



Augstfrekvences oscilācijas plaušu ventilācija neonatoloģijā. [High Frequency Oscillation Ventilation (HFOV)]

HFOV ir “glābjoša” ventilācijas metode, kad konvencionālā plaušu ventilācija nesniedz vēlamu efektu. Plaušu ventilāciju tiek nodrošināta ar ļoti maziem ventilācija tilpumiem (mazāki vai vienādi ar anatomisku mirušu telpu, V_t – *tidal volume*, 0,8-2 ml/kg), kas tiek piegādāti ar ļoti ātru frekvenci (3 – 20Hz vai 180-1200 cikli/min). Elpošanas ciklu veic vibrējoša diafragma, kas nodrošina pozitīvu ieelpas spiedienu un aktīvu izelpu. Pastāvīgais plaušu izplešanās spiediens (*continuous distending pressure (CDP)*) palīdz atvērt alveolas un nodrošināt konstantu optimālu plaušu tilpumu. Tā kā **HFOV** laikā nav cikliskas plauša pārstiepšanas ieelpā un alveolu saplakšanas izelpā, tā tiek uzskatīta par plaušu aizsargājošu ventilāciju. Retos gadījumos **HFOV** izvēlās kā primāro ventilācijas metodi, piemēram, priekšlaicīgi dzimušiem bērniem, bet tomēr ikdienas praksē **HFOV** izmanto kā “glābojošo”.

Parametru definīcijas:

- **Paw** – elpceļu spiediens (MAP)
- ΔP (amplitūda) – spiediena izmaiņas
- **Hz** (oscilācijas frekvence) – elpošanas kustības sekundē (5-15Hz, nodrošina V_t 1-3 ml/kg)
- **V_{Thf}** – augstfrekvences *tidal volume*
- **DCO₂** – CO₂ difūzijas koeficients ($DCO_2 = V_{Thf}^2 \times fr$)
- **IT/I:E ratio** –ieelpas laiks/ieelpas:izelpas attiecība

Gāzu apmaiņa HFOV:

HFOV laikā oksigenācija un ventilācija ir netkarīgas viena no otras. Oksigenāciju kontrole elpceļu spiediens (Paw) un skābekļa koncentrācija ieelpojamā gāzē (FiO₂), savukārt, ventilāciju – amplitūda (ΔP) un frekvence (Hz).

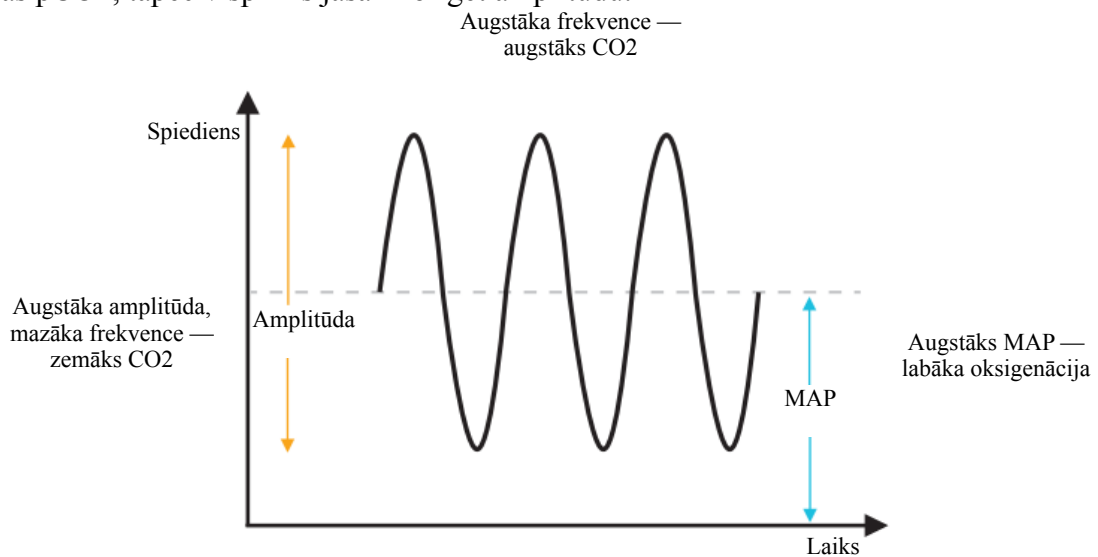
Oksigenācija:

Oksigenācija atkarīga no vidējā spiediena elpceļos (Paw) un skābekļa koncentrācija ieelpojamā gāzē (FiO₂). Palielinot Paw, tiek nodrošināts plaušu optimālais tilpums, mazinās

atelektāzes un intrapulmonāli šunti. Ja plauša ir labi izvērsta, skābeklis plūst lejup pa gradientu no aparātā uz alveolām. Palielinot FiO_2 , palielinās difūzijas gradients un uzlabojas oksigenācija.

