

Ieteikumi ģimenes ārstiem

## Pulsa oksimetru lietošana ikdienas praksē Covid-19 laikā

### ELPOŠANAS NEPIETIEKAMĪBA

Respiratoriskās jeb elpošanas sistēmas galvenais uzdevums (pamatfunkcija) ir gāzu maiņa - apgādāt organismu ar skābekli un izvadīt ogļskābo gāzi.

Vesela cilvēka venozajās asinīs plaušu artērijā skābekļa parciālais spiediens  $\text{PaO}_2 \approx 45$  mmHg (6 kPa), savukārt  $\text{PaCO}_2 \approx 52$  mmHg (7 kPa). Mazā asinsrites loka beigās – lielajās plaušu vēnās  $\text{PaO}_2 \approx 100$  mmHg (13 kPa), savukārt  $\text{PaCO}_2 \approx 37$  mmHg (5 kPa).

Asins gāzu parciālo spiedienu pareizāk ir izteikt SI (Starptautiskās mērvienību sistēmas) mērvienībās – kilopaskālos (kPa),  $1 \text{ kPa} = 7,5 \text{ mmHg}$ . Taču medicīnas aparatūrā un ikdienas praksē joprojām biežāk lieto dzīvsudraba staba milimetrus, tāpēc tekstā turpmāk minēti tikai mmHg.

Arteriālajās asinīs normā skābekļa parciālais spiediens ( $\text{PaO}_2$ ) ir ap 90-105 mmHg, novecojot tas pazeminās. Ja  $\text{PaO}_2 < 80$  mmHg, runā par hipoksēmiju (ikdienas praksē terminu hipoksēmiju gan parasti attiecina uz smagu hipoksēmiju, kad  $\text{PaO}_2 < 60$  mmHg).

$\text{PaCO}_2$  normā ir 35-45 mmHg. Ja  $\text{PaCO}_2 > 45$  mmHg, runā par hiperkapniju.

Atkarībā no nespējas veikt vienu vai abas pamatfunkcijas, izšķir divus elpošanas nepietiekamības (EN) tipus:

I tipa (hipoksēmiska) EN – ja  $\text{PaO}_2 < 60$  mmHg\*;

II tipa (hiperkapniska) EN – ja [ $\text{PaO}_2 < 60$  mmHg un]  $\text{PaCO}_2 > 50$  mmHg\*.

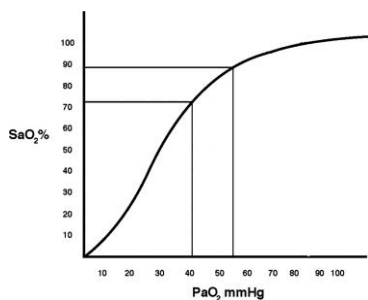
\*arteriālajās asinīs, miera stāvoklī, jūras līmenī, elpojot atmosfēras gaisu; arteriālās asins paraugu parasti iegūst punktējot *a. radialis*

Minētie EN kritēriji ir attiecināmi gan uz akūtām, gan hroniskām situācijām. II tipa elpošanas nepietiekamību (hiperkapniju) bez hipoksēmijas novēro reti (biežāk akūtu stāvokļu gadījumā).

### ELPOŠANAS FIZIOLOĢIJA

Skābeklis slikti šķīst asinīs un galvenokārt ir saistīts ar hemoglobīnu eritrocītos (veidojot oksihemoglobīnu). Tā kā cirkulējošā hemoglobīna daudzums ir noteikts lielums, tā piesātinājums (saturācija) ar skābekli raksturo asinīs cirkulējošā skābekļa daudzumu. Ja saturācija tiek noteikta analizējot arteriālās asinis, izmanto apzīmējumu  $\text{SaO}_2$ , ja to mēra netieši ar pulsa oksimetru –  $\text{SpO}_2$ . Norma atkarībā no vecuma ir 98-95%. Akūtās situācijās rekomendē nodrošināt  $\text{SaO}_2 > 90\%$ . Visjutīgākās pret hipoksiju ir cilvēka smadzenes. Veselam cilvēkam mentālās funkcijas var tikt traucētas, ja  $\text{SaO}_2$  pēkšņi pazeminās  $< 80\%$ .

