

Gäller för: VE An Op IVA

Giltig från: 2026-03-16

Innehållsansvar: Andreas Thorén, (andth13), Överläkare

Giltig till: 2028-03-13

Granskad av: Åsa Appelqvist, (asaap), Enhetschef

Godkänd av: Helene Sackari, (helma18), Verksamhetschef

Invasiv ventilatorbehandling

Innehållsansvariga:

Andreas Thorén, överläkare Anestesi-IVA, SkaS

Anton Östlund, IVA-sjuksköterska, SkaS Skövde

Håvard Hoel, IVA-sjuksköterska, SkaS Skövde

Innehåll

Förändringar sedan föregående version	4
Bakgrund och syfte	4
Förutsättningar.....	4
Indikationer – invasiv ventilation	4
Kontraindikationer – invasiv ventilation	4
Avgränsningar.....	4
Förberedelser	4
Utförande.....	5
Startinställning respirator	5
Typiska inställningar och mätvärden vid invasiv ventilation	5
Invasiv ventilatorbehandling vid respiratorisk svikt och ARDS.....	6
Acute Respiratory Distress Syndrom - ARDS	6
Ventilatorinducerad lungskada – VILI	6
Lungprotektiv ventilation	6
Trakeostomi	9
Indikationer – trakeostomi	9

Kontraindikationer – trakeostomi	10
Tidpunkt – trakeostomi.....	10
Övriga åtgärder och behandling	10
Vätskebalans	10
Inhalationer	10
Aktiv befuktning	10
Uppföljning	11
Monitorering vid invasiv ventilation	11
Urträning – weaning.....	11
Vård efter extubation	12
Komplikationer vid respiratorvård.....	12
Plötslig respiratorisk försämring – hantering.....	13
Sekretstagnation/sekretplugg	14
Tubglidning.....	14
Pneumothorax.....	15
Infektioner	15
Viktiga ventilatorinställningar och begrepp.....	15
FiO ₂	15
Andningsfrekvens – AF	15
Tidalvolym – TV	15
Minutvolym.....	16
Ventilationscykel.....	16
Inspiration-exspirationsförhållande – I:E ratio	16
PEEP	16
Topptryck – Pmax.....	17
Platåtryck - Pplat	18
Drivtryck	18

Triggerfunktion.....	18
Backupventilation	18
Inspirationsstigtid.....	18
Inspirationsavslut	18
Compliance	19
Respiratormodes.....	19
Vanliga modes.....	19
Modes som kan användas i undantag	20
Arbetsgrupp	21
Källförteckning	21

Förändringar sedan föregående version

Nytt styrdokument

Bakgrund och syfte

Detta styrdokument syftar till att beskriva lokala rutiner och arbetssätt kring invasiv ventilation på IVA Skaraborgs sjukhus Skövde. Utöver detta finns en stor del teoretisk bakgrund och begrepp för att hjälpa ny personal få en teoretisk förståelse

Förutsättningar

Indikationer – invasiv ventilation

- **Andningssvikt** där övriga metoder (t.ex. syrgas, NIV, HFNC) inte är tillräckliga eller bedöms otillräckliga inom kort.
- **Ofri luftväg** på grund av t.ex. ansiktstrauma, övre luftvägsinfektion (epiglottit) eller medvetandesänkning.
- **Oförmåga att skydda luftvägen**, oftast vid sänkt medvetandegrad men även neurologisk påverkan (t.ex. hjärnstamsinfarkt).
- **Behov av intubation inför kirurgiskt ingrepp** eller vid annan nödvändig anesthesiologisk åtgärd.

Kontraindikationer – invasiv ventilation

- **Absolut kontraindikation:** beslut om begränsad vårdnivå där invasiv ventilation inte ska ges.
- **Relativa kontraindikationer:** ska alltid vägas mot konsekvenserna av utebliven ventilation. Exempelvis bör obehandlad pneumothorax oftast åtgärdas innan intubation, särskilt vid trauma.
- **Cirkulatorisk instabilitet** och **hypovolemi** är inga absoluta hinder men kräver optimering innan intubation.

Avgränsningar

Detta dokument reglerar enbart invasiv ventilation av vuxna patienter på IVA SkaS. Invasiv ventilation av patienter med hemrespirator ingår inte i detta dokument. Invasiv ventilation av barn regleras inte heller av detta dokument.

Förberedelser

Innan invasiv ventilation kan påbörjas måste patienten intuberas eller trakeostomeras. Intubation på IVA regleras av [Endotrakeal intubation intensivvård - vuxen.pdf](#).

Utförande

Startinställning respirator

Vid uppstart startar samtliga respiratorer på IVA i invasivt mode för vuxna med inställningar:

- Ventilationsmode: VKTS
- O₂-koncentration: 80%
- PEEP: 10 cmH₂O
- Andningsfrekvens: 20 andetag/minut
- Tidalvolym: 450 ml
- I:E: 1:2
- Inspiratorisk stigtid 5% av andetaget
- Triggning (trycktrigg) på -2 cmH₂O

Inställningarna är valda för att passa en kritiskt sjuk nyintuberad vuxen IVA-patient en kort tid efter intubation. Viktigt med snar utvärdering och patientanpassad inställning av respiratorn.

Typiska inställningar och mätvärden vid invasiv ventilation

Nedanstående värden är en referens för vanligt förekommande ventilatorinställningar och mätvärden inom intensivvården. Se även avsnitt *Lungprotektiv ventilation*.

- **Andningsfrekvens (AF):** 10–30/min. Vanligen 10–20 hos lungfriska. AF > 20 behövs ofta vid lungpåverkan. AF > 30 vid kontrollerad ventilation kan försämra ventilationen, men patienter med mycket stela lungor kan ibland behöva högre frekvens.
- **PEEP:** 6–20 cmH₂O. Vanligen 6–10 hos lungfriska eller mindre lungsjuka patienter. Vid svår lungpåverkan eller grav obesitas krävs inte sällan PEEP kring 10–20 cmH₂O.
- **Tidalvolym:** 4–8 ml/kg *predicted body weight* (PBW). Oftast lämpligt att sikta på cirka 8 ml/kg hos lungfriska och cirka 6 ml/kg hos patienter med lungsvikt.
- **Topptryck:** bör normalt vara < 30 cmH₂O. Reagera på stigande värden, särskilt vid volymkontrollerade lägen (t.ex. VKTS) där topptrycket varierar med compliance.
- **TK över PEEP (drivtryck):** vanligen ≤ 15 cmH₂O.
- **I:E-förhållande:** vanligen 1:1,5 – 1:2. Vid stela lungor ibland 1:1, vid obstruktiva tillstånd 1:3 eller längre.

