



OKSIGENOTERAPIJA

Dr. M. Lojpur
spec. anesteziolog
KBC Split

Definicija i uloga oksigenoterapije

- Liječenje kisikom (O₂-terapija) podrazumijeva primjenu kisika u koncentraciji većoj od koncentracije u zraku (21%)
- Primjenjuje se prvenstveno za sprječavanje **tkivne hipoksije**, tj. za one situacije u kojima je opskrba tkiva kisikom nedostatna za pokriće metaboličkih potreba
- Razlozi tkivne hipoksije mogu biti :
 - **Hipoksemije** izazvane alveolarnom hipoventilacijom i problemima izmjene plinova na respiracijskoj membrani, i/ili
 - **Problemi transporta kisika**

Patofiziološki mehanizmi tkivne hipoksije

- Hipoksemija
 - Nizak FiO_2 u udahnutom zraku (visoka nadmorska visina)
 - Alveolarna hipoventilacija (sleep apnoea, predoziranje opijatima)
 - Ventilacijsko-perfuzijski poremećaji (Bronhalna astma, atelektaze, pneumonije)
 - Desno-lijevi shunt (srčane mane, lobarna pneumonija)
- Problemi transporta kisika
 - Slaba tkivna perfuzija (šok)
 - Niska koncentracija Hgb (teške anemije)
 - Abnormalna krivulja disocijacije oksihemoglobina (hemoglobinopatije – npr. pri bolesti srpastih stanica, visoka razina karboksihemoglobina pri trovanju sa CO)
 - Trovanje histotoksičnim otrovima koji pogađaju unutarstanične enzime (trovanje cijanidima, septikemija)

Indikacije za oksigenoterapiju

- Dokazana hipoksemija
 - U odraslih, djece i novorođenčadi starije od 28 dana – $\text{PaO}_2 < 60$ mm Hg ili $\text{SaO}_2 < 90\%$ na običnom zraku
 - U novorođenčadi mlađe od 28 dana – $\text{PaO}_2 < 50$ mm Hg ili $\text{SaO}_2 < 88\%$ ili kapilarni parcijalni tlak $\text{O}_2 < 40$ mm Hg
- Akutna stanja u kojima se hipoksemija očekuje:
 - Neposredno nakon opće anestezije (↓ podražaj za disanje)
 - U akutnom koronarnom sindromu (↓ CO)
 - Nakon ozbiljnije ozljede ili opekline (hipermetabolizam)
- Druge indikacije :
 - Trovanje sa CO
 - Kriza tijekom talasemije (bolest srpastih E),...

Napomena :

- Arterijska hipoksemija nije siguran pokazatelj tkivne hipoksije (barem onda kada se tkivna hipoksija ocjenjuje na posredan način – razinom laktata u krvi)
- U bolesnika koji miruje, čak i ozbiljna klinički izražena hipoksemija ne mora korelirati sa tkivnom hipoksijom !

Bolesnik	PaO ₂ (mm Hg)	Laktati u krvi (mmol/L)
1	22	0,90
2	30	0,25
3	32	0,86
4	33	1,57
5	34	2,03
6	37	2,08
7	39	1,12

* Hiperlaktatemija (laktati >4 mmol/L) je posredan pokazatelj za tkivnu hipoksiju !