Ventilācija:

CO₂ izvadīšanu nodrošina gaisa kustība. Plauša pie katras ventilatora veicamas ieelpas neuzpūšas un izelpas laikā nesaplok (CPAP efekts). Gaisa kustība notiek pārvietojoties turp un atpakaļ (t.s. oscilācija) maziem gaisa tilpumiem ar ļoti lielu frekvenci, radot krūšu kurvja drebēšanu. Oscilāciju amplitūde un frekvence nosaka CO₂ izvadi. Palielinot amplitūdu un/vai mazinot frekvenci vairāk izvadās CO₂. Pat mazas izmaiņas frekvencē nodrošina lielas izmaiņas pCO_2 , tāpēc vispirms jāsāk koriģēt amplitūdu.



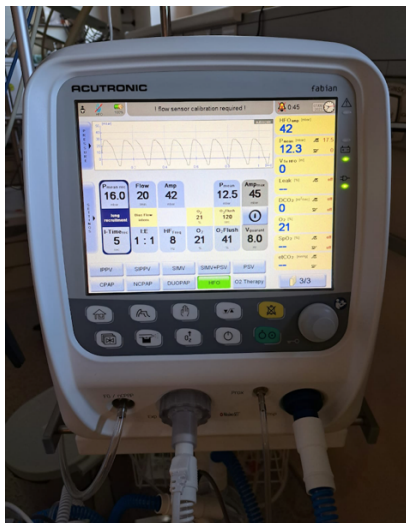
“SLHD – Royal Prince Alfred Hospital Guideline”, Women and Babies: High Frequency Oscillatory Ventilation of the Newborn, november 2022

Ir divas galvenās HFOV tehnikas – HFJV (*Jet*) un HFOV (*Oscillator*).

- HFOV (*Oscillator*) – gaisa plūsmu nodrošina diafragma vai virzulis (*piston*), ventilācija notiek ar ļoti maziem ventilācija tilpumiem (mazāki vai vienādi ar anatomisku mirušu telpu, V_t – *tidal volume*, 0,8-2 ml/kg), kas tiek piegādāti ar ļoti ātru frekvenci (3 – 20Hz vai 180-1200 cikli/min).
- HFJV (*Jet*) – ieelpotais gaiss ir ievadīts ETC caur speciālo “*jet*” uzgali (*HFJV LifePort* adaptors). Salīdzinoši ar HFOV vai konvencionālo MPV, HFJV ir īsāks ieelpas laiks – 0.02-0.034 sekundes, ar V_t 0,5 - 1ml/kg un elpošanas frekvenci 240-660 r/min vai 4 – 11Hz. Parasti izmanto, kā “glābjošo” ventilācijas metodi jaundzimušiem ar elpošanas mazspēju un hipoksēmiju, kuriem ir gaisa noplūdes sindroms (piem. pneimotorakss, PIE) vai ir lielāks risks uz to.

Oscilatoru veidi:

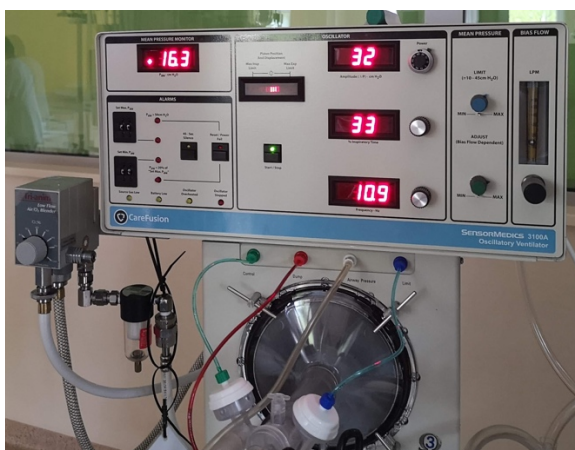
- Diafragmas HFOV - ar mainīgo frakcionēto ieelpas laiku. Elektroniski kontrolēta diafragma, kura producē spiediena svārstības pacienta ieelpas kontūrā (Sensormedics 3100A).
- Virzuļa HFOV (*piston* HFOV) – ar fiksēto frakcionēto ieelpas laiku (Stephanie infant ventilator).
- Hibrīdu ventilators, kas nodrošina konvencionālu un HFOV: Fabian *Acutronic*, Dräger *Babylog* (VN500 / VN800)



