Dräger

Kieszonkowy Podręcznik Wentylacji Mechanicznej Firmy Dräger

z krótkim omówieniem trybów pracy i wybranych funkcji respiratora

Dräger. Technika dla Życia.

Polska redakcja: prof. nadzw. dr hab. n. med. Dariusz Maciejewski,
Kierownik Polskiej Szkoły Wentylacji Mechanicznej i Terapii Oddechowej
Tłumaczenie z języka niemieckiego: lek. med. Marta Lipska-Kłys

Spis treści:

PC-BIPAP vs. PC-AC Pressure Control - Biphasic Positive Airway Pressure vs. Pressure Control - Assist Control (Wentylacja na dwóch poziomach dodatniego ciśnienia w drogach oddechowych vs. Wentylacja ograniczana ciśnieniem)	04 - 06
VC-MMV + AutoFlow Volume Control - Mandatory Minute Volume + AutoFlow (Wentylacja ograniczana objętością - Obowiązkowa wentylacja minutowa + AutoFlow)	07 - 08
ATC Automatyczna kompensacja oporów rurki intubacyjnej (tracheostomijnej)	09 - 11
SPN-PPS Spontaneous - Proportional Pressure Support (Proporcjonalne wsparcie ciśnieniowe oddechu własnego)	12 - 13
SmartCare®	14 - 16
P0.1 – pomiar ciśnienia okluzji	17 - 18
Kompensacja przecieku	19 - 21
NIV (Wentylacja nieinwazyjna)	22 - 24
Variable PS Variable Pressure Support Zmienny PS (Biologicznie zmienne wsparcie ciśnieniowe)	25 - 27
PEEPi intrinsic PEEP (Wewnętrzny PEEP / AutoPEEP)	28 - 30
Manewr generowania niskiego przepływu (Low-Flow)	31 - 32
Nazewnictwo wentylacji mechanicznej	33 - 34
Notatki	35 - 38

PC-BIPAP vs. PC-AC

Wentylacja na dwóch poziomach dodatniego ciśnienia w drogach oddechowych vs. Wentylacja ograniczana ciśnieniem

PC[1]-BIPAP

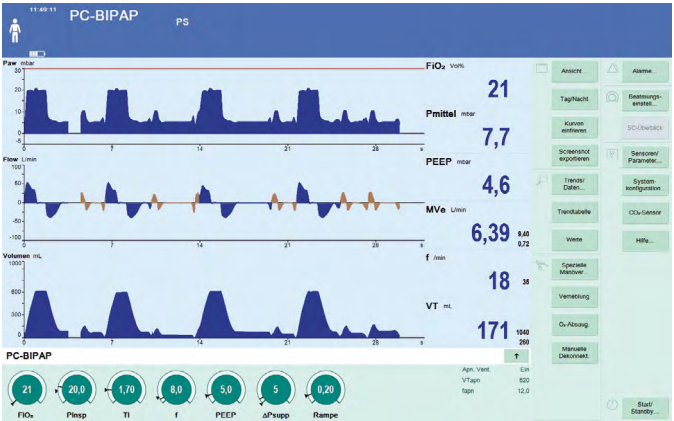
- liczba obowiązkowych oddechów jest ustalona, są one zsynchronizowane z wdechem i wydechem
- możliwość swobodnego oddychania pomiędzy oddechami obowiązkowym

PC-AC (BIPAP ASSIST)

- oddechy są wyzwalane przez respirator lub przez pacjenta w wyniku działania wyzwalacza (triggera); oddechy maszynowe są zsynchronizowane z fazą wdechu
- oddech spontaniczny jest możliwy w każdym momencie cyklu oddechowego
- częstotliwość Back-up (zastępcza)

(1) W przypadku trybów wentylacji PC i VC oraz ich pochodnych zmiana fazy wdechu na wydech wynika z kilku czynników (np. czasu lub przepływu) i wydaje się, iż pojęcie „ograniczanie ciśnieniem" lub „ograniczanie objętością" jest bardzie właściwe, niż pochodzące z historycznych początków wentylacji stwierdzenie „kontroli" ciśnieniem lub objętością co określa wyłącznie jeden parametr zmiany fazy wdechowej na wydechową [przyp. red.].

