije

- kod bolesnika koji imaju napad dispneje ili kod bolesnika sa lošom perifernom cirkulacijom kod kojih se ne može dobiti pouzdan signal na pulsnom oksimetru

- kod bilo kog stanja bolesnika kod koga bi urađene gasne analize arterijske krvi mogle biti korisne za njegovo lečenje (npr. neočekivane

promene kliničkih „znakova ili okidača“ kao što je iznenadni porast modifikovanog skora ranih znakova upozorenja - mEWS ili neočekivani pad vrednosti SaO_2 za 3% ili više, čak i u okviru ciljnih vrednosti).

Indikacije za primenu oksigenoterapije su:

1. Kritične bolesti koje zahtevaju primenu visokih koncentracija kiseonika. (Tabela 1)

2. Teške bolesti koje zahtevaju primenu umerenih koncentracija kiseonika ukoliko je bolesnik hipoksemičan. (Tabela 2)

3. HOBP i druga stanja koja zahtevaju kontrolisane, pažljivo titrirane, koncentracije kiseonika. (Tabela 3)

4. Stanja u kojima bolesnici moraju biti pažljivo praćeni, ali oksigenoterapija nije neophodna ukoliko bolesnici nisu hipoksemični. (Tabela 4)

Tabela 1. Kritične bolesti koje zahtevaju primenu visokih koncentracija kiseonika kod odraslih

Ciljna saturacija 94-98%	Primeniti inicijalne koncentracije kiseonika do normalizacije vitalnih znaka, zatim smanjiti isporuku kiseonika tako da ciljna vrednost saturacije bude u rasponu od 94-98%	
Indikacije	Inicijalna koncentracija	Način primene
• Cardiac arrest ○ Osnovno održavanje života ○ Uznapredovalo održavanje života ○ Obstrukcija disajnog puta stranim telom ○ Traumatski cardiac arrest ○ Reanimacija porodilja ○ Trovanje ugljen-monoksidom	Maksimalne koncentracije kiseonika do normalizacije vitalnih znaka	Maska sa balonom (ambu-balon)
• Velika trauma ○ Abdominalna trauma ○ Opekotine ○ Udarstruje ○ Trauma glave ○ Trauma ekstremiteta ○ Trauma vrataikičme ○ Trauma karlice ○ Utapanje ○ Trauma grudnogkoša ○ Trauma u trudnoći • Anafilaksa • Velika krvarenja u plućima • Sepsa i meningokokna • Šok	15 L/min	Maska sa rezervoarom (maska bez rebritinga)
• Aktivne konvulzije • Hipotermija	Primeniti 15 L/min kiseonika do postizanja ciljne saturacije, posle prilagoditi protok kiseonika tako da ciljna saturacija bude u rasponu od 94-98%	Maska sa rezervoarom (maska bez rebritinga)

Tabela 2. Primena umerenih koncentracija kiseonika kod odraslih, kritično obolelih, ukoliko je pacijent hipoksemičan

Ciljna saturacija 94-98%	Primeniti inicijalne koncentracije kiseonika do normalizacije vitalnih znaka, onda smanjiti isporuku kiseonika tako da ciljna saturacija kiseonikom bude u rasponu od 94-98%	
Indikacije	Inicijalna koncentracija	Način primene
- Akutna hipoksemija ili centralna cijanoza (uzrok nije dijagnostikovano) - Pogoršanje plućne fibroze ili drugih intersticijskih plućnih bolesti	$\text{SaO}_2 \leq 85\%$ 10-15 L/min	Maska sa rezervoarom (maska bez rebritinga)
- Akutna hipoksemija (uzrok nije dijagnostikovano) - Pogoršanje plućne fibroze ili drugih intersticijskih plućnih bolesti - Akutna astma - Akutna srčana slabost - Pneumonija - Karcinom pluća - Postoperativna nemogućnost disanja - Plućna embolija - Pleurane efuzije - Pneumotoraks - Teška anemija - Kriza srpastih ćelija	$\text{SaO}_2 \geq 85-93\%$ 2-6 L/min	Nazalna kanila
	$\text{SaO}_2 \geq 85-93\%$ 5-10 L/min	Jednostavna maska za lice