Skābekļa-hemoglobīna disociācijas līkne, kas raksturo skābekļa saistīšanos ar hemoglobīnu atkarībā no parciālā spiediena asinīs, nav lineāra – tai ir S veida forma (1. attēls). Sākotnēji  $\text{PaO}_2$  samazināšanās maz ietekmē hemoglobīna (asiņu) piesātinājumu ar skābekli, respektīvi arī organisma audu apgādi. Tas, piemēram, izskaidro, kāpēc mēs avio pārlidojumu laikā salīdzinoši labi panesam būtisku gaisa retinājumu lidmašīnas salonā (2/3 no atmosfēras spiediena jūras līmenī). 55 mmHg ir brīdis, kad līknes plato fāze beidzas un  $\text{PaO}_2$  turpinot samazināties, strauji samazinās arī  $\text{SaO}_2$ .  $\text{PaO}_2 < 55$  mmHg ir savulaik empīriski izvēlēts un vēlākos pētījumos validēts sliekšnis ilgstošas skābekļa terapijas uzsākšanai.



1. attēls. Skābekļa-hemoglobīna disociācijas līkne

Pulsa oksimetrija pēdējās desmitgadēs ir revolucionizējusi hipoksēmijas diagnostiku līdzīgi kā savulaik sfigmomanometru ieviešana arteriālā asinsspiediena mērīšanā. Tomēr novērtējot audu apgādi ar skābekli tikai pēc  $SpO_2$ , to var pārvērtēt. Turklāt pulsa oksimetrija neļauj spriest par asins pH,  $PaCO_2$ , un hemoglobīna līmeni, savukārt smēķētājiem tā bieži uzrāda mēnīgi augstu  $SpO_2$  līmeni.

Anēmijas gadījumā oksimetrija reģistrēs normālus rādītājus, tomēr audos novēros hipoksiju, jo kopējais asins pārnestais skābekļa tilpums būs pazemināts. Pacientam ar  $SpO_2=98\%$  un  $Hb=8,0$  g/dl asins skābekļa tilpums ir zemāks nekā pacientam ar  $SpO_2=85\%$  un  $Hb=15,0$  g/dl, attiecīgi  $10,5$  ml  $O_2$ /dl ( $8 \times 0,98 \times 1,34^*$ ) pret  $17,1$  ml  $O_2$ /dl ( $15 \times 0,85 \times 1,34^*$ ).

\*katrs pilnīgi piesātināta hemoglobīna grams pārnes 1,34 ml skābekļa.

## INDIKĀCIJAS SKĀBEKĻA TERAPIJAI

Elpas trūkums ir subjektīva sajūta, kuru nosaka informācija no  $\approx 15$  dažādiem receptoriem, visvairāk elpas trūkums korelē ar pārslodzi, ar kādu “strādā” elpošanas muskulatūra nodrošinot plaušu ventilāciju. Elpas trūkumu neārstē ar skābekli (ar  $O_2$  ārstē hipoksēmiju). Pēc-Covid-19 sindroma jeb ilgā Covid-19 gadījumā elpas trūkumu papildus nosaka nogurums, muskulatūras vājums, sirds mazspēja, psihoemocionālā komponente, utt.

Indikācija ilgstošai skābekļa terapijai (IST) mājās ir hroniska elpošanas nepietiekamība, ja  $PaO_2 \leq 55$  mmHg. Šī indikācija attiecināma arī uz pēc-Covid-19 pacientiem. Pulmonālas hipertensijas gadījumā, kā arī, ja pacients slimo ar respiratorisku vai kardiālu slimību ar sekundāru policitēmiju (hematokrīts  $\geq 55\%$ ), vai pulmonālu hipertensiju, vai perifērām tūskām, indikācija ir  $PaO_2 \leq 60$  mmHg.

