

DEGUONIES ŠALTINIAI IR DEGUONIES TIEKIMO SISTEMOS

Indrė Čeledinaitė-Paliliūnė

VšĮ Vilniaus universiteto ligoninės Santaros klinikų Pulmonologijos ir alergologijos centras

Įžanga. Pastaraisiais metais deguonies terapija skiriama vis didesnei daliai pacientų. Ilgalaike deguonies terapija skiriama nuolatinę hipoksemiją patiriantiems ligoniams, t. y. sergantiems lėtinėmis plaučių, širdies, neurologinėmis ir kitomis ligomis.

Indikacijos ilgalaikiai deguonies terapijai: 1) pacientams, kurių arterinio kraujo parcialinis deguonies slėgis (PaO_2) ≤ 55 mmHg ramybės būsenoje, nepaisant optimalios pagrindinės būklės gydymo; 2) pacientams, kurių (PaO_2) > 55 mmHg, tačiau diagnozuota centrinės nervų sistemos disfunkcija, plautinė širdis (*cor pulmonale*), antrinė plautinė hipertenzija arba policitemija; 3) pacientams, kurių $\text{PaO}_2 < 55$ mmHg miego ir (arba) mankštos metu.

Deguonies koncentradoriai. Šie prietaisai specialiais molekuliniais filtrais koncentruoja deguonį iš aplinkos oro, sugeneruota deguonies koncentracija siekia 90 proc. ir daugiau. Įprasta deguonies koncentratoriaus deguonies srovė gali būti 0,5–5 l/min. (žemo srauto deguonies koncentradoriai), tačiau kurie modeliai gali generuoti iki 10 l/min.

Koncentradoriai gali būti dviejų rūšių: stacionarūs ir nešiojami deguonies koncentradoriai. Stacionarūs koncentradoriai nepertraukiamai tiekia deguonį, kurio srautas svyruoja nuo 0,5 iki 10–15 l/min. Jų vidutinis svoris yra apie 10

kg, naudoja apie 300 W energijos. Neseniai sukurtas ypač mažas stacionarus koncentratorius, kuris sveria apie 4,5 kg, todėl jį lengviau transportuoti, tačiau toks koncentratorius gali generuoti deguonies srautą tik iki 2 l/min. Nešiojami deguonies koncentradoriai skirti vartotojams, norintiems nedidelio, lengvo ir kompaktiško nešiojamo įrenginio. Prietaisų modeliai skiriasi pagal svorį, dydį, deguonies srauto parametrus, baterijos veikimo laiką ir kt.

Pagrindiniai šių dviejų tipų įrenginių skirtumai: sukuriama deguonies srovės greitis, prietaiso dydis ir svoris, kaina, maitinimo šaltinis (nešiojamiems deguonies koncentratoriams nereikia pastovaus energijos šaltinio, jie energiją gauna iš įkraunamos baterijos).

Įprastai deguonies tiekimas deguonies koncentratoriuose yra dviejų rūšių: nuolatinis deguonies srauto tiekimas ir pulsinis režimas. Nepertraukiamas deguonies srauto tiekimas užtikrina pastovų, stabilų ir patikimą deguonies srautą nustatytu greičiu, o pulsinis režimas tiekia deguonies „boliusą“ paciento įkvėpimo fazėje.

Atsitiktinių imčių kontroliuojamieji tyrimai parodė, jog deguonies koncentratorių naudojimas pagerina išgyvenamumo rodiklius, susijusius su kvėpavimo takų ligomis, pagerina ištvėmę, dėmesingumą, pagerina nuotaiką.



1 pav. Stacionarus ir nešiojamas deguonies koncentratorius

Suspausto deguonies cilindrai. Tai cilindro formos metalinis indas, užpildytas suslėgto-
mis dujomis (deguonimi). Galima įsigyti įvai-
rių dydžių deguonies cilindrus. Jie skirstomi į
nešiojamus, lengvuosius ir stacionarius cilin-
drus. Visiškai pripildytų deguonies, cilindrų
dydžiai gali varijuoti nuo mažų nešiojamų,
skirtų ambulatoriniam naudojimui (pvz., 53
cm aukščio, 3 kg svorio, 430 l talpos), iki di-
delių stacionarių cilindrų (pvz., 71 cm aukš-
čio, 18 kg svorio, 2122 l talpos). Šių prietaisų
transportavimui gali prireikti kuprinės arba
specialaus vežimėlio. Suspausto deguonies
cilindrai gali tiekti deguonį nuolatiniu srautu
arba pulsiniu režimu. Pastarasis būdas leidžia
cilindrą tarnauti ilgiau, nes iškvėpimo fa-
zės metu deguonis nenaudojamas. Įrodyta,
jog deguonies sunaudojimas gali sumažėti
50 proc.