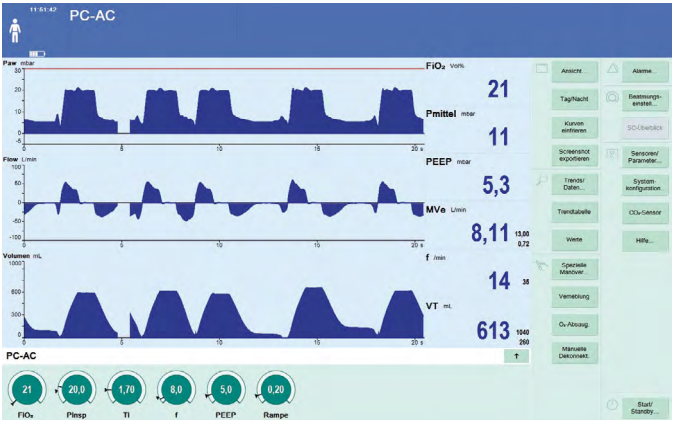
Podczas zastosowania trybu PC-BIPAP pacjent w każdym momencie cyklu oddechowego może oddychać samodzielnie, jednak liczba oddechów obowiązkowych (wentylacja minutowa) zostaje wcześniej zaprogramowana. W tym trybie oddechy obowiązkowe są zsynchronizowane z wysiłkiem oddechowym pacjenta zarówno w fazie wdechowej jak i wydechowej. Przy skróceniu fazy oddechu obowiązkowego z powodu wystąpienia synchronizacji wydechu, następujący po nim kolejny oddech obowiązkowy wydłuża się. Poprzez synchronizację fazy wdechu ulega skróceniu wydech. Czas kolejnej fazy wydechu zostaje wydłużony o „brakujący" odcinek czasu trwania oddechu. W ten sposób częstość narzuconych oddechów obowiązkowych f pozostaje stała. Jeżeli podczas czasu trwania „okna wdechowego" (działanie triggera) nie dochodzi do wykrycia oddechu spontanicznego, wówczas następuje wyzwolenie oddechów zaprogramowanych w respiratorze. Podczas oddechu spontanicznego pacjenta na poziomie PEEP dodatkowo można aktywność oddechową pacjenta wspomóc stosując wsparcie ciśnieniowe PS.



Ryc. 1 PC-BIPAP z obowiązkowymi i spontanicznymi oddechami.

D-56854-2012

Zastosowanie PC-AC powoduje, że każda rozpoznana przez respirator próba oddechu na poziomie ustalonego PEEP wywołuje oddech obowiązkowy. Pacjent wyznacza w ten sposób moment rozpoczęcia wdechu (punkt czasowy) oraz liczbę oddechów obowiązkowych. Jeżeli faza efektywnego wydechu trwa odpowiednio długo, obowiązkowy wdech generowany przez respirator nie jest w tym czasie możliwy. Jeżeli po upływie tak określonego czasu wydechu nie dojdzie do spontanicznego wyzwolenia kolejnego wdechu, następuje automatyczne zadanie oddechu obowiązkowego – zgodnie z nastawioną częstotliwością zastępczą (Back-up).



D-56850-2012

Ryc. 2 PC-AC z oddechami wyzwalanymi i obowiązkowymi.

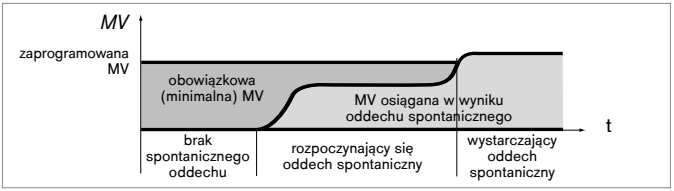
VC-MMV + AutoFlow

Wentylacja ograniczana objętością - Obowiązkowa wentylacja minutowa + AutoFlow

- wentylacja ograniczana objętością oddechową i zapewniającą obowiązkową objętość minutową ze zmiennym ciśnieniem wdechowym
- wraz ze zwiększającym się udziałem oddechu spontanicznego pacjenta, który jest możliwy w każdym momencie cyklu oddechowego, dochodzi do automatycznego i stopniowego zmniejszenia się oddechów generowanych przez respirator
- umożliwia proces automatycznego odzwyczajania w wyniku redukcji częstości oddechów generowanych przez respirator i dostosowania ciśnienia wdechowego