Minētajām novirzēm ir jābūt konstatētam vismaz 2 reizes ar  $\geq 3$  nedēļu starplaiku slimības remisijas periodā

$PaO_2$  55 mmHg atbilst  $SpO_2 \approx 88\%$ ;  $PaO_2$  60 mmHg atbilst  $SpO_2 \approx 90\%$ .

Jāatzīmē, ka ir pacienti, kuriem pēc hronisku slimību (piemēram, HOPS) uzliesmojuma izrakstīšanās brīdī no stacionāra novēro hipoksēmiju, bet pēc pāris mēnešiem turpinoties atveseļošanās procesam vismaz  $1/3$  vai  $1/2$   $O_2$  terapija vairs nav nepieciešama. Covid-19 gadījumā šai proporcijai nevajadzētu būt mazākai.

Sīkāk minētie aspekti aplūkoti Britu Torakālās biedrības vadlīnijās (vērēs).

Skābekļa terapija akūtās situācijās. Kā jau tika minēts, norma asins skābekļa piesātinājumam (saturācijai)  $SpO_2$  atkarībā no vecuma ir 98-95%.

Avio pārlidojumu laikā lidmašīnai sasniedzot kreisēšanas augstumu vairāk nekā pusei pasažieru  $SpO_2$  nokrītas  $<94\%$ !

Kā indikācija skābekļa terapijai akūtās situācijās parasti tiek minēta  $SpO_2 < 94\%$ , taču pareizāk ir teikt, ka skābekļa terapijas mērķis ir nodrošināt pastāvīgu  $SpO_2 > 90\%$  un ņemot vērā iespējamo pacientu klīniskā stāvokļa pasliktināšanos, saturācijas svārstības un pulsa oksimetru (ne)precizitāti ( $\pm 2\%$ ) kā skābekļa terapijas mērķis (pacientiem bez hiperkapnijas riska) tiek minēts  $SpO_2$  94-98%.  $SpO_2$  nav vienīgais kritērijs un jāvērtē klīniskā aina kopumā (slimība, kas izraisa hipoksēmiju, elpošanas un sirdsdarbības frekvence, cianoze, asins spiediens, vecums, hroniskas slimības ar  $SpO_2 < 94\%$  pirms akūtās epizodes, utt.). Zināmas vai iespējamās II tipa elpošanas nepietiekamības gadījumā (piemēram, smagas norises HOPS, neiromuskulārās slimības) pirmshospitalajā etapā mērķa  $SpO_2 = 88-92\%$ . Hroniskiem slimniekiem ar zemāku ikdienas  $SpO_2$  klīniski nozīmīga ir  $SpO_2$  samazināšanās par  $\geq 4\%$  (ņemot vērā iespējamo kļūdu, papildus izmeklēšana un eventuāla hospitalizācija nepieciešama, ja samazināšanās  $\geq 3\%$ ). Sīkāk minētie aspekti aplūkoti Britu Torakālās biedrības vadlīnijās (vērēs).

## PULSA OKSIMETRI

$SpO_2$  pēdējās 10-gadēs tiek dēvēta par piekto vitālo pazīmi jeb mērījumu (+ ķermeņa  $t^\circ$ , asins spiediens, pulsa un elpošanas biežums). Pulsa oksimetriem ir jābūt katrā ģimenes ārsta praksē, tam vienmēr ir jābūt līdzīgs ārsta un māsas mājas vizītēs. Katrā vizītē pacientam apsēžoties iepretim ārstam vai jau pirms tam māsas kabinetā būtu jānosaka  $SpO_2$ .