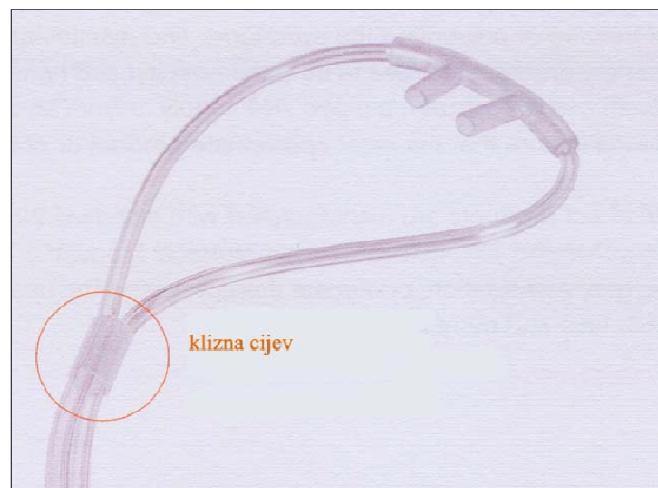
Problem oksigenoterapije

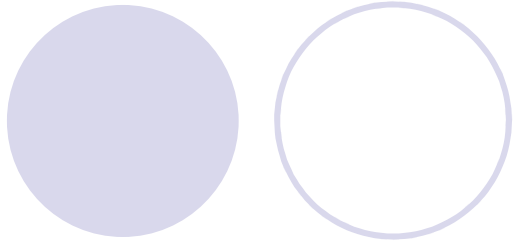
- U našim bolnicama preko 50% bolesnika koji primaju oksigenoterapiju, primaju je bez indikacije
- S druge strane, i kad je primjena kisika opravdana, vlada vrlo izraženo neznanje glede usklađivanja načina primjene kisika sa ciljevima koje želimo postići

Načini primjene kisika

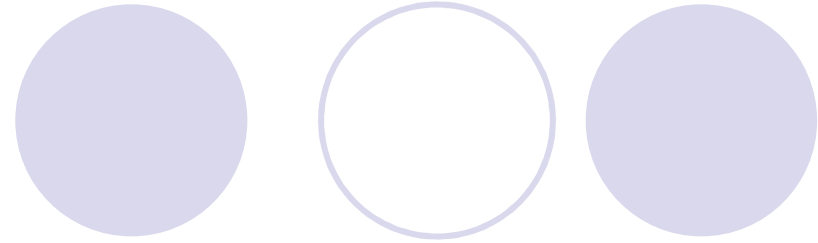
● Nazalna kanila

- Mekana plastična ili silikonska cijev sa dva nosna pipka dužine cca 1,5 cm
- Kisik se dostavlja preko protokomjera za kisik i to :
 - Bez ovlaživanja ako je protok do 4 L/min
 - Za protoke od 4-6 l/min potrebno je koristiti protokomjer kisika sa ovlaživačem kako bi se spriječilo sušenje nosne sluznice





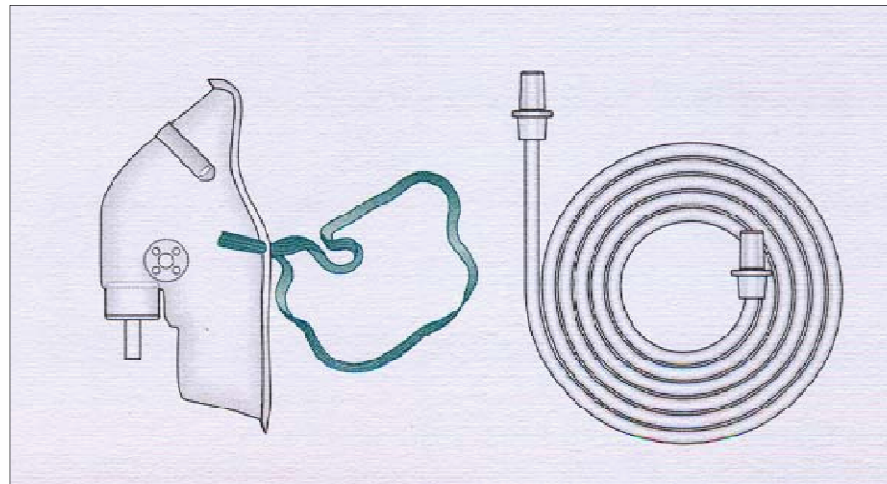
- Prednosti :
 - Ugodno za bolesnika i jeftino sredstvo za isporuku O₂
 - Bolesnik može jesti i govoriti
- Mane :
 - Manje učinkovito sredstvo za isporuku O₂
 - Pri većim protocima kisika neugodno za bolesnika (sušenje sluznice, krvarenje iz nosnice)