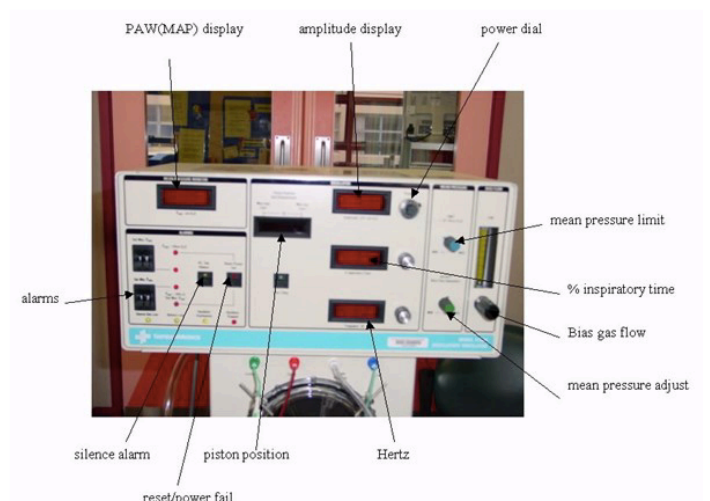
Fabian *Acutronic*



Dräger *Babylog* VN500



Sensormedics 3100A



Indikācijas:

- Smaga plaušu slimība, kad konvencionāla plaušu ventilāciju nav efektīva
- Rekomendē, ja $P_{peak} > 30\text{cm H}_2\text{O}$, $FiO_2 > 0.6$, $MAP > 15\text{cm H}_2\text{O}$
- Apsver, ja oksigenācijas indekss > 15 (skat., “Oksigenācijas indekss”)
- Homogēna plaušu slimība (piem., RDS)
- Gaisa noplūdes sindroms (“*air-leak*”) sindroms (pneimotorakss, bronhopleirāla fistula, pneimoperikards)
- Gaisa slazda sindroms (“*air-trapping*”) sindroms (pulmonāla intersticiāla emfizēja)
- Plaušu hipoplāzijas sindromi
- Iedzimta diafragmas trūce
- Persistējoša pulmonāla hipertensija
- Smaga pneimonija
- Refraktāra hipoksēmija
- Mekonija aspirācija sindroms
- *Hydrops fetalis*
- Plaušu asiņošana
- Traheoesofageala fistula (pacientiem, kuriem nav iespējams uzreiz veikt ķirurģisko ārstēšanu, piem., priekšlaicīgi dzimušie jaundzimušie)
- Apsver pie slāpekļa monoksīda (NO) terapijas (*HFOV* laikā ir nepārtraukta gaisa plūsma, kas uzlabo NO piegādi)

Relatīvas kontrindikācijas:

- Gaisa slazda sindroms (“*air-trapping*”), kas var komplecēties ar pneimotoraksu.
- Labas puses sirds mazspēja.
- Nekoriģēts šoks – *HFOV* laikā ir samazināta sirds izviede un pacientiem ar perfūzijas traucējumiem (piem., sepse, NEK) var padziļināties hipotensija. Pirms uzsākt *HFOV* hemodinamiski nestabiliem pacientiem ir nepieciešama šoka un hipotensijas korekcija (palielinot tilpuma piegādi sirdīm, medikamentoza hipotensijas korekcija, šoka iemeslu ārstēšana).
- *HFOV grūti* nodrošināt transportēšanas laikā.

Komplikācijas:

- Hemodinamikas traucējumi - ja ir pārāk liels P_{aw} → paaugstinās intratorokālais spiediens, mehāniski tiek saspiesti lielie asinsvadi, sirds, plaušu asinsvadi, paaugstinās plaušu asinsvadu rezistence → tiek samazināts labā priekškambara tilpums, traucēta venozo asins atgriešana sirdī → traucēta sirds izviede → veidojas hipotensija.
- Hipokapnija - strauja CO_2 izvadīšana, sakara ar neadekvātu pCO_2 monitorēšanu un traucēto venozo asins atgriešanos sirdī → hipokapnija, samazināta sirds izviede → nestabila smadzeņu perfūzija (var paaugstināt IVH risku, pašlaik pētījumu dati pretrunīgi).
- Gaisa noplūdes sindroms.

Soli, kas jāveic pirms *HFOV* uzsākšanas:

- Nodrošināt optimālu sedāciju (deksmedetomidīns, opiāti (morfijs, fentanīls))