VC-MMV zachowuje się jak VC-SIMV, jednak oddechy obowiązkowe są dostarczane jedynie wtedy, gdy oddychanie spontaniczne nie jest wystarczające i osiąga poziom poniżej zaprogramowanej objętości minutowej. Gdy zwiększa się udział oddechu własnego, zmniejsza się ilość dostarczanych oddechów obowiązkowych. W ten sposób VC-MMV gwarantuje, że pacjent otrzyma co najmniej zadaną przez operatora objętość minutową MV (MV = VT *f). Wyzwalane przez respirator, sterowane czasowo oddechy są zsynchronizowane z próbami wdechu pacjenta, który może przy tym każdorazowo oddychać spontanicznie na poziomie PEEP. Jeżeli wentylacja spontaniczna pacjenta jest wystarczająca, aby osiągnąć zaplanowaną objętość minutową, oddechy obowiązkowe nie zostają przez respirator wykonane. Liczba oddechów zaprogramowana przez operatora respiratora jest zatem ilością maksymalną oddechów obowiązkowych. Podczas oddychania spontanicznego na poziomie PEEP pacjent jest wspierany przy pomocy PS. Każdy wysiłek nabrania pojedynczego oddechu na poziomie PEEP, który spełnia kryteria triggera i wyzwala oddech wspierany ciśnieniem (sterowany przepływem). Moment wyzwolenia, liczba oddechów i czas ich trwania są wyznaczane przez oddech spontaniczny pacjenta.

System Auto Flow AF zapewnia minimalne ciśnienie szczytowe dla realizacji wszystkich ograniczanych objętościowo oddechów obowiązkowych VT. W przypadku zmieniającego się oporu R (rezystancji) i /lub podatności C ciśnienie szczytowe wdechu adaptuje się oddech po oddechu, tak aby móc dostarczyć zaprogramowane VT. Zarówno ciśnienie szczytowe jak i przepływ dostosowywane są automatycznie. Podczas całego cyklu oddechowego, zarówno podczas wdechu jak i wydechu, pacjent może oddychać spontanicznie.



Ryc. 3 Od 100% wentylacji do 100% oddechu własnego.

D-56851-2012

Ryc. 4 VC-MMV + AF z realizacją obowiązkowej MV i oddechem spontanicznym.

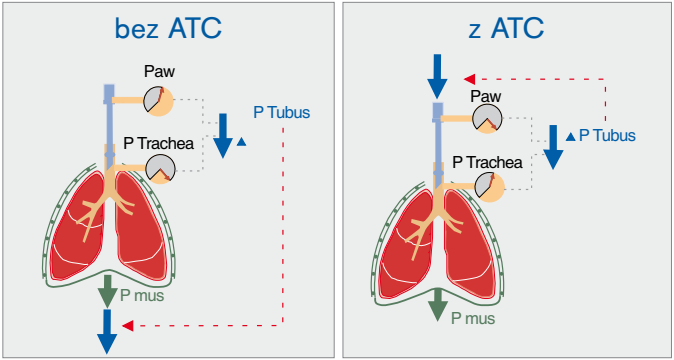
ATC

Automatyczna kompensacja rurki intubacyjnej

- zapewnia osiągnięcie zaprogramowanego ciśnienia w drogach oddechowych z kompensacją oporu sztucznych dróg oddechowych
- jest obliczana i wyświetlana na podstawie matematycznego modelu sztucznych dróg oddechowych (rurki intubacyjnej lub tracheostomijnej) i ich przekroju wewnętrznego
- może być zastosowana w każdym trybie wentylacji

