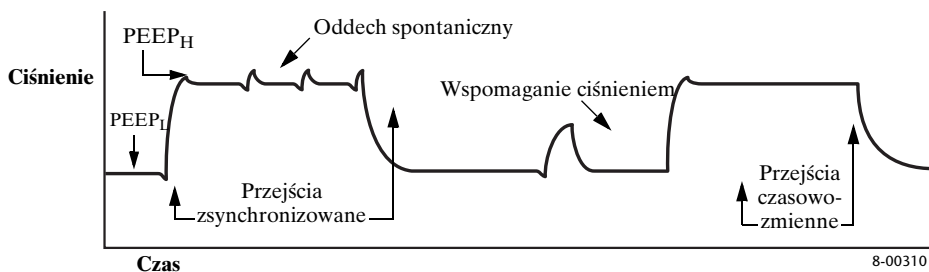


Wstęp

Opcja *BiLevel*TM (Rysunek 1) dla respiratorów serii 800TM jest mieszanym trybem wentylacji, który zawiera w sobie elementy wentylacji wymuszonej i spontanicznej. W trybie *BiLevel*, oddechy wymuszone są zawsze ciśnieniowo-zmienne, oddechy spontaniczne natomiast mogą być wspomagane ciśnieniem. Przy braku oddechów spontanicznych, tryb *BiLevel* przypomina tryb A/C (wspomagany/kontrolowany), z tym, że tryb *BiLevel* ustala dwa poziomy dodatniego ciśnienia w drogach oddechowych, podobnie do dwóch poziomów PEEP. Cykliczne zmiany tych dwóch poziomów mogą być wyzwalane przez ustawienia czasu trybu *BiLevel* lub przez wysiłek oddechowy pacjenta. Te dwa poziomy ciśnienia określa się mianem niskiego PEEP ($PEEP_L$) oraz wysokiego PEEP ($PEEP_H$). Na obu poziomach pacjenci mogą oddychać spontanicznie, jak również oddech spontaniczny może być wspomagany ciśnieniem. W trybie *BiLevel* objętość oddechowa wymuszona i spontaniczna są monitorowane oddzielnie.



Rysunek 1. Tryb *BiLevel*

Ustawienia trybu *BiLevel*

BiLevel jest trybem wentylacji (tak jak A/C, SIMV i SPONT). W celu wybrania *BiLevel* podczas normalnej wentylacji należy:

1. Nacisnąć przycisk SETUP na dolnym ekranie.
2. Nacisnąć przycisk Mode, a następnie obrócić pokrętkę, aż na wyświetlaczu pojawi się napis *BILEVEL*.

Gdy tylko wybrany zostanie tryb *BiLevel*, następuje automatyczne ustawienie wentylacji wymuszonej typu PC, której nie można zmienić. Jako wentylację spontaniczną można wybrać opcję *PS* (wentylacji wspomaganej ciśnieniem) lub ustawienie "none" (nie wspomaganej); można także wybrać rodzaj wyzwania (P_{-TRIG} lub V_{-TRIG}).

Po dokonaniu zmian w ustawieniach należy nacisnąć przycisk CONTINUE.

3. Wyświetlone zostaną zastosowane ustawienia trybu *BiLevel*. Celem zmiany danego ustawienia, należy nacisnąć jego przycisk i pokrętkę zmienić jego wartość. Wartość $PEEP_H$ musi być o przynajmniej 5 cmH_2O większa od $PEEP_L$.

Przyspieszenie przepływu % określa czas narastania ciśnienia do chwili osiągnięcia zadanego ciśnienia przy przejściu z fazy $PEEP_L$ do $PEEP_H$ i przy oddechu spontanicznym, nawet jeżeli wspomaganie ciśnieniowe (P_{SUPP}) = 0. Czułość wydechowa (E_{SENS}) odnosi się do wszystkich oddechów spontanicznych. Można ustawić czas $PEEP_L$ (T_L), czas $PEEP_H$ (T_H), lub stosunek T_H do T_L . Aby ustawić parametry, które zmienią stosunek pomiędzy $T_H:T_L$ na większy od 4:1, należy, po osiągnięciu pułapu 4:1, nacisnąć przycisk OK w celu potwierdzenia.