Tabela 3. Primena pažljivo titriranih, malih koncentracija kiseonika kod odraslih sa HOBP i drugim stanjima kod kojih su potrebne kontrolisane male koncentracije kiseonika

Ciljna saturacija 88-92%	Primeniti strogo kontrolisane, pažljivo titrirane koncentracije kiseonika kod odraslih sa HOBP do postizanja željenih vrednosti SaO_2 , a onda prilagoditi protok kiseonika tako da ciljna saturacija bude u rasponu od 88-92% ili propisanom rasponu u kartonu pacijenta	
Indikacije	Inicijalna koncentracija	Način primene
- Hronična obstruktivna bolest pluća - Egzarcebacija plućne fibroze	4 L/min Napomena: ukoliko je broj respiracija >30 udisaja/min koristiti Venturi masku sa protokom do 50% iznad minimuma koji je propisan za datu masku	28% Venturi maska ili sopstvena maska bolesnika
- Hronični neuromuskularni poremećaji - Poremećaji funkcije zida grudnog koša - Patološka gojaznost	4 L/min	28% Venturi maska ili sopstvena maska bolesnika
Napomena: Ukoliko vrednost saturacije kiseonikom ostaje ispod 88% upotrebiti jednostavnu masku za kiseonik	5-10 L/min	Jednostavna maska za kiseonik
Napomena: Kritične bolesti i HOBP/ili drugi rizični faktori za hiperkapniju	Ukoliko bolesnik sa HOBP ili drugim rizičnim faktorima za hiperkapniju imaju ili razviju kritično obeljenje/povredu osigurajte da ciljna saturacija bude kao što je indicirano u tabeli 1-kritične bolesti	

Tabela 4. Stanja u kojima pacijenti moraju biti pažljivo praćeni ali oksigenoterapija nije neophodna ukoliko pacijenti nisu hipoksemični

Ciljna saturacija 94-98%	Ukoliko postoji hipoksemija ($\text{SaO}_2 < 85\%$) primeniti inicijalnu koncentraciju kiseonika, a onda prilagoditi protok O_2 tako da ciljna saturacija bude u rasponu od 94-98%	
Indikacije	Inicijalna koncentracija	Način primene
• Infarkt miokarda i akutni koronarni sindrom • Moždani udar • Poromećaji srčanog ritma • Ne-traumatski bol u grudima • Trudnoća i hitna stanja vezana za trudnoću: ○ Porodaj ○ Krvarenje u toku porođaja ○ Hipertenzija izazvana trudnoćom ○ Vaginalno krvarenje • Abdominalni bol • Glavobolja • Hiperventilacioni sindrom ili disfunkcionalno disanje • Mnoga trovanja i predoziranja lekovima (pogledajte tabelu 1 za trovanje ugljen monoksidom i specijalne uslove za trovanje parakvatom) • Metabolički i bubrežni poremećaji • Akutna i sub-akutna neurološka stanja koja dovode do mišićne slabosti (potrebna je asistirana ventilacija ukoliko je $\text{SaO}_2 < 94\%$) • Stanje posle konvulzija • Gastrointestinalna krvarenja • Hitna stanja vezana za hipo ili hiperglikemiju • Toplotni udar • Trovanje parakvatom (oksigenoterapiju primeniti samo ako postoji hipoksija, ciljna SaO_2 je 88-92%)	$\text{SaO}_2 < 85\%$ 15 L/min	Maska sa rezervoarom (maska bez rebritinga)
	$\text{SaO}_2 \geq 85-93\%$ 2-6 L/min	Nazalna kanila
	$\text{SaO}_2 \geq 85-93\%$ 5-10 L/min	Jednostavna maska za lice

Oprema za oksigenoterapiju

Prema preporukama BTS-a, u prehospitalnim uslovima treba da bude dostupna sledeća oprema za hitnu primenu oksigenoterapije:

- maska sa rezervoarom (bez rebritinga) za doziranje visokih koncentracija kiseonika
- nazalni kateter ili jednostavna maska za lice za doziranje srednje koncentracije kiseonika
- Venturi maska 28% (4L/min) za pacijente sa HOBP (bolesnici koji imaju sa sobom listu za oksigenoterapiju mogu imati i sopstvene 28% ili 24% Venturi maske)