Viktigt att komma ihåg vid tolkning av ovanstående värden är att vid volymkontrollerade modes (såsom VKTS) kommer topptryck (och även drivtryck) att bli sekundära, dvs värdena är inte inställda utan varierar beroende på compliance. Vid tryckkontroll modes (såsom TK,

TU/CPAP) är i stället tidalvolymen och minutvolymen sekundär och ändras beroende på compliance.

Sammanfattningsvis: Vid volymkontrollerade andningsmoder extra viktigt att följa upp topptryck och drivtryck. Vid tryckkontrollerade andningsmoder extra viktigt att följa tidalvolym.

Invasiv ventilatorbehandling vid respiratorisk svikt och ARDS

Acute Respiratory Distress Syndrom - ARDS

En nyckeldiagnos vid lungprotektiv ventilation är ARDS då mycket av den forskning som finns är baserade på ARDS-patienter. ARDS är en kriteriediagnos. Flertalet etiologiska diagnoser såsom sepsis, pneumoni, covid, pankreatit med flera kan leda till ARDS. Det kliniska förloppet kännetecknas av pulmonell inflammation med diffus alveolär skada och interstitiellt ödem i lungan.

ARDS definition

Svenska intensivvårdsregistret (SIR) använder Berlin-definitionen för ARDS. Kortfattat skall följande kriterier vara uppfyllda för att ARDS-diagnosen ska vara uppfylld:

1. Akut påkommen lungsvikt.
2. Bilaterala infiltrat på lungröntgen eller CT förenliga med ARDS.
3. Lungsvikten ska inte helt förklaras av hydrostatiskt ödem.
4. Gasutbytet ska vara försämrat.

För mer info kring diagnossättning och klassificering av ARDS se SIR:s [diagnosriktlinje](#).

Ventilatorinducerad lungskada – VILI

När ventilatorbehandlingen i sig orsakar/förvärrar en lungskada. Viktigaste mekanismerna är volutrauma (överdistension), barotrauma (höga tryck), atelektotrauma (upprepad kollaps och återöppning av alveoler) samt biotrauma (inflammatorisk mediatorfrisättning).

Lungprotektiv ventilation

Målvärden i syfte att minimera uppkomst av VILI och därmed minska mortalitet och morbiditet. Skall användas för alla intuberade ARDS-patienter. Dock finns starka logiska argument för att använda samma målvärden även för patienter med akut hypoxisk respirationssvikt. Målvärdena nedan är baserade på [ESICM](#) och [ATS](#) guidelines från 2023.

Målvärden ventilatorbehandling – lungprotektiv ventilation

Observera att målvärden i fetstil är mest etablerade och har starkast evidens.

- **Tidalvolym 4-8 (oftast 6) ml/kg.** Använd predicted body weight (PBW) inte faktisk vikt. Räknas ut av respiratorn om man korrekt matat in längd och kön.
- **Platåtryck < 30 cmH₂O.** Observera att hos patienter med kraftig minskning av thoraxväggens compliance (t ex obesitas) kan högre platåtryck krävas.
- Drivtryck ≤ 15 cmH₂O.
- PEEP > 5 cmH₂O. Vid måttlig-svår ARDS bör sannolikt högre PEEP ≥ 10 cmH₂O användas. Viktigt att PEEP ställs in utifrån respons av compliance, drivtryck och saturation. Hänsyn måste även tas till hemodynamisk tolerans.
- Vid svårventilerade/svåröxygenerade patienter rekommenderas saturation 88-95 och PaO₂ 7-10 kPa snarare än normalvärden för att möjliggöra lungprotektiv ventilation enl ovan.

Utöver ovanstående punkter följer specifika avsnitt nedan gällande permissiv hyperkapné, lungrekrytering, bukkläge, muskelrelaxantia samt steroider.

Respiratormode – lungprotektiv ventilation

För teoretisk bakgrund till olika mode, se [Respiratormodes](#). Det finns ingen stark evidens för att ett specifikt mode är överlägset ett annat, förutsatt att ovanstående lungprotektiva målvärden följs.

Lokalt i Skövde är praxis att använda tryckkontroll hos lungsjuka patienter. Detta baseras dels på lokal erfarenhet, dels på att tryckkontroll ger en säkerhetsmarginal vid en plötslig försämring av compliance: topptryck och drivtryck förblir oförändrade eftersom de är inställda primärt, medan tidalvolymerna i stället minskar – något som på kort sikt är ofarligt. En eventuell samtidig desaturation uppmärksammas snabbt på patientövervakningen och kan då omedelbart åtgärdas.

Permissiv hyperkapné

Förhöjt pCO₂ är en vanlig konsekvens av lungprotektiv ventilation. Om ingen kontraindikation för måttlig hyperkapné föreligger, såsom t.ex. förhöjt ICP eller samtidig svår metabol acidosis, kan följande riktlinjer användas:

- pCO₂ ≤ 8 kPa kan för det mesta accepteras.
- pCO₂ > 10 bör oftast åtgärdas.
- Lätt respiratorisk acidosis med pH > 7,25 leder sällan till några problem.
- pH < 7,20 ska enbart accepteras i undantagsfall, överväg buffring om samtidig metabol acidosis som inte lätt kan korrigeras etiologiskt.

Lungrekrytering

Det finns i dagsläget inget vetenskapligt stöd för rutinmässig användning av lungrekrytering. Tvärtom finns viss evidens för att aggressiva rekryteringsmanövrer, såsom i [ART-studiens](#) protokoll,

kan öka mortaliteten. I den studien användes dock mycket höga tryck under lång tid, vilket inte motsvarar praxis på svenska intensivvårdsavdelningar.

Lungrekrytering – när?

Rekrytering kan övervägas vid:

- stark misstanke om uttalad atelektas.
- svårbehandlad hypoxemi trots optimerad PEEP och FiO₂.