Rurka intubacyjna lub tracheostomijna stanowiąc sztuczny i dodatkowy opór wdechowo-wydechowy w drogach oddechowych jest główną przyczyną wzmożonej pracy oddechowej pacjenta. Automatyczna kompensacja rurki intubacyjnej może być stosowana we wszystkich trybach wentylacji oraz umożliwia precyzyjną i prostą do nastawienia kompensację wzmożonej pracy oddechowej. Pacjent z założenia nie powinien odczuwać wzmożonego wysiłku oddechowego związanego z intubacją. Przepływ gazu przez rurkę prowadzi do różnicy ciśnień (ΔP Tubus) pomiędzy początkiem i końcem rurki (ryc. 5). Pokonanie tej różnicy ciśnień przez dodatkową pracę oddechową układu mięśni oddechowych w przypadku braku kompensacji, powoduje podciśnienie w płucach z tendencją do nadmiernego rozdęcia płuc.
Zwiększona praca oddechowa może być kompensowana przez podniesienie ciśnienia na poziomie wejścia do rurki intubacyjnej o wartość kalkulowanej z algorytmu różnicy ciśnień. W ten sposób ciśnienie przed rurką jest w sposób ciągły dostosowywane do aktualnego przepływu gazu, który jest mierzony w układzie oddechowym respiratora.
Kompensacja rurki może zostać włączona w każdym trybie wentylacji po wprowadzeniu do systemu respiratora rozmiaru sztucznych dróg oddechowych. Stopień kompensacji (regulowany do 100%) może być osiągnięty precyzyjnie w zależności od rodzaju i rozmiaru stosowanych

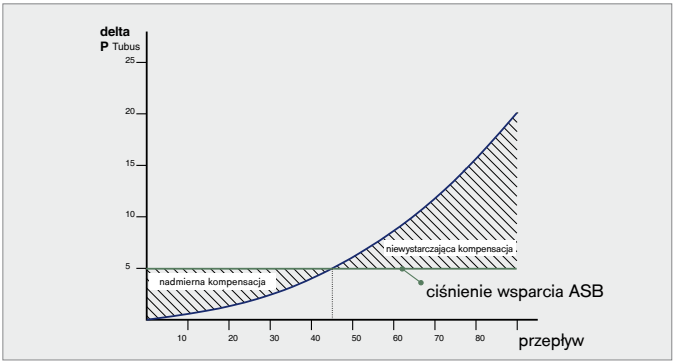
sztucznych dróg oddechowych, w celu uniknięcia warunków nadmiernej kompensacji. Należy też podkreślić, że długość rurki (np. w przypadku konieczności jej skrócenia), nie ma istotnego znaczenia dla uzyskiwanych warunków kompensacji, stąd nie jest programowana w systemie ATC. Kompensacja rurki działa zarówno podczas wdechu jak i wydechu (patrz ryc. 7). Do kompensacji wydechowej ciśnienie w układzie rur zostaje, jeżeli to konieczne, obniżone maksymalnie do poziomu ciśnienia otoczenia lub poziomu CPAP, tak aby ułatwić pacjentowi wydech.



D-9163-2009

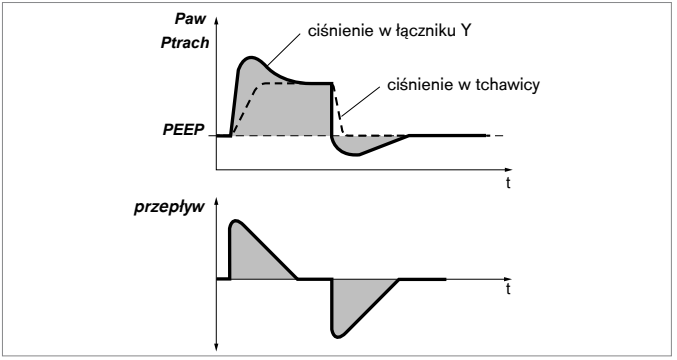
P Trachea – ciśnienie na zakończeniu rurki (w tchawicy)
P Tubus – ciśnienie w rurce intubacyjnej

Ryc. 5 **Bez ATC** pacjent musi wygenerować ciśnienie wdechu ΔP niezbędne dla pokonania oporów układu oddechowego w tym sztucznych dróg oddechowych. **Przez zastosowanie systemu ATC** respirator wytwarza dokładnie różnicę ciśnień ΔP Tubus niezbędną dla pokonania oporów rurki intubacyjnej i w ten sposób zmniejsza wysiłek oddechowy pacjenta.



D-9165-2009

Ryc. 6 Stałe wsparcie ciśnieniowe (ASB) w porównaniu do wsparcia ciśnieniowego (linia niebieska) podczas zastosowania kompensacji oporów rurki intubacyjnej ATC – różnica ciśnień pomiędzy łącznikiem rurki, a jej zakończeniem (rurka o przekroju 7,5 mm).