- Apsvert miorelaksāciju (parasti nav nepieciešamības, bet var būt nozīme smagas elpošanas mazspējas gadījumā)
- Uzsākt nepārtrauktu arteriāla spiediena (TA) mērīšanu (ieteicama invazīva metode)
- Nodrošināt vecumam atbilstošu TA
 - pacientiem ar perfūzijas traucējumiem (piem., sepse, NEK) var būt hipotensija uzsākot HFOV!
 - ja ir hipotensija apsvērt i/v boluss ievadi (10ml/kg 0.9%NaCl),
 - ja hipotensija saglabājas, apsvērt inotropo medikamentu ievadi
- Veikt nepārtrauktu transkutānu SpO2 mērīšanu
- Pēc iespējas veikt nepārtrauktu CO2 mērīšanu
- Koriģēt metabolo acidozi
- Ja ir noplūde gar endotraheālo caurulīti (ETC), apsvērt pārintubāciju ar lielāka izmēra ETC
- Nodrošināt neitrālu kakla pozīciju
- Pozicionēt pacientu, lai nodrošināt adekvātas simetriskas krūškurvja vibrācijas
- Ja ir ETC obstrukcija – veikt sekreta atsūkšanu (atsūkšana jāveic izmantojot pareizo tehniku (skat., “Atsūkšana”))

Ventilācijas aparāta kalibrācija:

Sakot darbu ir svarīgi veikt nepieciešamu kalibrāciju un elpošanas kontūras pārbaudi. Sekojiet kalibrācijas soļiem uz aparātā ekrāna vai pievienotā instrukcijā. SensorMedics 3100A ventilatoram kalibrācijas instrukcija atrodas uz aparāta korpusa.

Starta parametri, uzsākot HFOV ventilāciju:

Paw	<ul style="list-style-type: none"> • 2-3cm H2O virs vidējā spiediena elpceļos (MAP) uz konvencionālas MPV • 10-16cm H2O, parasti līdz 20cm H2O, maksimāli 25cmH2O
Frekvence (Hz)	<ul style="list-style-type: none"> • 10 Hz (var variēt no 8 – 15Hz) • atkarīga no patoloģijas un plaušu stāvokļa • priekšlaikus dzimušiem parasti lielāka frekvence • pacientiem ar zemu plaušu complianci (piem., RDS/HMS) pielieto lielāko frekvenci (12-15Hz), pacientiem ar augstu rezistenci (piem., agrīni MAS) – zemāku frekvenci (8 – 10Hz)
Amplitūda (ΔP)	<ul style="list-style-type: none"> • 20 cmH2O, palielināt (1-2 minūšu laikā) līdz redzama krūškurvja vibrācija līdz nabai. • vidēji 20 – 30cmH2O, maksimāli 50-60cm H2O
FiO2	Turpināt kā pie konvencionālas MPV

I:E ratio	<ul style="list-style-type: none"> • ieelpas laiks 33% Sensormedics 3100A vai I:E 1:2 – Fabian, Drager • Ja vēlamais PaCO₂ nav sasniegts ar maksimālo amplitūdu, ieelpas laiks var būt palielināts līdz 50% (Sensormedics 3100A) vai I:E 1:1 (Fabian, Drager) – kas palielina V_t, kas tiek piegādāts pacientam un tā uzlabojas CO₂ izvade.
V_{thf}	1-2mls/kg

HFOV ar *Volume guarantee* (HFOV - VG):

Izmantojot HFOV-VG tiek uzstādīts vēlamais ventilācijas tilpums (*tidal volume*, V_{thf} 1-2ml/kg) un maksimāla amplitūda (ΔP). Ventilācijas laikā vēlamais tilpums būs sasniegts aparātam pielāgojot amplitūdu. Svarīgi zināt, ka izmantojot HFOV ar VG, frekvences izmaiņas neietekmēs ventilācijas tilpumu, jo tas ir fiksēts, bet ietekmes CO₂ izvadi tāda pašā virzienā ka uz konvencionālas MPV! Funkcija ir pieejama uz Fabian un VN500. Pašlaik nav pietiekoši pētījumu dati, lai rekomendētu izmantot HFOV ar VG rutīnā.

nHFOV (CPAP + HFOV)

Ir kombinēta neinvazīva ventilācijas metode, kuras laikā tiek nodrošināts neinvazīvs elpošanas atbalsts (CPAP) ar augstfrekvences priekšrocībām - izvadīt CO₂ ar maziem elpošanas tilpumiem (V_t). Atsevišķās klīnikās pielieto nHFOV, kad citas neinvazīvas ventilācijas metodes ir neefektīvas - priekšlaicīgi dzimušiem bērniem ar RDS, BPD vai gaisa noplūdes sindromiem, kā arī dažādas gestācijas vecuma jaundzimušiem transportēšanas laikā. Pielietojot nHFOV mazinās intubācijas risks, kā arī uzlabojas CO₂ klīrenss salīdzinoši ar nCPAP/BifasicCPAP. Trūkums – grūti kontrolēt vēlamus parametrus, apgrūtināta hermētisma dēļ, elpceļu obstrukcija ar biezu sekrētu, KZT pārstiepšanā. Ventilācijas parametri atkarīgi no izmantojama ventilatora veida.