Försiktig rekrytering kan även vara motiverad efter bronkoskopi eller efter en ofrivillig isärkoppling av ventilatorslangar. Åtgärden är som regel endast meningsfull under de första dygnet av respiratorbehandling, då man sett att lungan är som mest rekryterbar under den första tiden. Senare saknas i allmänhet positiva effekter av rekrytering.

Lungrekrytering – kontraindikationer

- Obehandlad hypovolemi
- Uttalad cirkulatorisk instabilitet
- Pneumothorax (särskilt om obehandlad)

Även vid avsaknad av ovanstående kontraindikationer bör man vara beredd på blodtrycksfall vilket är den vanligaste biverkan.

Lungrekrytering – genomförande

Nedanstående rekryteringsförfarande är att betrakta som en lokal rutin, evidens saknas.

1. **Förberedelser:** Uteslut kontraindikationer. Kontrollera att vasopressorinfusion är kopplad och att patienten har artärnål. Avbryt proceduren vid betydande blodtrycksfall.
2. **Sedation:** Bedöm behov av extra sedering och eventuellt muskelrelaxantia för att förhindra patient-ventilator-asynkroni.
3. **Larmgränser:** Justera larmgränser före start.
4. **Ventilationsläge:** Växla till tryckkontrollerat mode (t.ex. PCV eller APRV).
5. **Andningsfrekvens:** Sänk till cirka 10 andetag/min. I:E-förhållande kan temporärt justeras till 1:1.
6. **Höj PEEP** till ett värde över det förväntat optimala, vanligtvis 15–20 cmH₂O.
7. **Öka drivtrycket** successivt med 3–5 cmH₂O var 30:e sekund tills topptryck på 30–40 (upp till 45) cmH₂O uppnås. Om patienten förblir hemodynamiskt stabil, bibehåll dessa värden i cirka 1 minut.
8. **Återställ ventilationsinställningar** (frekvens, I:E) och reducera drivtrycket gradvis tills adekvat tidalvolym uppnås.
9. **PEEP-optimering:** Sänk PEEP stegvis med 2 cmH₂O åt gången (vänta ≈ 5 min mellan stegen) tills compliance eller tidalvolym minskar. Optimalt PEEP ligger vanligen omkring 2 cmH₂O över denna punkt.
10. **Upprepa** rekrytering enligt steg 5–9. Denna gång kan man direkt återgå till optimalt PEEP och drivtryck.

11. Återställ ventilatorläge och larmgränser.

Utvärdera och dokumentera effekten (syresättning, compliance, hemodynamik). Dokumentationen används som vägledning för eventuella framtida rekryteringar och för att undvika onödiga upprepningar vid utebliven effekt.

Bukläge

Bör användas tidigt i förloppet vid svår ARDS (ev även måttlig) efter en initial period efter stabilisering och optimering av respiratorinställningar. Se separat styrdokument för [buklägesbehandling](#) för detaljer.

Muskelrelaxantia

Ska inte användas rutinmässigt. Motstridig evidens. Kortvarig infusion av muskelrelaxantia, under 24-48 h, kan övervägas tidigt vid svår ARDS om uttalad dyssynkroni eller svår hypoxemi trots optimerad ventilation, sedering och ev bukläge.

Steroider

[ATS-guidelines](#) från 2023 rekommenderar användning av kortikosteroider hos patienter med pågående invasiv ventilation och ARDS, men ger ingen specifik rekommendation avseende dos, substans eller behandlingstid. Evidens från metaanalyser visar minskad mortalitet och kortare respiratortid, men en ökad risk för hyperglykemi. I vissa fall finns särskilda kortikosteroidrekommendationer för den bakomliggande sjukdomen, såsom vid COVID-19 eller svår samhällsförvärd pneumoni. **Sammanfattningsvis:** kortikosteroider bör sannolikt användas vid ARDS om inga uppenbara kontraindikationer föreligger. Dos och regim avgörs av den etiologiska bakgrunden.

Trakeostomi

Övriga aspekter av trakeostomi behandlas mer utförligt i följande styrdokument:

- [Trakeostomivård vuxna](#)
- [Trakeostomi - intensivvård](#)

Indikationer – trakeostomi

- Förväntat långvarigt (> 10–14 dagar) behov av invasiv ventilation.
- Långvarigt behov av säker luftväg och/eller behov av effektiv sekretelimination via sug.
- Svårigheter att extubera. I vissa fall kan urträning med trakealkanyl vara nödvändigt.

Kontraindikationer – trakeostomi

- Mycket höga ventilationsinställningar och/eller extremt högt syrgasbehov.
Trakeostomi bör inte utföras förrän den respiratoriska situationen är stabil, då viss marginal krävs för ingrepp och eventuella komplikationer.
- Okontrollerad koagulopati.
- Uttalad hemodynamisk instabilitet trots adekvat resuscitering.
- Ogynnsam anatomi – kontraindikation för perkutan trakeostomi. Kirurgisk trakeostomi kan dock vara möjlig.
- Lokal infektion vid planerat trakeostomiställe.

Tidpunkt – trakeostomi

Det finns ingen stark evidens för tidig ($\leq 7-10$ dagar) jämfört med sen ($> 10-14$ dagar) trakeostomi.

Omvårdnads- och sederingsmässigt finns ofta fördelar med att inte vänta alltför länge, men tidpunkten bör avgöras individuellt utifrån förlopp och prognos.

Övriga åtgärder och behandling

Vätskebalans

Vätskeöverskott är vanligt hos patienter under respiratorbehandling, ofta som följd av den initiala resusciteringsfasen. Vätskebalansen bör följas dagligen. Så snart den hemodynamiska situationen tillåter bör man sträva efter att uppnå patientens ”torrvikt”, exempelvis genom diuretika. En viss dos vasopressor (t.ex. noradrenalin) kan ofta accepteras för att möjliggöra en mer konservativ vätskestrategi. Målet är att förbättra gasutbytet utan att kompromettera organperfusionen. Vid svårbedömt vätskestatus kan mer avancerad hemodynamisk monitorering, såsom PiCCO eller ekokardiografi, vara motiverad för att individualisera och optimera vätskebehandlingen.