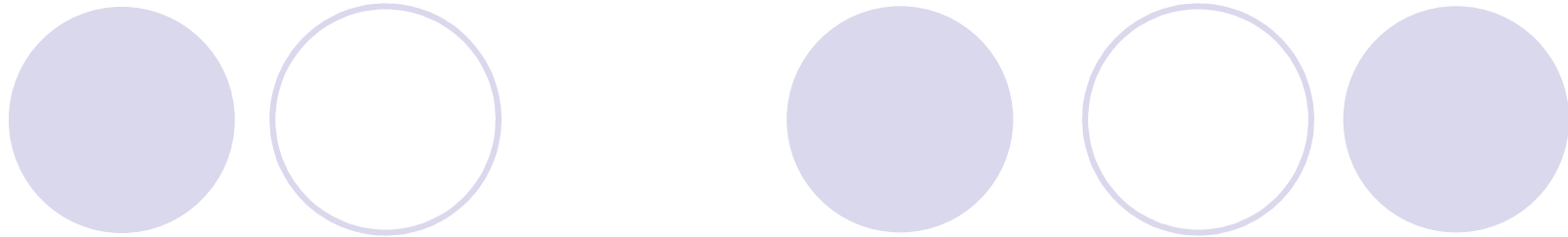


Protok kisika	FiO₂
1	24%
2	28%
3	32%
4	36%
5	40%
6	44%

● Obična maska

- Maska od prozirne plastike
- Prednosti su joj jeftinoća i jednostavnost uporabe
- Mane :
 - Bolesnici je teže podnose
 - Ne mogu se hraniti peroralno
 - U slučaju povraćanja aspiracija u dišne putove je izglednija



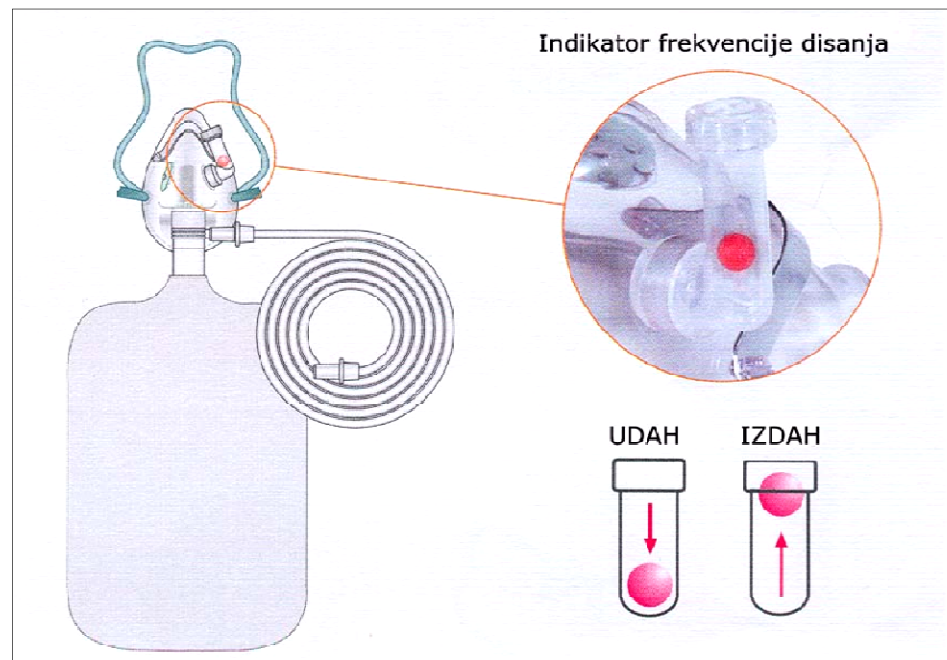


- Koriste se protoci kisika od 2-8 L/min
- Obično je potrebno koristiti protok > od 5 L/min kako bi se izbjegao rebreathing (tj. kako bi PaCO₂ ostao konstantan)
- Postignut FiO₂ ne ovisi samo o protoku već i o MV disanja i prijanjanju maske

Protok kisika (L/min)	MV (L/min)			
	Dobro prijanjanje maske			Loše prijanjanje maske
	5	12	20	5
2	47%	31%	27%	36%
4	60%	41%	33%	46%
6	72%	50%	40%	47%
8	77%	59%	46%	46%

● Maska sa rezervoarom i djelomičnim rebreatingom

- Maska sa rezervoarom ispod mjesta utoka O₂
- Protok O₂ od 8-15 L/min drže rezervoar barem na pola pun
- Pri disanju se rezervoar djelomično puni izdahnutim zrakom i to je razlog djelomičnom rebreatingu
- Ipak, uz protok O₂ od 6-10 L/min postiže se FiO₂ od 0,4-0,7

