

Opis Inteligentnej Wentylacji Adaptacyjnej AdVent w respiratorze UVENT-S



Niniejszy dokument opisuje główne algorytmy działania trybu wentylacji adaptacyjnej AdVent. Ten rodzaj wentylacji obejmuje **inteligentne wspomaganie oddychania z automatyczną adaptacją respiratora do mechaniki oddychania pacjenta**. Nie zastępuje on jednak oceny klinicznej lekarza i nie powinien być wykorzystywany jako narzędzie do podejmowania decyzji medycznych.

Głównym celem trybu AdVent jest utrzymanie ustawionej przez operatora objętości minutowej, niezależnie od aktywności oddechowej pacjenta. Objętość oddechowa i częstość oddechów są obliczane na podstawie równania Otisa, z uwzględnieniem kluczowych parametrów mechaniki oddechowej pacjenta. Zastosowany algorytm koncentruje się na optymalizacji pracy oddechowej pacjenta i utrzymaniu optymalnego wzorca oddechowego przy możliwie najniższym wydatku energetycznym.

Jeśli pacjent nie wykazuje aktywności oddechowej, respirator stosuje wentylację ukierunkowaną objętościowo z regulacją ciśnienia i utrzymuje ustawioną objętość minutową (MV) poprzez automatyczną regulację ciśnienia wdechowego, częstości oddechów mechanicznych i stosunku wdechu do wydechu (I:E). Urządzenie automatycznie dostosowuje poziom stężenia tlenu (FiO₂) na podstawie informacji zwrotnych z czujnika saturacji MASIMO przy włączonej funkcji AutoFiO₂.

Zastosowana strategia ochrony płuc zwiększa bezpieczeństwo pacjenta, a w sytuacji, gdy docelowe wartości nie mogą zostać osiągnięte i/lub utrzymane, personel medyczny jest o tym automatycznie informowany.

Zastosowanie trybu inteligentnej wentylacji AdVent zmniejsza liczbę koniecznych korekt parametrów wentylacji, które są zazwyczaj wymagane podczas procesu odzwyczajania, gdy stan pacjenta ulega dynamicznym zmianom. Tryb AdVent nie podejmuje decyzji klinicznych — wykonuje ogólne polecenie operatora, który może je w każdej chwili zmodyfikować w zależności od aktualnego stanu oddechowego pacjenta.

Podstawowym poleceniem w trybie AdVent jest utrzymanie minimalnej objętości minutowej, przy czym respirator automatycznie dostosowuje parametry wentylacji, uwzględniając spontaniczny wysiłek oddechowy pacjenta, tak aby zapobiegać przyspieszonemu oddechowi (tachypnoe), zjawisku pułapki powietrznej (AutoPEEP), ograniczyć nadmierną wentylację przestrzeni martwej, kontrolować bezdech i niską aktywność oddechową oraz utrzymywać ciśnienie w drogach oddechowych na bezpiecznym poziomie.

Parametry wymagane do ustawienia przez operatora przy AdVent:

- Dane antropometryczne pacjenta — płeć, wzrost lub idealna masa ciała (IBW)
- Pożądana objętość minutowa wyrażona w % wartości normatywnej — MinVol%
- poziom PEEP/CPAP
- FiO₂% - (regulacja automatyczna w przypadku włączonej funkcji AutoFiO₂)
- Czułość wyzwalacza (ciśnieniowy, przepływowy i czułość wyzwalania wydechu)

MinVol% W przypadku osób dorosłych, objętość minutową oblicza się jako 0,1 l na kg IBW

Zalecane ustawienie początkowe MinVol%:

- płuca zdrowe: 100% normalna wentylacja
- ARDS / urazy neurologiczne: 120% hiperwentylacja
- POChP: 80% hipowentylacja (dopuszczalna hiperkapnia)

W przypadku pacjentów pediatrycznych, objętość minutową oblicza się w zakresie od 0,3 l/kg dla IBW = 3 kg do 0,1 l/kg dla IBW = 30 kg.

Poziom **PEEP/CPAP**: Zalecane ustawienie początkowe: 5 cmH₂O, z możliwością późniejszej korekty

Ustawienie początkowe **FiO₂%**: 33% z możliwością późniejszej korekty dla wyłączonej funkcji AutoFiO₂

Automatyczna regulacja stężenia tlenu FiO₂% podczas wentylacji z włączoną funkcją **AutoFiO₂**

Wentylacja rozpoczyna się od cykli oddechów testowych. Na ich podstawie urządzenie oblicza optymalny wzorzec oddechowy, docelową objętość oddechową i częstość oddechów. Podczas każdego cyklu oddechowego respirator automatycznie dostosowuje ciśnienie wdechowe oraz częstość oddechów wymuszonych w celu osiągnięcia i utrzymania docelowego poziomu MinVol%. W tym trybie każdy oddech wymuszony wykonywany jest z użyciem algorytmu PCVT (z zastosowaniem gwarantowanej objętości), natomiast oddechy spontaniczne opierają się na wentylacji wspomaganej objętościowo (VS – Volume Support).