Inhalationer

Inhalationsbehandling med bronkdilaterande läkemedel ska användas utifrån vanliga indikationer. Behöver inte användas rutinmässigt. [Inhalationsbehandling vid intensivvård](#) beskriver det praktiska förfarandet.

Aktiv befuktning

Används om större mängder segt sekret, liten tub (t.ex. nasal) eller om förväntad långvarig respiratortid. Bör även användas rutinmässigt om patienten är intuberad p.g.a. högt luftvägshinder. Rutinen [Aktiv befuktning – vuxna](#) beskriver förfarandet.

Uppföljning

Monitorering vid invasiv ventilation

Pulsoxymetri, kapnografi samt intermittenta blodgasanalyser görs rutinemässigt hos patienter i respirator. Även mätvärden på respiratorn behöver följas varav de viktigaste är andningsfrekvens, tidalvolym, topp-/platåtryck, drivtryck och compliance.

Blodgaser ska inte tas oftare än nödvändigt, hos stabila patienter i senare delen av ett respiratorförlopp räcker oftast en blodgas per pass (var 8:e timme). Hos relativt lungfriska individer som enbart ligger kortare tid i respirator (t.ex. postop) behöver inte alltid arteriella blodgaser följas över huvud taget. Pulsoxymetri ger oftast en god uppskattning av arteriellt pO_2 . Enstaka venösa blodgaser kan användas för att uppskatta arteriellt pCO_2 då det venösa värdet oftast inte överstiger det arteriella med mer än 1 kPa.

Hos lungfriska individer eftersträvas normalvärden gällande saturation, pO_2 , pCO_2 och pH . Målvärden för svårventilerade/lungsjuka patienter avhandlas under avsnittet för [lungprotektiv ventilation](#).

Urträning – weaning

Både morbiditet och mortalitet hos IVA-populationen med invasiv ventilation är starkt associerade till längden av den invasiva ventilationen. Högre sederingscore och försenad start av urträning (weaning) har i sin tur associerats med misslyckad weaning. Viktigt att hela tiden ompröva behovet och att påbörja urträning så fort som det är möjligt utifrån kliniken.

Urträning innebär oftast i praktiken att man övergår till understödd ventilation i stället för kontrollerad ventilation. PEEP, tryckunderstöd (drivtryck) och FiO_2 reduceras därefter i takt med att patienten förbättras. Minimal sedering eftersträvas, se [Sedering och delirium - intensivvård](#). Bra om en daglig plan avseende minskning av t.ex. tryckunderstöd och/eller PEEP dokumenteras på journalen samt vilka kriterier som skall uppfyllas för att minskningen ska genomföras. FiO_2 titreras utifrån målvärden på pO_2 och saturation.

Vid mer okomplicerad urträning av respiratorpatienter utan egentlig lungsvikt kan [Respiratorvård - standardiserat urträningsprotokoll](#) användas.

Extubation

Nedanstående kriterier kan vara vägledande för när extubation är lämpligt:

1. **Förbättrad grundorsak:** Primär orsak till respiratorbehovet ska vara tydligt förbättrad eller åtgärdad.
2. **Tillräcklig oxygenation:** $SaO_2 \geq 92\%$ (eller $PaO_2 \geq 8$ kPa) med $FiO_2 \leq 0,40$ och $PEEP \leq 8$ cmH₂O (≤ 10 cmH₂O vid uttalad bukfetma).

3. **Tillräcklig ventilation:** pCO₂ stabilt kring patientens baslinje och pH $\geq 7,30$, med tryckunderstöd ≤ 8 cmH₂O.
4. **Vätskebalans under kontroll:** Undvik extubation vid uttalad övervätskning. Negativ eller neutral vätskebalans senaste dygnet ökar chansen för lyckad extubation.
5. **Fri luftväg:** Avsaknad av övre luftvägshinder (t.ex. främmande kropp, obehandlad infektion).
6. **Hemodynamiskt stabil:** Liten–måttlig dos vasopressor kan accepteras om behovet är stabilt eller avtagande. Avsaknad av pågående kardiell ischemi, uttalad hjärtsvikt eller ventrikulära arytmier.
7. **Neurologiska kriterier:** Vaken, följer uppmaningar, har tillräcklig hostkraft och intakta skyddsreflexer.
8. **Övrigt:** Nyttillkommen feber, stor sekretproduktion, otillräcklig mobilisering av sekret, obstruktivitet, kvarstående sedering samt förväntade kirurgiska procedurer bör beaktas/åtgärdas innan extubation.

Spontaneous breathing trial – SBT

Internationellt används ofta ett s.k. ”Spontaneous breathing trial” inför ev. extubation. Detta innebär ett 30 –120 min långt andningsprov som kan genomföras med T-stycke eller med minimala ventilatorinställningar (t.ex. tryckunderstöd 5 cmH₂O och PEEP 5 cmH₂O). SBT anses lyckad om patienten bibehåller stabil cirkulation, normala vitalparametrar, SaO₂ $\geq 92\%$ och inte uppvisar ökad andningsfrekvens, stigande koldioxid eller tecken till uttröttnings. Efter avslutad SBT kan en kort rekryteringsperiod med något högre PEEP/TU tillämpas för att motverka atelektaser inför extubation.

Vård efter extubation

En plan för vården efter extubation är viktig eftersom risken för respiratorisk försämring är som störst de första dygnet.

Hos oss bör HFNC användas rutinmässigt direkt efter extubation, ofta under det första dygnet-dygnen. HFNC förbättrar syresättningen, minskar andningsarbetet och ger ett måttligt PEEP, vilket hjälper till att förebygga atelektaser och underlättar sekretmobilisering. NIV kan användas i selekterade fall, särskilt vid hyperkapnisk andningssvikt, obesitas eller neuromuskulär svaghet. Extubation direkt till luft eller konventionell syrgas bör främst övervägas hos lungfriska patienter med kort respiratortid.

Mobilisering, reducerad sedering och aktiv andningsgymnastik är centralt efter extubation för att minska risken för atelektaser, sekretstagnation och luftvägsinfektioner.