- traheostomska maska za bolesnike koji imaju traheostomu ili im je urađena laringektomija

U bolničkim uslovima bolesnici mogu biti zbrinuti pomoću iste opreme, ali tu mora biti dostupna 24% Venturi maska (2 L/min). Kod mnogih bolesnika Venturi maska može biti zamenjena nazalnim kateterom sa niskim protokom kiseonika (1-2 L/min) čime se postiže isti ciljni nivo zasićenosti hemoglobina pri kome je bolesnik stabilan.

Ukoliko je kiseonik potreban bolesniku sa traheostomom ili bolesniku kome je urađena laringektomija, treba koristiti traheostomsku masku (sa različitim protocima) za postizanje željene vrednosti

SaO₂.

Ovlaživač nije neophodan za isporuku malih koncentracija kiseonika kao ni za kratkotrajnu upotrebu visokih koncentracija kiseonika. Zbog toga ovlaživač nije obavezan deo opreme za oksigenterapiju u prehospitalnim uslovima. Ovlaživač se mora koristiti pri isporuci visokih koncentracija kiseonika u periodu dužem od 24 sata ili ukoliko se bolesnik neprijatno oseća zbog sušenja sluznice gornjih disajnih puteva. U hitnim situacijama ovlaživač treba primeniti kod bolesnika sa traheostomom ili arteficialnim disajnim putem, mada i ti bolesnici mogu biti zbrinuti bez ovlaživača u kratkom vremenskom periodu (npr. za vreme transporta kolima hitne pomoći).

Maska sa rezervoarom (maska bez rebritinga)²⁴

Maska sa rezervoarom (Slika 1) omogućava isporuku kiseonika u koncentraciji od 60-90% ukoliko se koristi protok od 10-15 L/min. Upotreba te maske se preporučuje kod bolesnika sa traumom i u hitnim stanja kada se ne očekuje retencija ugljen dioksida.

Slika 1. Maska sa rezervoarom (bez rebritinga)



Nazalni kateter

Nazalnim kateterom možemo isporučiti od 25 do 45% kiseonika u zavisnosti od protoka. Prema potrebi primenjuje se protok od 1 do 6 L/min. Približna koncentracija kiseonika koju isporučujemo određuje se prema formuli: protok O₂ (L/min) x 4 + 20. Znači da se protokom od 6 L/min dobije približna koncentracija kiseonika u udahnutom vazduhu od 45%. (Tabela 5) Prilikom upotrebe nazalnog katetera treba voditi računa da protok kiseonika ne sme biti veći od 6 L/min zato što duža aplikacija kiseonika u koncentraciji već od 4 L/min može kod osetljivijeg bolesnika da iritira nazofarinks, što se manifestuje kijanjem i laganim kašljem. Koncentracija kiseonika u udahnutom vazduhu zavisi i od intenziteta disanja na usta i nos. Ako bolesnik ima manju frekvencu disanja, a diše plitko, između izdaha i sledećeg udaha proći će duže vreme i više kiseonika će se sakupiti u nosnoj šupljini. Kod bolesnika koji udiše pretežno na nos, mešanje će biti manje, a koncentracija kiseonika veća. Istovremeno će veća frekvencija disanja i dublje disanje na usta, a neznatno na nos, smanjiti koncentraciju udahnutog kiseonika.

Standardna (jednostavna) maska za lice

Standardna maska ima na bočnim stranama otvore kroz koje prilikom udisaja ulazi atmosferski vazduh, a prilikom izdisaja izlazi ugljen-dioksid. Da bi pre sledećeg udaha sav izdahnuti ugljen dioksid koji se nakupio u masci bio eliminisan kroz bočne otvore neophodno je da protok kiseonika koji u masku dolazi preko konektora bude najmanje 5 L/min pri čemu bolesnik dobija oko 40% kiseonika. Ukoliko je protok manji od 5 L/min bolesnik će udisati sopstveni ugljen dioksid. Primena te maske preporučuje se kod hipoksemijske respiratorne slabosti (respiratorna slabost tipa 1), ali nije pogodna za upotrebu kod bolesnika sa hiperkapnijom (respiratorna slabost tipa 2). Tom maskom se mogu isporučiti visoke koncentracije kiseonika (i do 50% pri protoku od oko 8-10 L/min) tako da je ne možemo koristiti kod bolesnika kojima treba dati male koncentracije kiseonika zato što postoji rizik od retencije ugljen dioksida.