- sākuma parametri:
 - I:E 1:1 vai 50%
 - frekvence 6-8 Hz
 - amplitūda – atkarīga no ventilācijas aparāta, rekomendē sākt ar ~50% no maksimālas amplitūdas un pielāgo, lai sasniegtu redzamas krūškurvja vibrācijas
 - lielākas deguna kanīles – nodrošina lielāko V_t.

DCO₂ (CO₂ difūzijas koeficients):

CO₂ izvade *HFOV* laikā ir proporcionāla $F \times V_t^2$. DCO₂ ir parametrs, kas tiek izmantots lai aprakstīt $F \times V_t^2$ produktu un atspoguļo ventilācijas efektivitāti. DCO₂ katram bērnam ir atšķirīgs un atkarīgs no bērna svara, pamatsaslimšanas un oscilācijas frekvences.

Dažu dienu laika periodā nepieciešamais DCO₂ ir relatīvi nemainīgs. Paredzamais DCO₂ mL²/kg²/s:

Svars	0.5kg	1.0kg	2.0kg	3.0kg
mL ² /kg ² /s	10	40	160	360

Ja bērns pieelpo aparātam, tas veicina gāzu apmaiņu un prasības pēc DCO₂ ir zemākas.

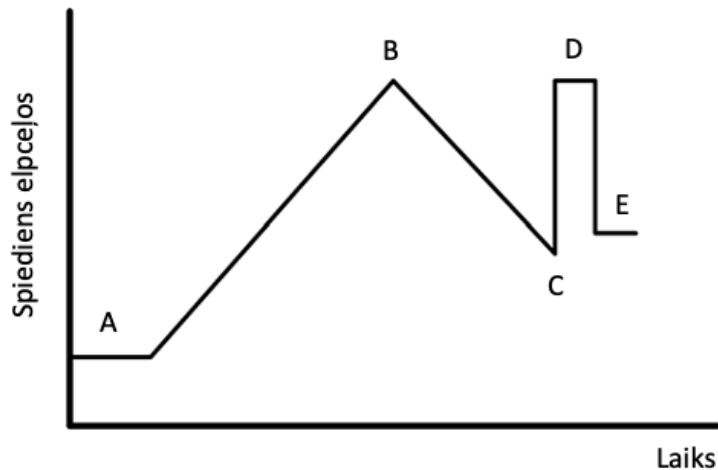
- DCO₂ - 60-80 mL²/kg²/s – nepieciešams bērnam ar minimālu spontānu elpošanu
- DCO₂ - 40-60 mL²/kg²/s – nepieciešams bērnam ar spontānu elpošanu

Plaušu atvēršanas (*recruitment*) manevrs:

Lai uzlabot oksigenāciju ir nepieciešams, pakāpeniski palielinot Paw, sasniegt lielāku optimālu plaušu tilpumu, neizraisot plaušu pārstiepumu. Gan nepietiekoša (*under-inflation*), gan pārmērīga plaušu uzpildīšana (*over-inflation*) dos nepietiekošu oksigenāciju.

- Jāuzliek Paw, kas ir par **2-3 cm H₂O** lielāks, nekā vidējais spiediena elpceļos (MAP) uz konvencionālas MPV
- Jāpalielina Paw **pa 1-2 cm H₂O ik 5-10 minūtes**, novērojot pacienta atbildes reakciju (oksigenāciju, TA)
- Pakāpeniski palielināt Paw līdz sasniegta optimāla oksigenācija vai paradas samazinātas sirds izsviedes simptomi (tahikardija, hipotensija)
 - Parasti Paw ir reti > 20 cm H₂O
 - Maksimāli 25 cmH₂O
- Mērķa saturācija 90 – 95%, palielinoties SpO₂, var pakāpeniski mazināt FiO₂ (*solis pa 5-10%*).
 - Jābūt pacietīgam, jo oksigenācijas uzlabojums var nebūt uzreiz!
- Paw var palielināt arī ik 1-2 minūtes, vadoties pēc pacienta stāvokļa un pamatsaslimšanas
- Ja palielinot Paw krītas SpO₂ un pieaug prasība pēc FiO₂ - ir pārsniegts plaušu pārstiepšanas punkts - jāsamazina Paw par 2-4cm H₂O līdz uzlabojas oksigenācija (palielinās SpO₂)
- Kad FiO₂ ir <0,3, mazina Paw pa 1-2 cmH₂O.
- Ja mazinot Paw sāk kristies SpO₂ un pieaug prasība pēc FiO₂ – ir sasniegts plaušu “slēgšanas” (closure) spiediens – nepieciešams palielināt Paw līdz stabilizējas SpO₂ un tad atstāt 2cmH₂O virs zināma plaušu “slēgšanas” spiediena.
- Svarīgi! Ir klīniskas situācijas kad primāri mazina Paw un tad FiO₂ (patoloģijas ar lielāku plaušu pārstiepšanas risku (piem., plaušu hipoplāzijas sindromi), patoloģijas ar primāri svarīgo oksigenācija (piem., PPH)).
- Plaušu atvēršanas manevri veic uzsākot HFOV un pēc klīniskām indikācijām, piem., situācijas kad notiek strauja MAP krišanās un plaušu tilpuma zudums (aspirācija/

atsūkšana, ETC atvienošanas), pacienta pozīcijas maiņa no muguras uz vēdera, surfaktanta aplikācija, uz RTG redzamas atelektāzes).