Komplikationer vid respiratorvård

Rent generellt kan sägas att om en respiratorisk försämring kommer hastigt bör mekanisk orsak misstänkas och uteslutas. Vanliga

”mekaniska” orsaker innefattar sekretplugg, sekretstagnation, knickad tub/respiratorslangar, tubglidning -> spontanextubation alternativt bronkintubation, isärkopplat slangsystem och mättade respiratorfilter. I ovanliga fall kan även pneumothorax ha tillstött. Vid långsammare mer gradvis försämring innefattar vanliga orsaker infektion (inte sällan VAP), tilltagande hypervolemi/hjärtsvikt och tilltagande mängd luftvägssekret.

Plötslig respiratorisk försämring – hantering

Hantering beror på underliggande orsak och detta stycke ersätter inte eget tänkande och tillräcklig erfarenhet. Följande flödesschema är ofta lämpligt om man misstänker att orsaken till försämringen är mekanisk (se ovan). ABC-modellen används parallellt med nedanstående flödesschema.

1) **Tillkalla personal och höj syrgas**

Tillkalla nödvändig personal, inklusive ansvarig IVA-läkare, och sätt FiO₂ till 1,0 (100% syrgas).

2) **Snabb situationsbedömning:**

Bedöm:

- Vitalparametrar inklusive syresättning
- Förekomst av läckage
- Compliance
- Topp-/drivtryck
- Tidalvolym
- Andas patienten emot respiratorn?
- Biter patienten på tuben eller är tuben visuellt knickad?

3) **Vidtag primär åtgärd:**

I de vanligast förekommande situationerna går man vidare med en av nedanstående åtgärder

a) **Ventilera med andningsballong och 15 liter syrgas:**

Ventilation med andningsblåsa är ofta en lämplig första åtgärd, särskilt vid låg compliance, stora läckage eller avsaknad av tydliga bröstkorgrörelser. Detta underlättar felsökning och köper tid.

- Om motståndet i blåsan känns normalt talar det för att problemet sitter i slangsystemet eller filter.
- Om motståndet i blåsan känns trögt bör problem distalt i tuben eller i patientens luftvägar misstänkas. Vanliga efterföljande steg är:
→ Försök suga djupt via tuben med grov sugslang → Bronkoskopi
- Om motståndet i blåsan känns för lätt (inget motstånd alls) får spontanextubation eller icke uppblåst kuff med stort läckage misstänkas.

- b) **Justera respiratorinställningar:** Om mekanisk orsak bedöms mindre sannolik kan respiratorinställningarna justeras. Verifiera att FiO₂ verkligen är 1,0 och justera vid behov tryck eller andningsfrekvens.
- c) **Öka sedering och/eller muskelrelaxera:**
Om patienten andas emot respiratorn eller biter på tuben kan sedering behöva ökas. Vissa situationer kräver muskelrelaxantia.

4) **Utvärdera effekten**

5) **Ytterligare åtgärder/diagnostik**

Beroende på utfall av initial handläggning så kan någon/några av följande diagnostiska eller terapeutiska åtgärder bli aktuella. Listan är inte komplett.

- **Diagnostiska åtgärder:** Noggrant status, lungultraljud, lungröntgen eller DT thorax.
- **Terapeutiska åtgärder:** Byte av slangsystem/filter eller respirator, bronkoskopi, insättning av thoraxdränage.

Sekretstagnation/sekretplugg

Försämring p.g.a. sekretstagnation kommer ofta gradvis, med successivt försämrade compliance och ibland även ökande syrgasbehov. Sekretplugg i större bronk eller tub/track kommer däremot ofta mycket snabbt med dramatisk försämring under mycket kort tid.

Tubglidning

Tubens position kan förändras vid lägesändringar, transporter eller vid otillräcklig fixering.

- **Glidning nedåt** → risk för **endobronkiell intubation**
- **Glidning uppåt** → risk för **spontanextubation**.

Regelbunden kontroll av tubens markering vid tandrad och dokumenterat läge är viktig.

Endobronkiell intubation ("bronkintubation")

Endobronkiell intubation uppstår när tubspetsen ligger i en huvudbronk, oftast höger. Detta leder till att endast ena lungan ventileras, vilket ger:

- Kraftigt ökad fysiologisk shunt
- Snabbt ökande hypoxemi
- Minskad tidalvolym trots oförändrade inställningar
- Ensidiga andningsrörelser

Diagnos ställs kliniskt via auskultation och observation av bröstorgans asymmetrisk expansion (lättast bedömt från fotändan). Bekräftas vid behov med bronkoskopi.

Åtgärdas genom att backa tuben tills spetsen ligger 2–4 cm proximalt om carina. Om bronkoskopi inte används kan tuben backas ytterligare 2 cm efter att bilaterala andningsljud återkommit.

Spontanextubation

Spontanextubation uppstår när kuffen glider upp proximalt om stämbanden och delas in i två undergrupper.

- **Inkomplett spontanextubation:** Tubspetsen ligger fortfarande distalt om stämbanden, vilket innebär att patienten får luft men ofta med betydande läckage. Kan ibland åtgärdas genom att kuffa ur, föra ned tuben ett par centimeter (utan kraft) och därefter kuffa upp igen. Kräver noggrann klinisk bedömning samt kontroll av tryck, volymer och läckage på ventilatorn. Verifiera gärna tubläget med bronkoskopi. Om ovanstående manöver inte fungerar behöver patienten reintuberas.
- **Komplett spontanextubation:** Tuben ligger helt ovan stämbanden och patienten är extuberad. Patienten behöver reintuberas omgående. Handläggning styrs av patientens kliniska status – använd ABC-modellen.

Handläggningsförslagen ovan förutsätter att indikation för invasiv ventilation kvarstår.

Pneumothorax

Ovanlig men viktig komplikation. Vanligare vid underliggande lungsjukdom med emfysem och erfarenhetsmässigt något vanligare vid svår covid. Ger ofta minskad compliance, desaturation och ibland cirkulatorisk instabilitet. Vanligen nedsatta andningsljud över den påverkade sidan. Diagnos ställs med ultraljud och/eller lungröntgen. Om kliniskt signifikant krävs oftast dräninläggning.

Infektioner

Sekundärinfektioner hos patienter i respirator är oerhört vanligt. Viktigt med daglig kontroll/utvärdering av infektionsstatus mha tempkurva, vitalparametrar och labb. Ventilatorassocierad pneumoni – VAP regleras i detalj i separat styrdokument [Ventilation VAP – Ventilatorassocierad pneumoni](#).