Ar pulsa oksimetru  $SpO_2$  nosaka reģistrējot absorbciju diviem specifiska garuma gaismas viļņiem, kuri atbilst oksigenēta un deoksigenēta hemoglobīna absorbcijas maksimumiem. Pulsa oksimetra precizitāte tiek norādīta  $\pm 2\%$ . **NB!** Tomēr jebkurā gadījumā primārais ir pacienta klīniskais novērtējums, jo reālas dzīves apstākļos pāris procentos gadījumu  $SpO_2$  mērījumam it kā esot normas robežās, to patiesā vērtība būs  $< 88\%$ !

Mērījumu precizitāte zināmā mērā ir atkarīga arī no pulsa oksimetra cenas. Pulsa oksimetru iespējams iegādāties sākot no 20-30€ līdz 100-200€. ASV pulsa oksimetri tiek iedalīti medicīniskajos un nemedicīniskajos. Pēdējie domāti  $SpO_2$  kontrolei sporta nodarbību un avio pārlidojumu laikā.

$SaO_2$  tiek noteikts arteriālajās asinīs, savukārt pulsa oksimetri mēra  $SpO_2$  pirksta gala falangā, kur ir arī venozās un kapilārās asinis. Arteriālās asins plūsma ir pulsējoša rakstura, tādēļ pulsa oksimetru precīzas darbības tehnoloģija ir saistīta ar labu pulsu un apasiņošanu (mikrocirkulāciju). Labas kvalitātes pulsa oksimetri identificē (parāda) pulsa spēku, savukārt augstas kvalitātes medicīniskie pulsa oksimetri arī signalizē par neadekvātu pulsu (mikrocirkulāciju).

Pulsa oksimetru rādījumi ir mazāk precīzi, ja  $SaO_2 < 90\%$ , īpaši, ja  $SaO_2 < 80\%$ , kā arī sliktas perifērisko audu perfūzijas gadījumā – piemēram, akūtās situācijās (hipotensija, hipovolēmisks šoks), aukstās telpās, pacientiem ar sirds mazspēju vai Reino sindromu. Tādos gadījumos oksimetrijai iesaka izmantot auss līpiņu, to pie nepieciešamības hiperemējot - maigi paberzējot, lai novērstu potenciālu hipovolēmijas vai aukstuma izraisītu vazokonstrikciju. Tomēr ikdienā ambulatori lietotie oksimetri varētu nebūt piemēroti šim mērījumam. Arī sirdsdarbības ritma traucējumi, piemēram, mirdzaritmija var ietekmēt mērījumu precizitāti.

Pirms pulsa oksimetrijas pacientam vēlams nomazgāt un sasildīt rokas. Mērījumu laikā uz pulsa oksimetru nedrīkst krist tieša spilgta (sauļes, fluorescentās lampas) gaisma, kas var mājīgi pazemināt saturācijas rādītājus. Tumšas krāsas (melna, zila, zaļa) nagu laka un mākslīgie nagi, drebuļi, roku kustības un trīce arī var ietekmēt mērījumu rezultātus.

Hemoglobīna afinitāte pret tvana gāzi (CO) ir 240 reizes augstāka nekā skābeklim. Pulsa oksimētrs nespēj atšķirt oksihemoglobīnu no karboksihemoglobīna (hemoglobīna, kurš saistījies ar CO). Daudziem smēķētājiem uzreiz pēc smēķēšanas novēro īslaicīgu karboksihemoglobīna paaugstināšanos >2%, dažiem tā koncentrācija var paaugstināties pat par 15%, tādējādi izraisot mēri augstu SpO<sub>2</sub>. Potenciālais smēķēšanas ietekmes ilgums uz SpO<sub>2</sub> mērījumiem ir līdz 10 stundām.