Shematisks plaušu atvēršanas manevra atspoguļojums

A – elpceļu spiediens ir zems un FiO₂ ir augsts, kas norāda uz augstu pakāpes atelektāzi un intrapulmonālo šuntu. Pakāpeniski ceļot Paw notiek alveolu atvēršana (*recruitment*), intrapulmonāla šunta samazināšanas un oksigenācijas uzlabošanas.

B - Paw palielina līdz stabilizējas SpO₂ un izdodas samazināt FiO₂ līdz vēlamam, vai jā SpO₂ vairs neuzlabojas. Ir sasniegts B punkts – plaušu “*atvēršanas*” spiediens.

C - Paw pakāpeniski mazina pa 1-2cmH₂O līdz sāk mazināties SpO₂, pieaug prasība pēc FiO₂, kas parāda alveolu saplokšanu (*derecruitment*). Ir sasniegts C punkts - plaušu “*slēgšanas*” spiediens.

D – E - Atkārtoti palielina Paw līdz stabilizējas SpO₂ un sasniegts plaušu “*atvēršanas*” spiediens (D) un un tad atstāj 2cmH₂O virs plaušu “*slēgšanas*” spiediena.

Okseginācija/ventilācijas vadīšana:

↓SpO ₂ / Slikta oksigenācija	↑SpO ₂ / Pārmērīgā oksigenācija	↑pCO ₂ /Nepietiekoša ventilācija	↓pCO ₂ / Pārmērīgā ventilācija
Palielināt FiO ₂	Samazināt FiO ₂	Palielināt amplitūdu (ΔP)	Samazināt amplitūdu (ΔP)

<ul style="list-style-type: none"> • Palielināt Paw (par 1-2 cmH₂O) • Apsvērt plaušu “atvēršanas manevri” (<i>recruitment</i>) 	<p>Samazināt Par (par 1-2cmH₂O), ja ventilācija ir pietiekoša</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Samazināt frekvenci (1-2Hz), ja amplitūda ir maksimāla • Apsvērt I:E/ieelpas laika 	<p>Palielināt frekvenci (1-2Hz), ja amplitūda ir minimāla</p>
---	--	---	---

Kontrolēt pēc HFOV uzlikšanas:

- Klīniskie parametri: SpO₂, SF, TA, mikrocirkulācija, diurēze un krūšu kurvja vibrācija
- Asins gāzes:
 - 20-30 min pēc HFOV uzsākšanas
 - Pēc katras parametru maiņas
 - Ja ir iespēja, var izvēlēties transkutānu PaCO₂ kontroli
 - Mērķa:
 - pH 7.25–7.45
 - PaCO₂ 40-50mm Hg
 - PaO₂ 50-80mm Hg
 - *Priekšlaicīgi dzimušiem, pacientiem ar hronisko plaušu slimību un ar air-leak (piem., pneimotorakss) vai air-trapping sindromu (piem., PIE), ir pieļaujama permisīva hiperkapnija, pie nosacījuma ka pH ir >7,25.*
- Plaušu rentgens:
 - Jāveic 30-60 minūtes pēc HFOV uzlikšanas
 - Apsvērt plaušu rentgenu pēc 6 -12 stundas un/vai pie ventilācijas sarežģījumiem
 - Adekvāts plaušu tilpums: plauša izvērstā līdz **8.-9.**ribu līmenim
 - Plauša **hiperventilēta**: diafragma novietota 10+ ribu līmenī, saspiesta sirds ēna, izspiežas starpribu spraugas, zem sirds ēnas ir redzams gaisa sirpis
 - **Nav pietiekošs** plaušu tilpums (hipoventilācija): augsti novietota diafragma

HFOV problēmu novēršana:

- **Hipoksija:**
 - Pārbaudīt ETC: vai nav noplūde / sekrēts / kondensāts
 - Pārbaudīt vai ir adekvāta krūškurvja drebēšana
 - Palielināt FiO₂
 - Palielināt Paw (par 1-2 cmH₂O)
 - Apdomāt par plaušu “atvēršanas manevru” (*recruitment*)
 - Palielināt gaisa plūsmu (*bias flow*), ja nepieciešams sasniegt lielāku Paw
- **Hiperoksija:**
 - Samazināt FiO₂, uzturot saturāciju normas robežās
 - Samazināt Paw (par 1-2cmH₂O), ja ventilācija ir pietiekoša un FiO₂ ir zem 0.3