2 pav. Suspausto deguonies cilindrai

Pacientams, kuriems namuose didžiąją paros
dalį reikalingas papildomas deguonis, su-
spastų dujų balionai dažnai skiriami kartu
su deguonies koncentratoriumi. Šie pacientai
yra mažiau judrūs, didžiąją laiko dalį pralei-
džia namuose ir jiems retai reikia nešiojamo
deguonies, todėl suspaustų dujų balionai gali

būti atsarginiai, jei nutrūktų elektros energi-
jos tiekimas arba sutrinktų koncentratoriaus
veikimas. Ligoninėse suspausto deguonies
cilindrai naudojami ventiliuojamų pacientų
transportavimui. Deguonies koncentrato-
riaus ir suspausto deguonies cilindro skirtu-
mai pateikiami 1 lentelėje.

1 lentelė. Skirtumai tarp deguonies koncentratoriaus ir suspausto deguonies cilindro

	Deguonies koncentratorius	Deguonies cilindras
Energijos šaltinis	Reikalingas (priklausomai nuo modelio 100–600 W)	Nereikalingas
Atvežimas	Reikalingas tik pirmą kartą, kai įsigyjamas įrenginys	Reikalingas reguliarius cilindrų keitimas
Neišsiskiriantis deguonies tiekimas	Taip, tol kol pakanka energijos	Ne, priklauso nuo cilindro dydžio, paciento poreikių
Priežiūros sudėtingumas	Vidutinis: reikalingas filtrų ir įrenginio išorės valymas, gaisro pavojaus sumažinimas	Minimalus: reguliarius tikrinimas, gaisro pavojaus sumažinimas
Išlaidos	Nedidelės: elektros sunaudojimo kaštai, aptarnavimas	Didelės: balionų pripildymas ir transportavimas iš pildymo vietos į namus ir (arba) ligoninę

Skystojo deguonies sistemos. Skystasis deguonis – tai iki $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūros atšaldytos deguonies dujos. Skystasis deguonis leidžia didesnę deguonies (dujų) kiekį laikyti skysčio pavidalo mažoje talpykloje. Skystojo deguonies plėtimosi santykis 860: 1 reiškia, kad, išgarinus 1 l skystojo deguonies, jis išsiplečia iki maždaug 860 l dujinio deguonies. Medicininis skystasis deguonis (ne mažiau kaip 99,5 proc. grynumo) pirmiausia turi būti išgarinamas iki suslėgtų dujų, po to pašildomas aplinkos (kambario) temperatūroje įrangos viduje, kad pacientas galėtų įkvėpti jį per nosies kaniules. Kaip ilgai pacientas gali naudoti skystojo deguonies sistemą, priklauso nuo to, kokį deguonies srautą pacientas naudoja, taip pat kokios talpos yra skystojo deguonies sistema.

Šios sistemos taip pat gali būti stacionarios bei nešiojamos, sistemų talpa varijuoja, stacionarios gali sverti net 50 kg, o nešiojamos paprastai sveria 3–4 kg. Jei pacientas naudoja skystąjį deguonį dideliu srautu (iki 15 l/min. nepertraukiamu srautu), svarbu atkreipti dėmesį į tai, jog įrenginiuose gali susidaryti ledas. Tokiems pacientams rekomenduojama turėti kelias skystojo deguonies sistemas, palengvinančias nepertraukiamą naudojimą (kol viena sistema atšyla, naudojama kita).

Remiantis literatūra, skystojo deguonies sistemos galėtų būti skiriamos pacientams, kuriems reikalingas deguonies srautas $>5\text{ l/min.}$, ir kurie galėtų grįžti į darbą, galėtų vaikščioti, tačiau negali vykdyti savo įprastinės veiklos neturėdami deguonies.