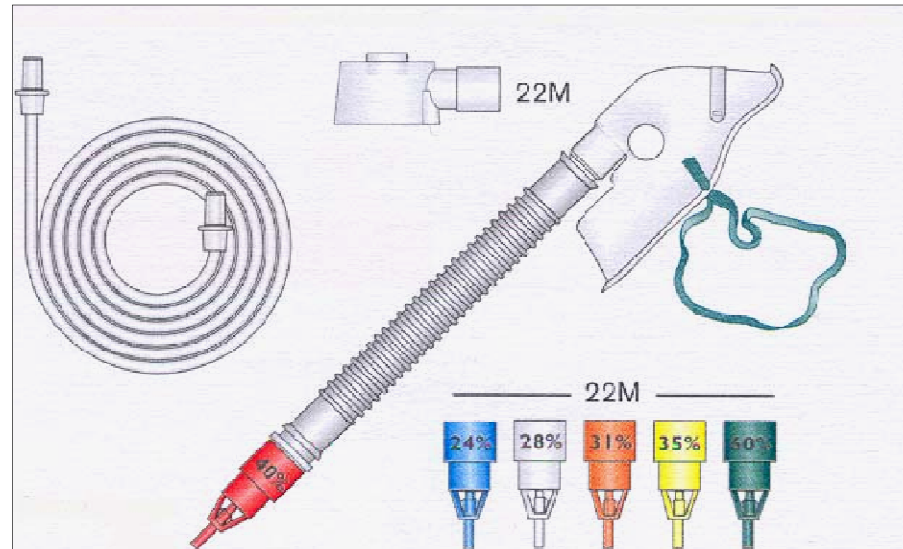


● **Nonbreathing maska sa rezervoarom**

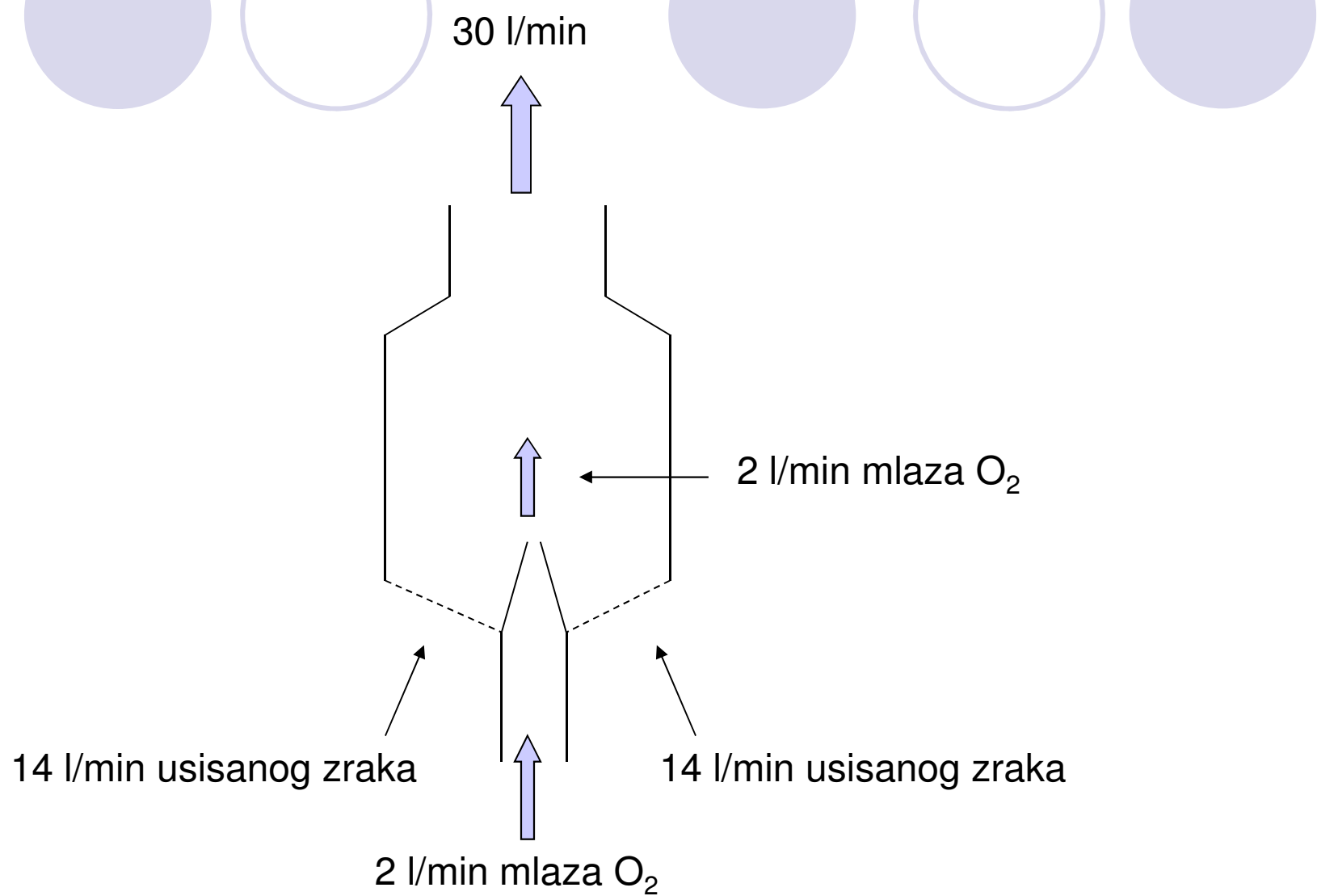
- Slična prethodnoj ali :
 - Ima nepovratni ventil između maske i rezervoara koji onemogućava punjenje rezervoara izdahnutim zrakom
 - Ima ventilne mehanizme na maski koje onemogućavaju ulazak zraka iz okoline u masku
- Zbog ovih osobina, ova maska omogućava isporuku 100% kisika bolesniku pri većim protocima (svako povećanje protoka za 1 L povećava FiO₂ za 8-8,5%)
 - tj. protok od 15 L/min = 100% O₂
- Sve maske sa rezervoarom imaju jednu manu – dotok kisika se mora stalno prilagođavati MV disanja bolesnika
 - tj. rezervoar se ne smije u potpunosti prazniti pri disanju bolesnika !
- Kod nonbreathing maske sa rezervoarom dodatni problem može biti blokada valvula sekretom ili vlagom