- **Hiperkapnija:**
 - Pārbaudīt ETC caurlaidību
 - Palielināt amplitūdu (ΔP)
 - Samazināt frekvenci (1-2Hz), ja amplitūda ir maksimāla
 - Apsvērēt par I:E attiecības maiņu (1:2 uz 1:1)
 - Apsvērēt RTG, lai izvērtēt plaušu tilpumu, iespējams ir atelektāzes / pārventilēta
- **Hipokapnija:**
 - Samazināt amplitūdu (ΔP)
 - Palielināt frekvenci (1-2Hz), ja amplitūda ir minimāla
 - Samazināt I:E attiecību 1:1 uz 1:2
- **Hiperventilēta plauša (*overinflated lung*):**
 - Samazināt Paw
 - Apsvērēt mazāku frekvenci, ja ir izteikta pulmonāla intersticiāla emfizēma
- **Hipoventilēta plauša (*underinflated lung*):**
 - Palielināt Paw
- **Hipotensija / palielināts centralais venozais spiediens (CVP):**
 - Samazināt Paw
 - Apsvērt HFOV maiņu uz konvencionālo MPV
 - Apsvērt citus hipotensijas iemeslus
 - Apsvērt tilpuma paplašinātājus (i/v boluss NaCl 0,9%), inotropos medikamentus.
- **Pēkšņa pasliktināšanas:**
 - ETC obstrukcija vai spontāna ekstubācija
 - Pneimotorakss
 - Vai krūšu kurvja vibrācija ir simetriska?
 - Transiluminācija
 - Steidzams RTG vai plaušu USG

HFOV režīmu mazināšana un atcelšana:

HFOV atcelšanas laikā nepieciešams uzturēt optimālu plaušu tilpumu.

- Samazināt skābekļa dotāciju zem 30%
- Tad sāk mazināt Paw pa 1-2cm H₂O, vadoties pēc SpO₂ un asins gāzēm
 - Ja sākas SpO₂ kritums, pieaug prasība pēc FiO₂, tad Paw samazināšana bija pārāk strauja - jāpalielina Paw pa 1-2cmH₂O, lai sasniegtu stabilo oksigenāciju
- Gaisa noplūdes sindroma gadījumā, apsvērt primāri reducēt Paw un tikai tad FiO₂
- Samazināt ΔP pa 2-4, kontrolējot PaCO₂. Kontrolēt krūšu kurvja vibrāciju.
- Apsvērt iespēju pāriet uz PC-AC (+VG) vai ekstubēt un pāriet uz neinvazīvo elpošanas atbalstu, ja:
 - Pneimotorakss vai PIE ir izzuduši.
 - Paw 6-12cm H₂O
 - ΔP ir zem 30
 - Asins gāzes stabilizējušās ar sekojošiem parametriem:
 - pH = 7.25–7.45
 - PaCO₂ = 35-50mm Hg
 - PaO₂ = 50-80mm Hg

- Atceries mazināt sedāciju un uzsākt *ceffeine citrate*, ja plāno pāriet uz neinvazīvu ventilāciju!

Pielikums:

I. Aspirācija/atsūkšana:

- Atsūkšana ir nepieciešama, ja ir sliktas krūškurvja vibrācijas kustības (“*wobble*”), oksigenācijas pasliktināšanas un / vai pCO₂ pieaugums sakara ar elpceļu vai ETC obstrukciju ar sekrētu, vai ja vizualizē/saklausī sekrēta esamību elpceļos / ETC
- Jāizvairās pirmās 12 – 24 stundās pēc *HFOV* uzsākšanas, veikt tikai jā ir indikācijas!
- Izmantot “*in-line suction*” – atsūkšanu bez kontūras atvienošanas.
- Uz Sensormedics 3100A aparāta uzspiest “STOP” pogu, kas īslaicīgi palīdzēs saglabāt PEEP, tad pēc iespējas ātrāk ievietot kateteru, veikt atsūkšanu un izņemt katetru ārā.

Ja *HFOV* īslaicīgi pārtrauc (piemēram, ventilatorā atvienošanas, ETC atsūkšana atvienojot kontūras), var notikt plaušu tilpuma zudums sakarā ar strauju MAP krišanos. Lai atjaunotu plaušu tilpumu, optimizēt oksigenāciju un ventilāciju var būt nepieciešams plaušu “atvēršanas” manevrs (*recruitment manoeuvre*).