4. Po dokonaniu wszystkich zmian, należy nacisnąć ACCEPT w celu potwierdzenia nowych ustawień.

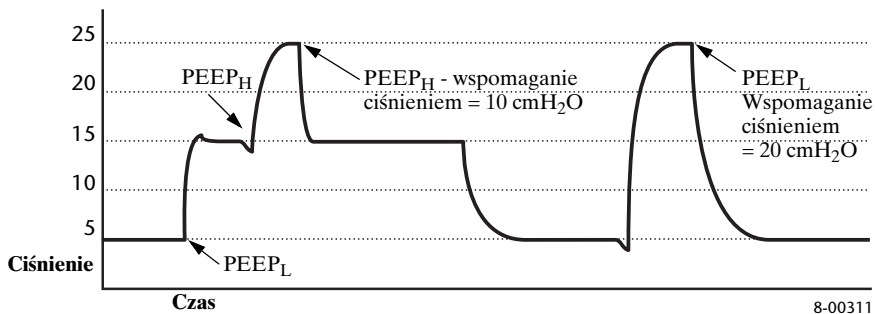
Stosowanie trybu wentylacji wspomaganej ciśnieniem z trybem *BiLevel*

Oddech spontaniczny w trybie *BiLevel* może być wspomagany ciśnieniowo (patrz Rysunek 2) zgodnie z następującymi regułami:

- Wspomaganie ciśnieniem (P_{SUPP}) może być stosowane celem wspomagania oddechu spontanicznego zarówno w fazie PEEP_L jak i fazie PEEP_H . Wartość ciśnienia wspomagania odnosi się zawsze do wartości PEEP_L . Wartość ciśnienia końcowego jest sumą PEEP_L i P_{SUPP}
- Wysilek oddechowy pacjenta w trakcie oddechu spontanicznego w fazie PEEP_H jest wspomagany ciśnieniem, jeżeli wartość ustawienia ciśnienia wspomagania jest większa od różnicy $\text{PEEP}_H - \text{PEEP}_L$. Wszystkie oddechy spontaniczne (bez względu na to, czy są wspomagane ciśnieniowo czy nie) są w respiratorach serii 800 dodatkowo wspomagane ciśnieniem 1,5 cmH_2O .
- W sytuacji, gdy $P_{\text{SUPP}} + \text{PEEP}_L$ jest większa niż $\text{PEEP}_H + 1,5 \text{ cmH}_2\text{O}$, wszystkie oddechy spontaniczne w fazie PEEP_L są wspomagane przez ustawione P_{SUPP} ; wszystkie oddechy spontaniczne w fazie PEEP_H są wspomagane przez wartość ciśnienia równą $P_{\text{SUPP}} - (\text{PEEP}_H - \text{PEEP}_L)$.

Przykładowo, jeżeli $\text{PEEP}_L = 5 \text{ cmH}_2\text{O}$, $\text{PEEP}_H = 15 \text{ cmH}_2\text{O}$ i $P_{\text{SUPP}} = 20 \text{ cmH}_2\text{O}$, to:

- Wszystkie oddechy spontaniczne w fazie PEEP_L są wspomagane przez ciśnienie 20 cmH_2O ($\text{PEEP}_L + P_{\text{SUPP}}$) do ciśnienia końcowego 25 cmH_2O , a
- wszystkie oddechy spontaniczne w fazie PEEP_H są wspomagane przez ciśnienie 10 cmH_2O ($P_{\text{SUPP}} - (\text{PEEP}_H - \text{PEEP}_L)$) do tej samej wartości ciśnienia końcowego równego 25 cmH_2O .



Rysunek 2. Tryb *BiLevel* z trybem wentylacji wspomaganej ciśnieniem

Ręczna inicjacja wdechu w trybie *BiLevel*

Naciśnięcie przycisku MANUAL INSP podczas pracy w trybie *BiLevel* powoduje, że respirator:

- Przechodzi na poziom $PEEP_H$, jeśli aktualnie pracuje na poziomie $PEEP_L$.
- Przechodzi na poziom $PEEP_L$, jeśli aktualnie pracuje na poziomie $PEEP_H$.

Aby zapobiec nakładaniu oddechów, respirator nie przechodzi z jednego poziomu PEEP na drugi na początku wydechu.

Specyfikacje

Niski PEEP (PEEP _L)	Zakres: 0 do 45 cmH ₂ O. Czułość: PEEP _L od 0 do 20 cmH ₂ O: 0,5 cmH ₂ O. PEEP _L od 21 do 45 cmH ₂ O: 1 cmH ₂ O. PEEP _L musi być przynajmniej o 5 cmH ₂ O mniejszy niż PEEP _H .
Wysoki PEEP (PEEP _H)	Zakres: 5 do 90 cmH ₂ O. Czułość: 1 cmH ₂ O dla wszystkich poziomów PEEP _H . Wartość PEEP _H musi być przynajmniej o 5 cmH ₂ O większa od PEEP _L i co najmniej o 2 cmH ₂ O mniejsza od maksymalnego ciśnienia w układzie oddechowym respiratora $\uparrow P_{CIRC}$.
Czas niskiego PEEP (T _L)	Zakres: $\geq 0,2$ sekundy. Czułość: 0,01 sekundy.
Czas wysokiego PEEP (T _H)	Zakres: $\geq 0,2$ do 30 sekund. Czułość: 0,01 sekundy.
Stosunek czasu PEEP _H do czasu PEEP _L (T _H :T _L)	Zakres: 1:299 - 149:1 Czułość: 1 dla stosunków T _H :T _L $\geq 100:1$ oraz $\leq 1:100$. 0,1 dla stosunków T _H :T _L od $< 99,9:1$ do $10,0:1$ oraz $1:10,0$ do $> 1:99,9$. 0,01 dla stosunków T _H :T _L od $< 9,99:1$ do $> 1:9,99$.