● Maske visokog protoka (venturijeve maske)

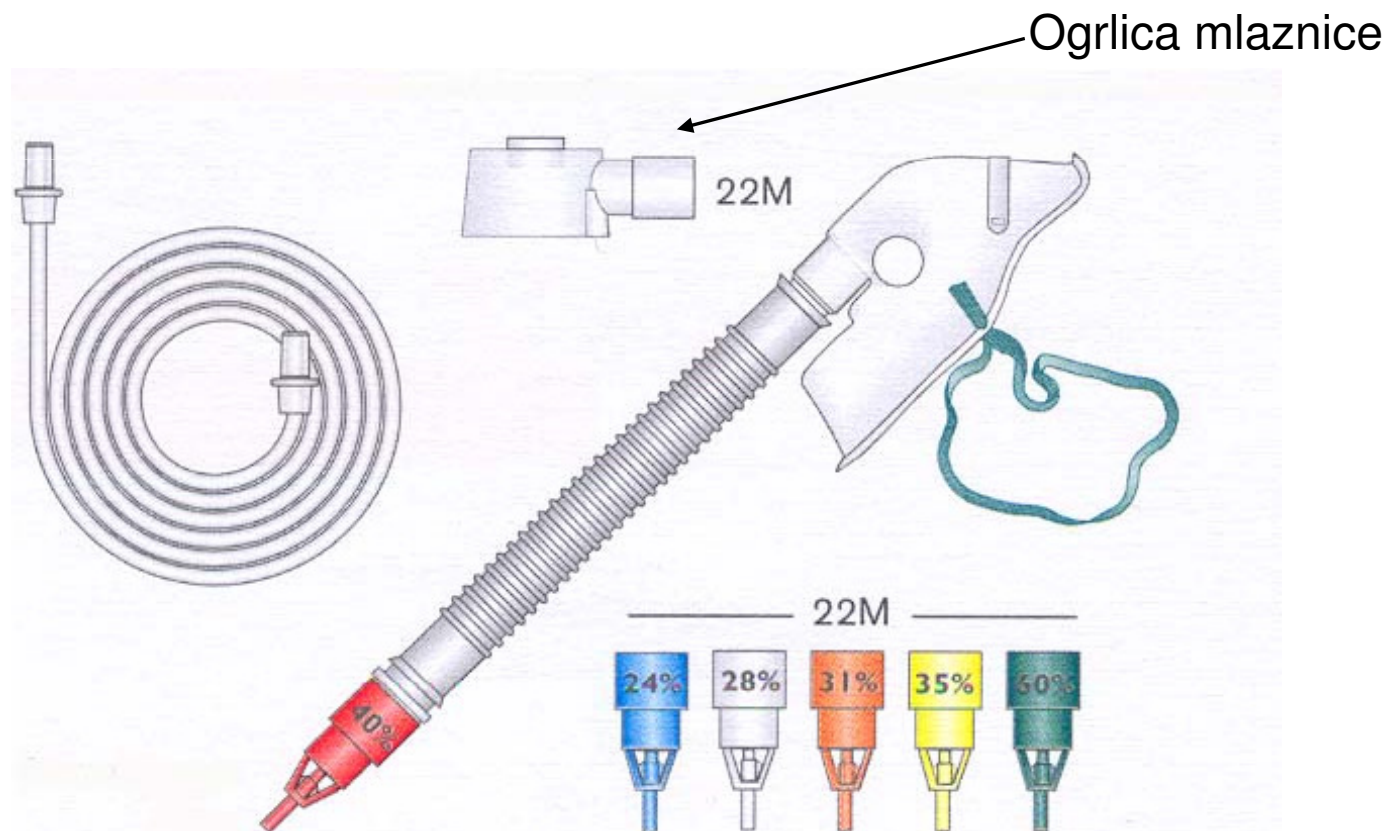
- Ove maske imaju rezervoar za disanje u obliku rebraste cijevi i jet- mlaznicu
- Pri davanju kisika, venturijevim se principom u mlaznicu “usisava” velika količina okolnog zraka – na taj je način rebreating onemogućen budući da protok daleko premašuje MV disanja bolesnika
- Isti učinak osigurava konstantnost FiO_2 , jer ogroman protok kompenzira bilo kakve promjene bolesnikovog spontanog disanja