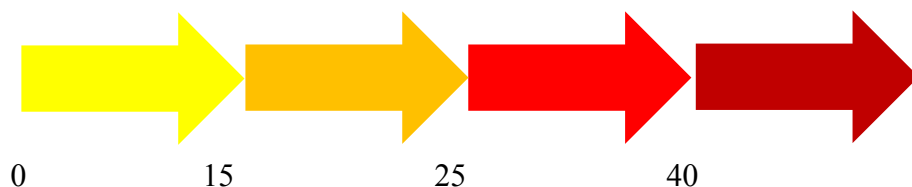
II. Oksigenācijas indekss (OI)

Oksigenācijas indekss (OI) ir attiecība starp skābekļa līmeni, kas tiek piegādāts plaušām un skābekļa daudzumu, kas difundē asinīs. Tas parāda plaušu spēju pārvadīt skābekli caur alveolu membrānām un ir nozīmīgs stāvokļos, kad ir traucēta plaušu funkcija. Jo lielāks rādītājs, jo sliktāks ir plaušu stāvoklis.

$$OI = \frac{FiO_2 \times \text{Mean Airway Pressure (cm H}_2\text{O)} \times 100}{\text{Postduktāls PaO}_2 \text{ (mmHg)}}$$

FiO₂ ieelpas skābekļa frakcija – t.i. 21% - 0.21, 100% = 1.0

Lai PaO₂ kPa pārvērstu mmHg – kPa x 7.5



Online kalkulators:

http://www.neoweb.org.uk/Additions/oxygenation_index.htm

Izmantotā literatūra:

1. SLHD – Royal Prince Alfred Hospital Guideline, Women and Babies: High Frequency Oscillatory Ventilation of the Newborn, november 2022
2. Ventilation: High Frequency Oscillatory Ventilation (HFO), government of western Australia child and adolescent health service, 2019, january
3. Leicester Children's hospital, NHS trust, HFOV, 2022
4. Glasgow guidelines: <https://www.clinicalguidelines.scot.nhs.uk/nhsggc-guidelines/nhsggc-guidelines/neonatology/high-frequency-oscillatory-ventilation-hfov-a-guide-to-the-use-of-hfov-in-the-neonate/>
5. Johns Hopkins All Children's Hospital, High Frequency Jet Ventilator (HFJV) for Neonates Clinical Pathway, Updated: 12/08/22, Owner and Primary Author: Drifa Freysdottir, MD
6. Ventilation: High Frequency Jet Ventilation (HFJV), government of western Australia child and adolescent health service, Updated: october, 2022
7. High-frequency ventilation in preterm infants and neonates, Benjamin W. Ackermann, Daniel Klotz, Roland Hentschel, Ulrich H. Thome, Anton H. van Kaam, 2021
8. The clinical effects of high-frequency oscillatory ventilation in the treatment of neonatal severe meconium aspiration syndrome complicated with severe acute respiratory distress syndrome. Guang Yang, Yunxia Qiao, Xinxin Sun, Tiandan Yang, Aiying Lv, Min Deng, BMC Pediatrics, Article number: 560 (2021)
9. Regular lung recruitment maneuvers during high-frequency oscillatory ventilation in extremely preterm infants: a randomized controlled trial, Tobias Werther, Erik Kueng, Lukas Aichhorn, Linda Pummer, Katharina Goeral, Angelika Berger, Michael Hermon and Katrin Klebermass-Schrehof, BMC Pediatrics, 2022
10. Noninvasive high-frequency oscillatory ventilation as respiratory support in preterm infants: a meta-analysis of randomized controlled trials, Jing Li, Xiaoxia Li, Xianmei Huang and Zhiqun Zhang, Respiratory Research, 2019
11. High-frequency ventilation for non-invasive respiratory support of neonates, Bradley A. Yodera, K.H. Albertine, and D.M. Null Jr, Semin Fetal Neonatal Med. 2016 June ; 21(3): 162–173.
12. Manual of Neonatal Respiratory Care, Third Edition, Steven M. Donn, Sunil K. Sinha, 2012
13. 3100A High Frequency Oscillatory Ventilator Operator's Manual, 33437-001 Version A (2020-01): <https://www.vyaire.com/sites/us/files/2020-05/33437-001-a-operators-manual-3100a-hfov.pdf>
14. https://www.draeger.com/en_za/Products/Babylog-VN800
15. HFOV - SensorMedics 3100A, august 2018, <https://starship.org.nz/guidelines/hfov-sensormedics-3100a/>

Darba grupa: Aleksandra Juraša, Elza Salputra, Jekaterina More-Jaroslavceva, Jeļena Liepa, Renāte Vējone, Jeļena Rusakova, Simona Kravcova, Tatjana Titova, Sandija Stanke, Irēna Zahare, Kristīne Rasnača