Tabela br. 5. Procenat kiseonika u inspiratornom vazduhu pri različitim protocima kiseonika (L/min) ukoliko je kiseonik ordiniran preko nazalnog katetera

L/min	%
1	25
2	29
3	33
4	37
5	41
6	45

Venturi maska

Venturi maska (Slika 2) isporučuje preciznu koncentraciju kiseonika u zavisnosti od vrste (boje) nastavka (ventila). Minimalni protok kiseonika koji je preporučen od strane proizvođača je označen na svakoj masci. Ventili funkcionišu tako da kiseonik dolazi kroz klasičnu cev do uskog grla ventila, što ubrza protok kiseonika i stvara podpritisak koji usisava okolni vazduh, tako da u masku ulazi mešavina sa tačnom koncentracijom kiseonika. Kod Venturi sistema važi pravilo da što je manji port (mesto kroz koje ambijentalni vazduh ulazi) to je veći FiO_2 i obrnuto. Tom maskom može se postići koncentracija od 24% (protok-2 L/min), 28% (protok-4 L/min), 31% (protok-6 L/min), 35% (protok-8 L/min), 40% (protok-10 L/min) i 60% (protok-15 L/min). Treba je koristiti kod bolesnika koji zahtevaju tačno određenu koncentraciju kiseonika, a venturi maska 24% i 28% se najviše preporučuje za bolesnike sa retencijom ugljen dioksida (npr. HOBP). Druga važna prednost je što protok gasa obično prevazilazi inspiratorne potrebe bolesnika. Pacijenti koji imaju više od 30 udaha/min često imaju

inspiratorne potrebe koje su veće od minimalnog protoka koji je propisan za datu masku. Zato se preporučuje da se kod tih bolesnika protok poveća do 50% iznad onog koji je propisan za datu masku zato što povećani protok kiseonika u Venturi masci ne dovodi do povećane isporuke kiseonika bolesniku³.

Zaključak

Kada se koristi na odgovarajući način, kiseonik može biti od neprocenjive koristi. Međutim, upotreba oksigenoterapije kod nehipoksemičnih bolesnika, neprikladno korišćenje kiseonika ili nesposobnost da procenimo rizik od hiperkapnije i nemogućnost da postignemo željeno zasićenje može dovesti do povećanja mortaliteta i morbiditeta. Smernice Britanskog Torakalnog Udruženja predlažu da ciljna saturacija bude u rasponu od 94-98 % za većinu bolničkih pacijenata, s tim da kod bolesnika kod kojih postoji rizik od hiperkapnije ciljna saturacija treba da bude nešto niža- 88-92 %. Poštovanje tih smernica trebalo bi da dovede do toga da se kod svih intrahospitalnih pacijenata postigne optimalna vrednost SaO_2 i da se na taj

Slika 2. Venturi maska



način smanje ozbiljne štetne posledice koje su povezane sa nedovoljnim ili prekomernim korišćenjem kiseonika.