Viktiga ventilatorinställningar och begrepp

FiO2

Fraktionen syrgas i inspiratorisk gas. FIO2 0.21 motsvarar 21 % syrgas dvs. luft osv.

Andningsfrekvens – AF

Antalet andetag per minut.

Tidalvolym – TV

Andetagsvolym (oftast i ml). Inspiratorisk tidalvolym är den volym som tillförs patienten vid varje andetag. Expiratorisk tidalvolym är den volym patienten andas ut. Om inspiratorisk och expiratorisk

tidalvolym skiljer sig signifikant åt talar detta för ett läckage (oftast ok vid NIV).

Minutvolym

Ventilation under en minut. Andetagsfrekvens x tidalvolym.

Ventilationscykel

Tiden i sekunder från starten av ett andetag till starten av nästa. Ventilationscykeln utgörs av **inspirationstid**, **paustid** (vid klassisk volymkontrollerad ventilation annars ej relevant) och **expirationstid**. Vid kontrollerad ventilation är ventilationscykel = $60/AF$, ex om $AF = 10$ så är ventilationscykeln = $60/10 = 6$ sek.

Inspiration-expirationsförhållande – I:E ratio

Förhållandet mellan inspirations- och expirationstid.

Räkneuppgift ☺: Följande ventilatorinställningar är inställda. $AF = 10$, $I:E = 1:2$ och paustid = 0. Hur lång är inspirations- respektive expirationstiden?

Svar:

- Ventilationscykeln = 6 sek ($60/10 = 6$)
- Totalt antal delar av ventilationscykeln: $1+2 = 3$ ($I:E = 1:2$, addera ihop delarna)
 - Inspirationstiden = $6 \times 1/3 = 2$ sek
 - Expirationstiden = $6 \times 2/3 = 4$ sek

PEEP

Luftvägstrycket i slutet av expirationen. Används för att motverka atelektaser/derekrytering.

Auto-PEEP /Intrinsic-PEEP – PEEP_i

Normalt är flödet noll vid slutet av utandningen vilket innebär att trycket i alveolerna i dessa fall är samma som där PEEP:et mäts vid expirationsporten, d.v.s. samma som inställt PEEP (också kallat externt PEEP eller PEEP_e). Om flödet däremot inte nått noll vid slutet av utandningen betyder det att trycket i alveolerna i verkligheten är högre än inställt PEEP (vilket leder till kvarstående tryckdifferens -> kvarstående flöde). Skillnaden mellan inställt PEEP och total PEEP kallas för auto-PEEP (eller intrinsic PEEP). Detta samband kan också skrivas:

$$PEEP_{tot} = PEEP_e + PEEP_i$$

Orsaker auto-PEEP

Auto-PEEP kan uppkomma bl.a. p.g.a. obstruktivitet, för liten tub i förhållande till inställd minutventilation, nedsatt elasticitet i lungorna (t.ex. uttalade emfysem) o.s.v. Högt auto-PEEP kan vara

problematiskt då det kan leda till cirkulatorisk instabilitet (p.g.a. alltför högt totalt PEEP) samt dynamisk hyperinflation.

Konsekvenser auto-PEEP

Potentiella kliniska konsekvenser av auto-PEEP är relaterat till det totala PEEP:ets storlek och innefattar:

- Cirkulatorisk instabilitet (p.g.a. minskat venöst återflöde -> minskad preload).
- Minskade tidalvolym p.g.a. sekundärt minskat drivtryck (topptryck - $PEEP_{tot}$), gäller framför allt tryckstyrd ventilation alternativt vid volymkontroll om larmgräns för topptryck nås.
- Ökande topptryck vid volymkontrollerad ventilation (inkl VKTS).
- Försvårad triggning vid spontanandning.

Notera att höga nivåer av auto-PEEP kan få mycket allvarliga konsekvenser och är potentiellt livshotande.

Åtgärder vid auto-PEEP

Auto-PEEP beror på att luften av någon/några orsaker inte hinner ut. Låga nivåer av auto-PEEP (1-2 cmH₂O) kan oftast accepteras så länge patienten mår väl och man kontrollerar att nivåerna inte ökar. Vid kliniskt signifikanta nivåer kan följande åtgärder vara aktuella:

- Om patienten är obstruktiv kan sedvanlig bronkdilaterande behandling ges.
- Om tuben har liten innerdiameter kan man överväga att byta till en större tubstorlek.
- Öka I:E förhållande t ex till 1:3 .
- Minskad minutvolym leder oftast till minskat auto-PEEP då en mindre mängd luft behöver ”hinna ut”.

Mätning av auto-PEEP

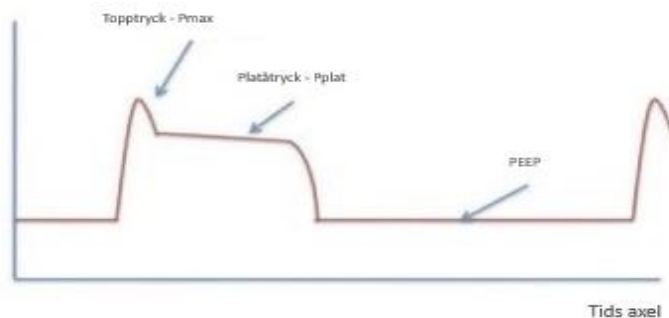
Korrekt mätning förutsätter att patienten inte andas. Mätningen består i att man gör en förlängd expiration. Denna manöver hittas under statiska mätningar.

Topptryck – Pmax

Högsta lufvägstrycket under inspirationen.

Platåtryck - Pplat

I vissa moderna modes kan skillnaden mot topptryck vara mindre tydlig. Distinktionen är i praktiken relevant först vid användning av ett klassiskt volymkontrollerat mode där tryckkurvan kommer nå en tydlig topp innan den går ner i en platå.



Drivtryck

Fås genom att ta platåtrycket – PEEP. På vissa ventilatorer ställs detta in i stället för topp-/platåtryck.

Triggerfunktion

Vid ventilationsmode som möjliggör egna alternativt synkroniserade andetag används triggerfunktionen för att avgöra när ett andetag ska startas. Både flödestrigger alternativt trycktrigger kan användas. Våra respiratorer är normalt inställda med trycktrigger på -2 cmH₂O. Kan justeras vid autotriggering även fast detta med nuvarande grundinställning är ovanligt. Kan också behöva justera åt det lättare hållet om patienten är muskelsvag och inte orkar trigga med grundinställning.