## PULSA OKSIMETRI UN COVID-19

Pulsa oksimētrs mājās parasti tiek ieteikts pacientiem ar hroniskām respiratoriskām un sirds slimībām, kuriem ir pazemināts SpO<sub>2</sub>. Covid-19 pandēmija ir papildus arguments tā esamībai mājās gados vecākiem, hroniski slimiem, adipoziem vai pacientiem ar imūnsupresiju. Saslimstot ar Covid-19 pulsa oksimētra iegāde ir ieteicama arī gados jaunākiem pacientiem, jo šai slimībai ir tipiska “klusā hipoksija”- Covid-19 slimnieki paši bieži nejūt hipoksēmiju (desaturāciju). Savlaicīga hipoksēmijas identifikācija, hospitalizācija un ārstēšanas uzsākšana būtiski uzlabo slimības prognozi!

Covid-19 gadījumā pacientiem regulāri (no rīta un vakarā, kā arī pasliktinoties pašsajūtai) jākontrolē SpO<sub>2</sub>. Mērījumi jāveic telpās, miera stāvoklī (pēc pāris minūšu atpūtas), mierīgi elpojot. Ieteicams izmantot vidējo vai rādītājpirkstu, mērīt SpO<sub>2</sub> tikai laba pulsa signāla gadījumā, reģistrēt biežāko SpO<sub>2</sub> mērījumu 30-60s laikā (nevis pirmo!).

Pacientiem reģistrējot pazeminātus SpO<sub>2</sub> rādītājus, varētu rekomendēt sasildīt rokas un atkārtot mērījumus arī uz citiem pirkstiem, pārbaudīt pulsa oksimētra darbību uz citiem ģimenes locekļiem.

Pulsa oksimētri reģistrē arī pulsa biežumu. Nereti pacienti satraukumā sajauc pulsa un oksimētrijas rādītājus, nepamatoti satraucoties par iespējamu desaturāciju.

Nepieciešams arī regulāri nomainīt pulsa oksimētru barošanas elementus!

Izsaukt NMPD (ar eventuālu hospitalizāciju) nepieciešams, ja SpO<sub>2</sub> samazinās <93-94%.

Šo pacientu observācija mājās nekādā gadījumā nav iesakāma! (Izņēmums varētu būt ļoti augsta saslimstība ar Covid-19 un veselības aprūpes sistēmas kolapss). Hroniskiem slimniekiem ar zemāku ikdienas SpO<sub>2</sub> hospitalizācija nepieciešama, ja SpO<sub>2</sub> samazinās par ≥3%. Jāuzsver, ka jāvērtē klīniskā aina kopumā (elpošanas un sirdsdarbības frekvence, cianoze, asins spiediens, vecums, hroniskas slimības, iespējama imūnsupresija).

Primary Care Respiratory Society UK - Opinion No.28. Pulse Oximetry in Primary Care.

[https://www.pcrs-uk.org/sites/pcrs-uk.org/files/os28\\_pulse\\_oximetry.pdf](https://www.pcrs-uk.org/sites/pcrs-uk.org/files/os28_pulse_oximetry.pdf)

Nitzan M, et al. Pulse oximetry: fundamentals and technology update. Med Devices (Auckl). 2014; 7: 231–239. Published online 2014 Jul 8.

doi: 10.2147/MDER.S47319.PMCID: PMC4099100. PMID: 25031547.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4099100/>

3. BTS Guidelines for Home Oxygen Use in Adults, 2015.

[https://thorax.bmj.com/content/thoraxjnl/70/Suppl\\_1/i1.full.pdf](https://thorax.bmj.com/content/thoraxjnl/70/Suppl_1/i1.full.pdf)

4. BTS Guideline for Oxygen Use in Adults in Healthcare and Emergency Settings, 2017.

[https://thorax.bmj.com/content/thoraxjnl/72/Suppl\\_1/ii1.full.pdf](https://thorax.bmj.com/content/thoraxjnl/72/Suppl_1/ii1.full.pdf)

5. Guideline for emergency oxygen use in adult patients. British Thoracic Society Emergency Oxygen Guideline Group, 2008.

[https://thorax.bmj.com/content/thoraxjnl/63/Suppl\\_6/vi1.full.pdf](https://thorax.bmj.com/content/thoraxjnl/63/Suppl_6/vi1.full.pdf)