Literatura

1. Hale KE, Gavin C, O'Driscoll BR. Audit of oxygen use in emergency ambulances and in a hospital emergency department. *Emergency Medical Journal* 2008; 25:773–6.
2. O'Driscoll BR, Howard LS, Davison AG. British Thoracic Society. BTS guideline for emergency oxygen use in adult patients. *Thorax* 2008; 63 Suppl 6:vi1–68.
3. Witting MD, Scharf SM. Diagnostic room-air pulse oximetry: effects of smoking, race, and sex. *American Journal of Emergency Medicine* 2008; 26:131–6.
4. O'Driscoll BR. Short burst oxygen therapy in patients with COPD. *Monaldi Archives for Chest Disease* 2008; 69:70–4.
5. Murphy R, Driscoll P, O'Driscoll R. Emergency oxygen therapy for the COPD patient. *Emergency Medical Journal* 2001; 18:333–9.
6. Plant PK, Owen JL, Elliott MW. One year period prevalence study of respiratory acidosis in acute exacerbations of COPD: implications for the provision of non-invasive ventilation and oxygen administration. *Thorax* 2000; 55:550–4.
7. Roberts CM, Stone RA, Buckingham RJ, et al. Acidosis, non-invasive ventilation and mortality in hospitalised COPD exacerbations. *Thorax* 2011; 66:43–8.
8. British Thoracic Society Scottish Intercollegiate Guidelines Network. British Guideline on the management of asthma. *Thorax* 2008; 63: Suppl. 4, iv1–iv121.
9. Austin MA, Wills KE, Blizzard L, Walters EH, Wood-Baker R. Effect of high flow oxygen on mortality in chronic obstructive pulmonary disease patients in prehospital setting: randomised controlled trial. *British Medical Journal* 2010; 18:341.
10. Abernethy AP, McDonald CF, Frith PA, et al. Effect of palliative oxygen versus room air in relief of breathlessness in patients with refractory dyspnoea: a double-blind, randomised controlled trial. *Lancet* 2010; 376: 784–93.
11. Decalmer S. and O'Driscoll BR. Oxygen: friend or foe in peri-operative care? *Anaesthesia* 2013; 68:8–12. doi: 10.1111/anae.12088.
12. McNulty PH, King N, Scott S, et al. Effects of supplemental oxygen administration on coronary blood flow in patients undergoing cardiac catheterization. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2005; 288:1057–62.
13. Farquhar H, Weatherall M, Wijesinghe M, et al. Systematic review of studies of the effect of hyperoxia on coronary blood flow. *Am Heart J* 2009; 158:371–7.
14. Kaneda T, Ku K, Inoue T, et al. Postischemic reperfusion injury can be attenuated by oxygen tension control. *Jpn Circ J* 2001; 65:213–8.
15. Rønning OM, Guldvog B. Should stroke victims routinely receive supplemental oxygen? A quasi-randomized controlled trial. *Stroke* 1999; 30:2033–7.
16. Kilgannon JH, Jones AE, Shapiro NI, et al. Association between arterial hyperoxia following resuscitation from cardiac arrest and in-hospital mortality. *Journal of the American Medical Association* 2010; 303:2165–71.
17. de Jonge E, Peelen L, Keijzers PJ, et al. Association between administered oxygen, arterial partial oxygen pressure and mortality in mechanically ventilated intensive care unit patients. *Critical Care* 2008; 12:R156.
18. Downs JB. Has oxygen administration delayed appropriate respiratory care? Fallacies regarding oxygen therapy. *Respiratory Care* 2003; 48:611–20.
19. Orhan-Sungur M, Kranke P, Sessler D, Apfel CC. Does supplemental oxygen reduce postoperative nausea and vomiting? A meta-analysis of randomized controlled trials. *Anesthesia and Analgesia* 2008; 106:1733–8.
20. Meyhoff CS, Wetterslev J, Jorgensen LN, et al. Effect of high perioperative oxygen fraction on surgical site infection and pulmonary complications after abdominal surgery: the PROXI randomized clinical trial. *Journal of the American Medical Association* 2009; 302:1543–50.
21. Togioka B, Galvagno S, Sumida S, Murphy J, Ouanes JP, Wu C. The role of perioperative high inspired oxygen therapy in reducing surgical site infection: a meta-analysis. *Anesthesia and Analgesia* 2012; 114:334–42.
22. Pedersen T, Møller AM, Hovhannisyan K. Pulse oximetry for perioperative monitoring. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2009; 4:CD002013.
23. Dellinger RP, Carlet JM, Masur H. Surviving Sepsis Campaign guidelines for management of severe sepsis and septic shock. *Critical Care Medicine* 2004; 32:858–73.
24. Trpković S, Kalezić N, Ladević N, Unić-Stojanović D, Ivošević T, Janković R. Oksigenoterapija. U: Kalezić N: Inicijalni tretman urgentnih stanja u medicini, Medicinski fakultet, Beograd, 2013; 2:87–122.