Opis techniczny

BiLevel jest jedynym trybem wentylacji, w którym następuje przełączanie pomiędzy dwoma poziomami PEEP ustawionymi przez operatora. W trybie *BiLevel* kształt krzywej przepływu (przy wentylacji wymuszonej) jest sterowany algorytmem ciśnieniowym podobnym do trybu A/C przy wentylacji wymuszonej ciśnieniowo-zmiennej (PC). W trybie *BiLevel* pacjent może jednak swobodnie inicjować wentylację spontaniczną na obu poziomach PEEP. Ponieważ w trybie *BiLevel* dostępna jest zarówno wentylacja wymuszona, jak i spontaniczna, określa się go (tak jak i tryb SIMV) mianem trybu mieszanego.

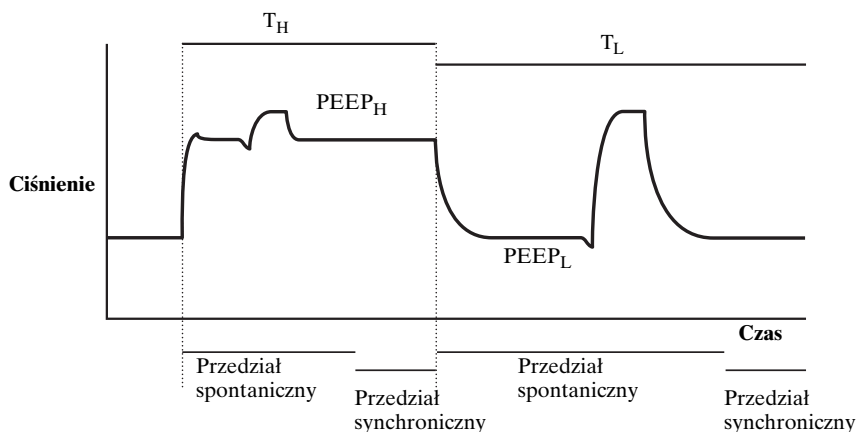
Przy konwencjonalnych ustawieniach i przy braku spontanicznego oddechu, tryby *BiLevel* i SIMV (z wentylacją PC) są podobne do trybu A/C z wentylacją PC. Przy ustawieniu $PEEP_H$, T_H i częstotliwości oddechowej (f) w pobliżu normalnych wartości pacjenta, tryb *BiLevel* wygląda tak jak A/C. Przy zmniejszaniu wartości f , tryb *BiLevel* zaczyna przypominać bardziej SIMV, z oddechami spontanicznymi następującymi po oddechach wymuszonych. Przy ustawieniu wartości f na 4 do 8 oddechów na minutę i skróceniu czasu T_L , tak że jest on dostateczny do wykonania pełnego lub prawie pełnego wydechu, tryb *BiLevel* przypomina wentylację uwalnianą ciśnieniem w drogach oddechowych (APRV).

Tryb *BiLevel* mniej przypomina którykolwiek z tych trybów, gdy f ustawione jest dużo poniżej spontanicznej częstości oddechowej pacjenta, a stosunek $T_H:T_L$ jest zawarty w przedziale pomiędzy 2:1 a 1:2. Przy takim stosunku, respirator cyklicznie zmienia poziomy $PEEP_H$ i $PEEP_L$, a przedziały czasu T_H i T_L trwają kilka sekund każdy. Spontaniczne oddechy, które wyzwalają respirator pojawiają się jako oddechy CPAP lub wspomagane ciśnieniem.

Można też wyobrazić sobie tryb *BiLevel* jako kombinację dwóch cykli w trybie A/C: jednego przy $PEEP_H$ i drugiego przy $PEEP_L$. Każdy z cykli ma możliwość przejścia z jednego poziomu PEEP na drugi, odpowiedzi na spontaniczne wdechy, dopasowania wspomaganie ciśnieniem, synchronizowania przejścia pomiędzy poziomami PEEP z oddechem pacjenta, a także wejścia i wyjścia z trybu *BiLevel*.