Backupventilation

Vid understödd ventilation måste backupventilation finnas om patienten skulle sluta andas/trigga. Olika typer av backupventilation finns men i allmänhet kan man ställa in en apnétid vilket motsvarar den högst tillåtna tiden innan backupventilationen tar över. Frekvens och drivtryck kan också ställas in.

Inspirationsstigtid

Tid att nå inställt inspiratoriskt drivtryck alternativt slutligt flöde (om volymkontroll). Kan anges som procent av andningscykeln alternativt som tid i sekunder vid understödd ventilation. Patienter med dyspné trivs ofta bättre med kortare tid.

Inspirationsavslut

Aktuellt vid understödd ventilation där inspirationstiden ej är förutbestämd. Ventilatorn växlar då från in- till utandning när flödet minskat till en viss procent av det maximala flödet under inandningen. Ett lågt värde motsvarar alltså en längre inandning.

Compliance

Beskriver lungans eftergivlighet. Oftast avses **total compliance** (C_{tot}), som omfattar både lungans och thoraxväggens (inklusive diafragmans) eftergivlighet. Beräknas enligt:

$$C_{tot} = \frac{Tidalvolym}{Tryckskillnad}$$

Där tryckskillnaden varierar beroende på om det gäller **statisk** eller **dynamisk** compliance.

Statisk compliance

Det mest tillförlitliga måttet, förutsatt att patienten är djupt sederad och inte gör egna andningsrörelser. Trycket fås genom att mäta luftvägstrycket vid förlängd inspiration (**platåtryck**) och subtrahera det slutexpiratoriska trycket (**PEEP_{tot}**, uppmäts vid förlängd expiration).

Dynamisk compliance

Beräknas kontinuerligt av respiratorn under pågående ventilation. Trycket i formeln motsvarar då **drivtrycket (platåtryck – PEEP)**. Värdet påverkas av flödesmotstånd och minutvolym, och blir mindre tillförlitligt vid uttalad lungsjukdom, höga flöden eller för liten tubdiameter. Om patienten aktivt medverkar till inandning blir det uppmätta värdet falskt för högt.

Respiratormodes

Moderna respiratorer erbjuder en uppsjö av ventilatormodes. Tryckkontroll och volymkontroll utgör dock fortfarande grunden vid kontrollerad ventilation. Det finns ingen evidens för att vare sig tryckkontroll eller volymkontroll generellt är överlägset, under förutsättning att lungprotektiva målvärden för tidalvolym och tryck följs. Både tryckkontroll och modern volymkontroll (exempelvis VKTS) är därför användbara i klinisk praxis. Hos lungsjuka patienter använder vi i Skövde oftast tryckkontroll av tradition och lokal erfarenhet. Se respiratormode – lungprotektiv ventilation för mer detaljer.

Vanliga modes

Tryckkontroll – TK

Vid tryckkontroll levereras ett konstant förinställt luftvägstryck under hela inandningen. Detta leder till ett decelererande flöde. Tidalvolymen som levereras är beroende av inställt drivtryck (TK), lungans compliance, inspirationstid samt resistans i luftvägar och patientkrets. Vid tryckkontroll finns ingen garanti för att patienten får i sig adekvata tidalvolym. Det är därför viktigt med lämpliga larmgränser för minutvolym.

VKTS (Modernt volymkontroll-mode)

Volymkontrollerad tryckstyrning innebär att respiratorn utför ett

volymkontrollerat testandetag för att sedan beräkna vilket tryck som behöver levereras för att inställd tidalvolym ska uppnås. Efter testandetaget är ventilationen rent tekniskt tryckstyrd men drivtrycket kommer justeras fortlöpande för att nå den önskade tidalvolymen. Syftet är att ge inställd tidalvolym till minsta möjliga tryck. I detta mode kommer respiratorn upprätthålla inställd tidalvolym fram tills topptrycket når 5 cmH₂O under den inställda larmgränsen för topptryck. Sker detta kommer larmet "volymtillförsel begränsad" upp – det innebär att patienten inte får inställd tidalvolym. Lämpliga gränser för topptryck behöver ställas in för varje patient.

TU/CPAP

Ett mode för spontanandande patienter som triggar andetag själva. Respiratorn ökar trycket i andningssystemet med inställt tryckunderstöd (drivtryck) varje gång patienten initierar ett andetag. Inandningen avslutas när nivån för inställt inspirationsavslut uppnås. Andningsfrekvensen bestäms av patientens egen andningsdrive. Tidalvolymerna kan justeras genom ändring av inställt tryckunderstöd (drivtryck). Skulle patienten få apné längre än inställd maximal apnétid går respiratorn in i backup-mode (tryckkontroll). Viktigt att ställa in lämpliga larmgränser för AF, minutvolym och apnétid.

Modes som kan användas i undantag

Automode

Vid Automode växlar respiratorn automatiskt mellan understödd (TU) och kontrollerad ventilation (TK). Detta mode är användbart hos patienter som spontanandans men inte orkar göra detta hela tiden. Den stora skillnaden jämfört med vanligt tryckunderstöd (TU) är att växlingen mellan modes sker sömlöst och utan att generera larm. Det är viktigt att vara medveten om att apnétiden kan behöva förlängas för att möjliggöra spontanandning, annars hamnar ventilatorn lätt i ett konstant TK-läge när patienten är trött.

SIMV (Synchronized intermittent mandatory ventilation)

SIMV är ett ventilationssätt som kombinerar kontrollerad och understödd ventilation. SIMV finns i olika varianter, såsom SIMV (TK) + TU, SIMV (VKTS) + TU och SIMV (VK) + TU. Skillnaden mellan dessa varianter är vilket grundmode som används för den kontrollerade ventilationen.

Om patienten inte andas är SIMV identiskt med det underliggande modet; exempelvis är SIMV (TK) + TU utan patientandning identiskt med TK. När patienten har egenandning resulterar SIMV i ett inställt antal kontrollerade andetag som synkroniseras med patientens egen andning, medan övriga spontana andetag blir tryckunderstödda. Jämför detta med andra former av kontrollerad ventilation, såsom TK, där andningsaktivitet hos patienten enbart resulterar i fler kontrollerade andetag.