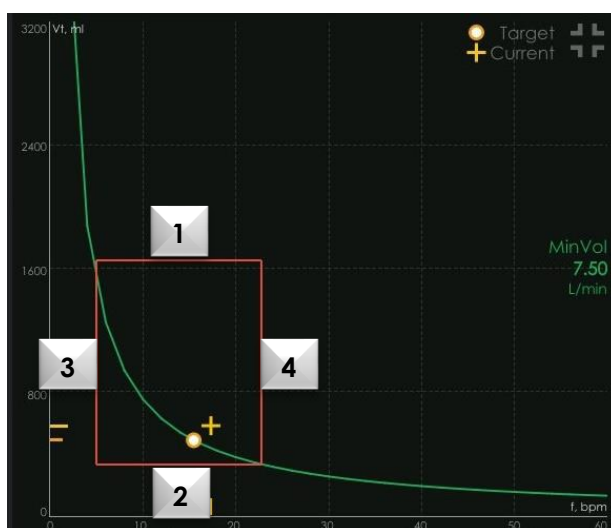
Po osiągnięciu obliczonych wartości docelowych skuteczność wspomagania oddychania musi zostać oceniona przez lekarza. W tym celu można wykorzystać parametry monitorowane przez respirator, a także równowagę kwasowo-zasadową układu oddechowego i wyników gazometrii krwi tętniczej, a następnie na ich podstawie należy dostosować ustawienia objętości minutowej.

- W przypadku prawidłowego wyniku gazometrii nie są wymagane żadne zmiany.
- W przypadku obniżonego PaCO_2 należy zmniejszyć poziom MinVol% i upewnić się, że średnie ciśnienie w drogach oddechowych i parametry natlenienia mieszczą się w akceptowalnym zakresie.
- W przypadku podwyższonego PaCO_2 należy zwiększyć poziom MinVol% i upewnić się, że szczytowe ciśnienie w drogach oddechowych mieści się w akceptowalnym zakresie.
- W przypadku wysokiej częstości oddechów spontanicznych należy zmniejszyć MinVol% i rozważyć zastosowanie analgezji, sedacji lub innej strategii leczenia.
- W przypadku niskiej saturacji należy dostosować poziom PEEP lub stężenie tlenu w mieszaninie oddechowej.

Tryb AdVent stosuje automatyczne limity ochrony płuc, mające na celu zapewnienie bezpieczeństwa pacjenta i ograniczenie powikłań związanych z zastosowaniem respiratora. Zbyt wysoka objętość oddechowa może prowadzić do uszkodzenia płuc, a z kolei zbyt niska nie zapewni skutecznej wentylacji pęcherzykowej; zbyt wysoka częstość oddechów może prowadzić do dynamicznej hiperwentylacji i zjawiska pułapki powietrznej (AutoPEEP), natomiast zbyt niska do hipowentylacji i bezdechu.

Aby zapobiec nieprawidłowym wartościom objętości oddechowej i ciśnienia w drogach oddechowych, limity ochrony płuc (1)(2) są obliczane automatycznie, z uwzględnieniem ustawionej idealnej masy ciała (IBW) pacjenta. Limity częstości oddechów (3) i (4) również są obliczane automatycznie w celu uniknięcia stanów jak AutoPEEP lub bezdech. Dodatkowo, podczas wentylacji urządzenie monitoruje oddech po oddechu parametry takie jak opór dróg oddechowych i podatność płuc.

Poniższy wykres wentylacji przedstawia sposób działania trybu AdVent oraz zastosowane limity ochrony płuc:



1. Limit wysokiej objętości oddechowej, obliczany jako $(P_{\text{max}} - \text{PEEP}) \cdot C$
2. Limit niskiej objętości oddechowej, obliczany jako podwójna przestrzeń martwa ($2 \cdot V_d$) 4,4 ml/kg IBW
3. Minimalna częstość oddechów jest obliczana jako $MV/V_{t\text{max}}$.
4. Maksymalna częstość oddechów jest obliczana jako $20/R_{C\text{exp}}$.

Limit wysokiej objętości oddechowej (1) na wykresie wentylacji

W trybie AdVent objętość oddechowa (V_t) osiągana przez respirator ograniczona jest przez ustawiony limit alarmowy P_{peak} , limit alarmowy V_t i jest powiązana ze zmierzoną podatnością płuc pacjenta.

Strona 3 z 3