Venturijev (Bernoulli-ev) učinak



- Ovlaživanje udahnute smjese plinova je u ovom slučaju slabog učinka, budući da je ovlaženi kisik tek mali dio ukupnog protoka
- Dodatkom vanjske “ogrlice” mlaznice postotak vlage u udahnutom zraku se povećava zahvaljujući smanjenju količine usisanog okolnog zraka



Indikacije za uporabu pojedinih sredstava za isporuku kisika

Sredstvo za primjenu O₂	Indikacije
NAZALNA KANILA	<ul style="list-style-type: none">• Za bolesnike sa minimalnim potrebama za O₂ (npr. bolesnici sa zdravim respiracijskim sustavom poslije operacije)• Za one koji ne podnose masku
OBIČNA MASKA	<ul style="list-style-type: none">• Kao kod nazalne kanile, kada je potrebno postići veći FiO₂
MASKA SA DJELOMIČNIM REBREATHINGOM ILI BEZ REBREATHINGA	<ul style="list-style-type: none">• Bolesnici sa dostatnim spontanom disanjem koji inicijalno trebaju veći FiO₂ (ozljede glave, otrovani sa CO, nakon CPR, utopljenici, AIM)• Bolesnici u ak. respiracijskom zatajenju (ARDS, edem pluća, masivna pneumonija,..)
VENTURI MASKA	<ul style="list-style-type: none">• Bolesnici kod kojih je potrebno titrirati FiO₂ prema željenom PaO₂ (bolesnici sa KOPB)• Bolesnici sa promjenjivim ventilacijskom potrebama

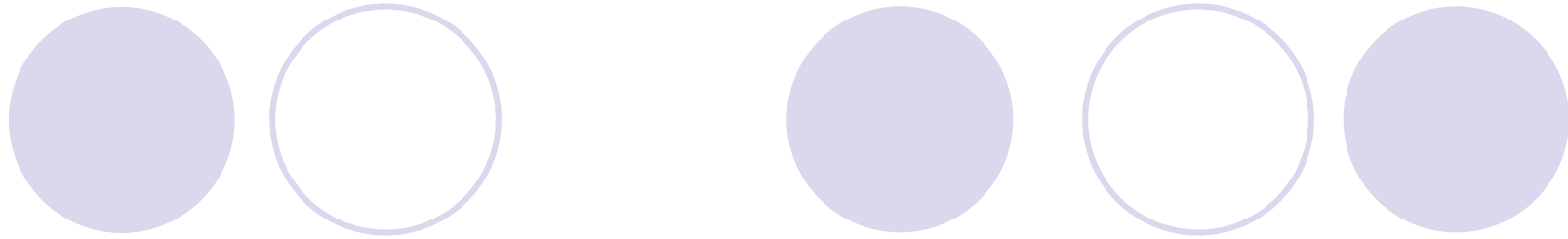
Indikacije za uporabu određenih vrijednosti FiO_2