Przez czas trwania oddechu, tryb *BiLevel* cyklicznie przełącza respirator pomiędzy dwoma poziomami PEEP ($PEEP_H$ i $PEEP_L$). Czasy trwania $PEEP_H$ i $PEEP_L$ są zdefiniowane przez T_H i T_L . *BiLevel* próbuje zsynchronizować przejście z jednego poziomu PEEP na drugi, dostosowując się do sposobu, w jaki pacjent oddycha.

Podczas oddychania okresy te mogą ulegać skróceniu lub wydłużeniu w celu zsynchronizowania z pracą wdechową i wydechową pacjenta. Aby zsynchronizować tryb wentylacji *BiLevel* z oddechem pacjenta, T_H i T_L są podzielone na okresy spontaniczne i synchroniczne (patrz Rysunek 3).



8-00312

Rysunek 3. Przedziały spontaniczne i synchroniczne w trybie *BiLevel*

Dzięki podziałowi T_H i T_L na fazę spontaniczną i synchroniczną, tryb *BiLevel* reaguje na wysiłek oddechowy pacjenta (lub jego brak) w określony, przewidywalny sposób:

- Podczas okresu spontanicznego każdego poziomu PEEP, skuteczny wysiłek wdechowy powoduje dostarczenie oddechu spontanicznego przez respirator (choć żaden spontaniczny wysiłek nie jest konieczny).
- Podczas okresu synchronicznego T_L , skuteczny wysiłek wdechowy powoduje, że respirator przechodzi z poziomu $PEEP_L$ do $PEEP_H$. Jeśli nie wystąpił spontaniczny wysiłek wdechowy to zmiana fazy odbywa się na końcu T_L .
- Podczas okresu synchronicznego T_H , skuteczny wysiłek wydechowy powoduje, że respirator przechodzi z poziomu $PEEP_H$ do $PEEP_L$. Jeśli nie wystąpił spontaniczny wysiłek wydechowy to przejście do poziomu $PEEP_L$ występuje na końcu T_H .

Okres trwania T_H i T_L zmienia się w zależności od tego czy pacjent wykonuje spontaniczny wysiłek wdechowy. Aby poprawić synchronizację respirator-pacjent, tryb *BiLevel* pozwala na wydłużenie T_H i T_L celem zapobieżenia przejścia na poziom $PEEP_L$ podczas wdechu i $PEEP_H$ na początku wydechu. Jeśli pacjent oddycha spontanicznie na obydwu poziomach PEEP, monitorowana częstość oddechów zwiększa się. Jeśli pacjent tylko wyzwała przejścia z jednego

poziomu PEEP na drugi, monitorowana częstość oddechów może się zwiększyć lub zmniejszyć. Jeśli pacjent nie wyzwała żadnych przejść pomiędzy poziomami PEEP i nie oddycha spontanicznie, monitorowana częstość oddechów jest równa ustawionej wartości a okres cyklu równa się 60/f.

Minimalny czas trwania fazy synchronicznej podczas T_L wynosi co najmniej 150 ms, a maksymalny jest równy: $0,4(T_L)$ lub ≤ 4 s (w zależności od tego, która z tych wartości jest mniejsza). Minimalny czas trwania fazy synchronicznej podczas T_H wynosi co najmniej 150 ms, a maksymalny jest równy: $0,3(T_H)$ lub ≤ 3 s (w zależności od tego, która z tych wartości jest mniejsza).

Zmiany trybu

Zmiana trybu pracy respiratora na tryb *BiLevel* podlega ogólnym zasadom zmiany trybów pracy w respiratorach serii 800:

- Przy każdym przejściu z jednego trybu na drugi zawsze pozostaje wystarczająco dużo czasu na wydech, aby zapobiec nakładaniu się oddechów.
- Specjalne zaplanowane zdarzenia (na przykład pauza wdechowa) są kasowane i ustawiane ponownie w nowym trybie pracy.
- Respirator nie rozpoznaje bezdechów w trakcie zmiany trybu wentylacji.

Tryb *BiLevel* tym się różni od pozostałych trybów pracy respiratora, że faza $PEEP_H$ może trwać do 30 sekund. Zmiana parametru synchronizacji oddechu i zmiana trybu *BiLevel* na inny tryb pracy podlegają następującym zasadom:

- Zmiana dokonywana jest tak szybko, jak to możliwe bez wpływania na wdech lub wydech.
- Podczas wdechu nie następuje nakładanie oddechów.
- Nowe oddechy nie są wyzwalane w trakcie zastrzeżonej fazy wydechu (zastrzeżoną fazę wydechu definiuje się jako pierwsze 200 ms wydechu lub jako okres, w którym przepływ wydechowy jest większy od 50% szczytowego przepływu wydechowego; w zależności od tego, która z tych wartości jest większa).