Skystojo deguonies sistemos užima mažiau vietos nei dujinio pavidalo deguonis, todėl jį paprasčiau ir lengviau transportuoti. Skystojo deguonies sistemos yra saugesnės nei suspausto deguonies cilindrai, nes jose slėgis būna mažesnis. Iš trijų šiuo metu ambulatoriškai tiekiamų deguonies šaltinių lanksčiausia ir patogiausia yra skystojo deguonies sistema. Stacionariųjų sistemų tiekiamo deguonies užtenka iki 11 dienų, o

nešiojamų skystojo deguonies sistemų deguonies pakanka 8–10 val. (nešiojamo deguonies cilindro pakanka maždaug 2 val.). Deguonies koncentratoriai pacientams yra mažiau patogūs nei skystasis deguonis, nes jiems reikalingos vidinės baterijos, automobiliniai adapteriai ar standartinė elektra, todėl šis nuolatinio energijos šaltinio poreikis gali pakenkti paciento mobilumui bei savarankiškumui. Viena pagrindinių skystojo deguonies sistemų terapijos trūkumų yra išlaidos (skystojo deguonies sistemos maždaug keturis kartus brangesnės nei deguonies koncentratoriai). Be to, daugėja pacientų, norinčių keliauti lėktuvu, tačiau aviacijos taisyklės draudžia skystojo deguonies sistemas komerciniuose orlaiviuose.

Atliktas atsitiktinis randomizuotas tyrimas, kuriame palygintos skystojo deguonies sistemos, suspausto deguonies cilindrai ir deguonies koncentratoriai kuriuos naudojo 39 pacientai, sergantys stabilia sunkia LOPL. Nei kraujo įsotinimo deguonimi rodikliai, nei pacientų nueitas atstumas, nei naudojimo laikas statistiškai reikšmingai nesiskyrė.



3 pav. Skystojo deguonies sistemos

Deguonies tiekimo sistemos. Deguonies tiekimo sistemos skirstomos į mažo ir didelio

srauto sistemas. Mažo srauto sistemos užtikrina mažesnę deguonies srautą nei tikrasis įkvėpimo srautas. Kai pacientas įkvepia, deguonis skiedžiamas kambario oru, todėl šios deguonies tiekimo sistemos neleidžia tiksliai apskaičiuoti įkvepiamo deguonies koncentracijos (FiO_2). Didelio srauto deguonies tiekimo sistemos užtikrina didesnius deguonies srautus, o FiO_2 yra pastovus ir jam paciento kvėpavimas įtakos neturi.

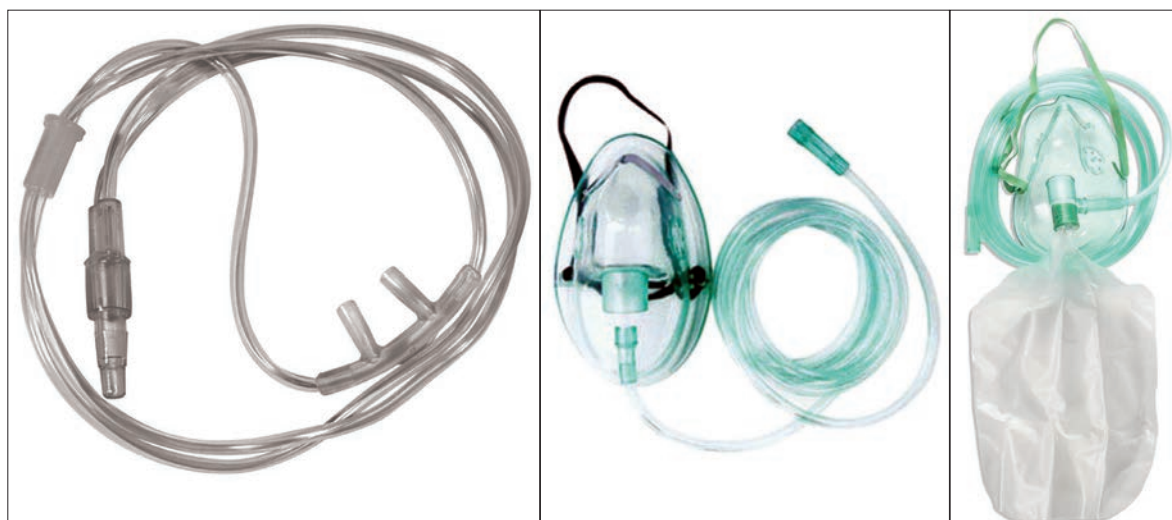
Mažo srauto deguonies tiekimo sistemos.