Vrijednost FiO_2	Indikacije
100%	<ul style="list-style-type: none">● Srčani zastoj● Zastoj disanja
40 – 60%	<ul style="list-style-type: none">● Hipoksemija sa $PaCO_2 < 5.3$
početno 24 %	<ul style="list-style-type: none">● Hipoksemija sa $PaCO_2 > 5.3$ kPa

MOGUĆE KOMPLIKACIJE

- Dugotrajnija uporaba $FiO_2 \geq 0,5$ može dovesti do nastanka tzv. apsorpcijskih atelektaza, depresije cilijarnog aparata dišnih putova i razvoja toksičnosti.
- Toksičnost kisika se ogleda kroz sustavne i plućne neželjene učinke koji su posljedica stvaranja kisikovih slobodnih radikala, superoksidnog aniona (O_2^-) i vodikova peroksida (OH)
 - žive stanice i tkiva, a osobito pluća zaštićeni su od mogućeg oštećenja fiziološkim količinama radikala. Međutim, ako je proizvodnja radikala prevelika ili su oslabljeni zaštitni mehanizmi može doći do ozbiljnih oštećenja tkiva
 - Na razini pluća dugotrajnija primjena većih koncentracija O_2 može dovesti do oštećenja pluća nalik ARDS-u

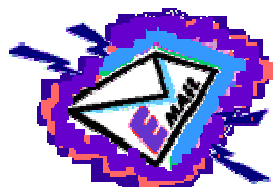
Danas smatramo da je toksično svako izlaganje većoj koncentraciji O_2 od 60% dulje od 48 sati !



- U bolesnika naviklih na hiperkarbiju (COPD) davanje većih koncentracija kisika može deprimirati centar za disanje
- U preturne novorođenčadi izbjeći $\text{PaO}_2 > \text{od } 80 \text{ mm Hg}$ zbog moguće retinopatije (s druge strane povišena vrijednost može doprinijeti zatvaranju ductus arteriosusa)
- Štetna djelovanja naprava za primjenu kisika
 - Iritacija nazalne sluznice i kože oko nosa zbog primjene nazalne kanile
 - Sušenje dišnih putova i smanjenje ekspektoracije pri uporabi venturijevih maski, i sl
- Opasnost od eksplozije

Zbog svega rečenog se inzistira na 3 cilja sigurne primjene kisika :

Ciljevi	Postupci
Ograničiti primjenu kisika	Dodavati kisik jedino: <ul style="list-style-type: none"> ● U opasnoj hipoksemiji <ul style="list-style-type: none"> ○ PaO₂ < 55 mmHg (može izazvati plućnu hipertenziju) ● Kad postoje indirektni dokazi tkivne hipoksije <ul style="list-style-type: none"> ○ VO₂ < 100 ml/min/m² (normalno 110 – 160) ○ Laktati u krvi > 4 mmol/L (normalno < 2 mmol/L) ○ Gastrični pH < 7,32 (normalno 7,35 – 7,41) ● Kad postoji velik rizik nastanka tkivne hipoksije <ul style="list-style-type: none"> ○ CI < 2 l/min/m² ○ EO₂ > 50% (normalno 22-33%) ○ SvO₂ < 50% (normalno 68-77%)
Ograničiti FiO₂	<ul style="list-style-type: none"> ● ako se primjenjuje FiO₂ > 0,6 dulje od 48 sati ⇒ primjeni strojnu ventilaciju ili PEEP ● Ako se primjenjuje FiO₂ < 0,6 a za to nema indikacije, smanji FiO₂ na najmanju moguću vrijednost
Pomoći antioksidantnim zaštitnim mehanizmina	<ul style="list-style-type: none"> ● Daj selenijum (m=70µg/dn , ž=55 µg/dn) i vit E ● U slučaju velike opasnosti od toksičnosti kontroliraj razine antioksidanata u krvi !



mihajlo.lojpur@st.t-com.hr