Tanken med SIMV är att möjliggöra en successiv övergång från kontrollerad till understödd ventilation. I praktiken är det ofta enklare att fortsätta med vanlig tryckkontroll (eller VKTS), reducera

sederingsgrad och minutventilationen tills patienten har egenandning och därefter byta direkt till tryckunderstöd.

Arbetsgrupp

Detta styrdokument är i sin första iteration skapat av fokusgrupp – ventilation hösten 2025.

Fokusgruppens medlemmar: Albin Edvinsson, Andreas Thorén, Anton Östlund, Håvard Hoel, Johannes Paulsson, Karin Thelander och Marie Eriksson

Författare till styrdokumentet är: Andreas Thorén, Anton Östlund samt Håvard Hoel.

Källförteckning

1. Grasselli G, Calfee CS, Camporota L, Poole D, Amato MBP, Antonelli M, et al. **ESICM guidelines on acute respiratory distress syndrome: definition, phenotyping and respiratory support strategies.** *Intensive Care Med.* 2023;49(7):727–759. doi:[10.1007/s00134-023-07050-7](https://doi.org/10.1007/s00134-023-07050-7)
2. Qadir N, Sahetya S, Munshi L, Summers C, Abrams D, Beitler J, et al. **An Update on Management of Adult Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome: An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline.** *Am J Respir Crit Care Med.* 2024;209(1):24–36. doi:[10.1164/rccm.202311-2011ST](https://doi.org/10.1164/rccm.202311-2011ST)
3. Chaudhuri D, Nei AM, Rochweg B, Balk RA, Asehnoune K, Cadena R, et al. **2024 Focused Update: Guidelines on Use of Corticosteroids in Sepsis, Acute Respiratory Distress Syndrome, and Community-Acquired Pneumonia.** *Crit Care Med.* 2024;52(5):e219–e232. doi:[10.1097/CCM.00000000000006172](https://doi.org/10.1097/CCM.00000000000006172)
4. Hodgson C, Goligher EC, Young ME, Keating JL, Holland AE, Romero L, et al. **Recruitment manoeuvres for adults with acute respiratory distress syndrome receiving mechanical ventilation.** *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;(11):CD006667. doi:[10.1002/14651858.CD006667.pub3](https://doi.org/10.1002/14651858.CD006667.pub3)
5. Writing Group for the Alveolar Recruitment for Acute Respiratory Distress Syndrome (ART) Investigators, Cavalcanti AB, Suzumura ÉA, et al. **Effect of Lung Recruitment and Titrated Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) vs Low PEEP on Mortality in Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome: A Randomized Clinical Trial.** *JAMA.* 2017;318(14):1335–1345. doi:[10.1001/jama.2017.14171](https://doi.org/10.1001/jama.2017.14171)
6. Kacmarek RM, Villar J, Sulemanji D, Montiel R, Ferrando C, Blanco J, et al. **Open Lung Approach for the Acute Respiratory Distress Syndrome: A Pilot, Randomized Controlled Trial.** *Crit Care Med.* 2016;44(1):32–42. doi:[10.1097/CCM.0000000000001383](https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000001383)

7. Pham T, Heunks L, Bellani G, Madotto F, Aragao I, Beduneau G, et al.; WEAN SAFE Investigators. **Weaning from mechanical ventilation in intensive care units across 50 countries (WEAN SAFE): a multicentre, prospective, observational cohort study.** *Lancet Respir Med.* 2023;11(5):465–476. doi:[10.1016/S2213-2600\(22\)00449-0](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(22)00449-0)
8. Acute Respiratory Distress Syndrome Network. **Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome.** *N Engl J Med.* 2000;342(18):1301–8. doi:[10.1056/NEJM200005043421801](https://doi.org/10.1056/NEJM200005043421801)
9. Guérin C, Reignier J, Richard JC, Beuret P, Gacouin A, Boulain T, et al.; PROSEVA Study Group. **Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome.** *N Engl J Med.* 2013;368(23):2159–68. doi:[10.1056/NEJMoa1214103](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1214103)
10. Hernández G, Vaquero C, Colinas L, et al. **Effect of Postextubation High-Flow Nasal Cannula vs Conventional Oxygen Therapy on Reintubation in Low-Risk Patients: a randomized clinical trial.** *JAMA.* 2016;315(13):1354–61. doi:[10.1001/jama.2016.2711](https://doi.org/10.1001/jama.2016.2711)
11. Hernández G, Vaquero C, Colinas L et al. **Effect of Postextubation High-Flow Nasal Cannula vs Noninvasive Ventilation on Reintubation and Postextubation Respiratory Failure in High-Risk Patients.** *JAMA.* 2016;316(15):1565–74. doi:[10.1001/jama.2016.14194](https://doi.org/10.1001/jama.2016.14194)
12. National Heart, Lung, and Blood Institute PETAL Clinical Trials Network. **Early neuromuscular blockade in the acute respiratory distress syndrome.** *N Engl J Med.* 2019;380(21):1997–2008. doi:[10.1056/NEJMoa1901686](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1901686)
13. Slutsky AS, Ranieri VM. **Ventilator-induced lung injury.** *N Engl J Med.* 2013;369(22):2126–36. doi:[10.1056/NEJMra1208707](https://doi.org/10.1056/NEJMra1208707)
14. Maquet Critical Care AB. **Servo-U Ventilator system: bruksanvisning, version 4.0.** Solna: Maquet Critical Care AB; 2019.
15. Karolinska Universitetssjukhuset. **Invasiv ventilationsbehandling.** Stockholm: Karolinska Universitetssjukhuset; u.å. Länk: [Invasiv ventilationsbehandling](#)

Information om handlingen

Handlingstyp: Rutin

Gäller för: VE An Op IVA

Innehållsansvar: Andreas Thorén, (andth13), Överläkare

Granskad av: Åsa Appelqvist, (asaap), Enhetschef

Godkänd av: Helene Sackari, (helma18), Verksamhetschef

Dokument-ID: SKAS9696-242963441-190

Version: 2.0

Giltig från: 2026-03-16

Giltig till: 2028-03-13