Nosinės kaniulės – tai labiausiai paplitusi deguonies tiekimo sistema, naudojama esant nesunkiai hipoksemijai. Jos tiekia deguonį į nosiaryklę 1–6 l/min. srautu (FiO_2 24–40 proc.). Kiekvienas deguonies srauto litras per 1 min. padidina įkvepiamo oro deguonies koncentraciją (FiO_2) 3–4 proc. Tačiau didesnis nei 6 l/min. deguonies srautas, naudojant nosies kaniules, nebedidina deguonies koncentracijos įkvepiamame ore. Reikėtų vengti

deguonies srauto > 6 l/min., nes jis gali išdžiovinti nosies gleivinę.

Veido kaukė: per ją deguonies tiekiamas 5–10 l/min. srautu (FiO_2 35–55 proc.), ji naudojama kai hipoksemija yra ryškesnė. Kaukės šonuose yra angos, per kurias pašalinamas iškvepiamas CO_2 . Kaukės efektyvumas priklauso nuo to, kaip gerai ji prilgunda prie veido. Šios sistemos trūkumas – kaukės mažiau komfortiškos, labiau riboja ligonį, trukdo bendrauti, valgyti, nelabai tinka klaustrofobija sergantiems žmonėms.

Kaukė su rezervuaru: jos tiekia didelės koncentracijos deguonį. Vienpusis vožtuvas tarp kaukės ir rezervuaro maišo neleidžia pacientui įkvėpti iškvėpto oro. Deguonies tiekimo greitis – nuo 10 iki 15 l/min. (deguonies koncentracija – 80–95 proc.). Ši kaukė yra naudinga sunkiai hipoksemijai gydyti, tačiau vėmimo atveju kyla anglies dioksido susilaikymo ir aspiracijos rizika.



4 pav. Nosies kaniulės, veido kaukė ir kaukė su rezervuaru

Didelio srauto deguonies tiekimo sistemos. *Venturi* kaukė: įtaisas, leidžiantis tiksliai palaikyti FiO_2 , kuris gali būti palaikomas 24–60 proc. ribose. Šio tipo kaukė nesusausina gleivinės, tačiau kai kuriems pacientams gali būti įkyri, trukdyti kalbėtis ir valgyti. *Venturi* kaukė ypač naudinga LOPL sergantiems pacientams, kuriems labai svarbu tiksli įkvepiamo deguonies koncentracija.

Didelio srauto nosies kaniulės: jas sudaro srauto generatorius, oro ir deguonies maišytuvas, drėkintuvas ir nosies kaniulė. Srauto generatorius gali užtikrinti tiekiamą dujų srautą iki 60 l/min., o maišytuvas padidina FiO_2 iki 100 proc., drėkintuvas sudrėkina ir pašildo dujų mišinį (31–37 °C).



5 pav. Venturi kaukė ir didelio deguonies srauto nosies kaniulės

Apibendrinimas. Tinkamas deguonies šaltinių bei deguonies tiekimo sistemų pasirinkimas priklauso nuo hipoksemijos sunkumo, paciento pagrindinės bei gretutinių ligų, taip pat paties paciento pasirinkimo. Gydytojai turėtų sukaupti pakankamai žinių apie visas pagrindines deguonies tiekimo sistemas bei šaltinius, kad galėtų pacientui skirti moksliskai pagrįstą ir individualiai pritaikytą deguonies terapiją.

Literatūra

1. Hardavella G, Karampinis I, Frille A, et al. Oxygen devices and delivery systems. *Breathe*. 2019;15(3): e108–e116.
2. Hardinge M, Annandale J, Bourne S, et al. British Thoracic Society guidelines for home oxygen use in adults. *Thorax* 2015; 70: Suppl. 1, i1–i43.
3. Strickland SL, Hogan TM, Hogan RG, et al. A randomized multi-arm repeated-measures prospective study of several modalities of portable oxygen delivery during assessment of functional exercise capacity. *Respir Care* 2009; 54: 344–349.