Ryc. 7 Przebieg ciśnienia podczas wdechowej i wydechowej kompensacji rurki.

SPN-PPS

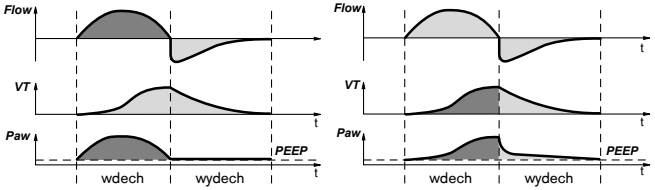
Spontaneous - Proportional Pressure Support
Proporcjonalne wsparcie ciśnieniowe oddechu spontanicznego

- dostarcza wsparcie ciśnieniowe wyzwalane przez pacjenta, proporcjonalnie do mięśniowego wysiłku oddechowego pacjenta
- stopień wsparcia jest programowany dla restrykcyjnych i obturacyjnych (zmiana rezystancji lub elastancji) zmian w układzie oddechowym wpływających w różnym zakresie na pracę oddychania

Podczas SPN-PPS wsparcie ciśnieniowe następuje w sposób proporcjonalny do wysiłku wdechowego pacjenta. Jeżeli pacjent oddycha płytko, wsparcie ciśnieniowe jest niewielkie. Podczas nabierania głębokiego oddechu respirator dostarcza wsparcie o większej wartości. Jego bezwzględna wartość jest zależna zarówno od parametrów wsparcia przepływem (Flow-Assist) i objętością (Volume-Assist), jak i od wysiłku oddechowego pacjenta. Oba rodzaje wsparcia Volume-Assist i Flow-Assist (ryc. 8) działają łącznie. W przypadku prawidłowego ich nastawienia, spowodowana patologią wentylacji praca oddechowa będzie korygowana i kompensowana, natomiast pozostała część pracy oddechowej będzie nadal wykonywana przez pacjenta.
Flow-Assist pomaga pokonać opory w drogach oddechowych R, wsparcie ciśnieniowe następuje proporcjonalnie do przepływu. Za pomocą Volume-Assist kompensowane są opory elastyczne C, wynikające z ograniczonej elastancji płuc. Wsparcie ciśnieniowe następuje proporcjonalnie do uzyskiwanej objętości oddechowej. Proporcje pomiędzy wysiłkiem nabrania oddechu i wsparciem ciśnieniowym pozostają przy takich samych nastawach systemu niezmienne, podczas gdy wsparcie ciśnieniowe ulega zmianie z oddechu na oddech. Jednak przy braku oddechu spontanicznego pacjenta mechaniczne wsparcie oddechowe nie następuje. Alarmy kontroli bezdechu i objętości minutowej muszą zatem zostać nastawione w odpowiedni sposób.

Flow-Assist: Krzywa ciśnienia proporcjonalna do przepływu

Vol.-Assist: Krzywa ciśnienia wdechowego proporcjonalna do objętości oddechowej VT



Ryc. 8 Kontrola podczas wspomagania przepływem i objętością (Flow- i Volume-Assist).

Ryc. 9 SPN-PPS, typowa krzywa ciśnienia i przepływu.

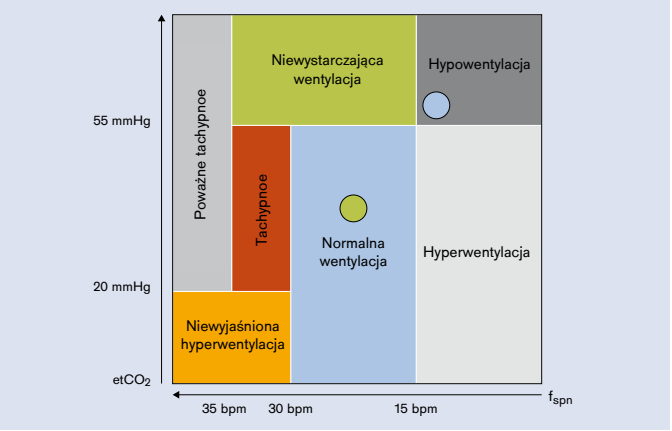
D-52616-2012

SmartCare®

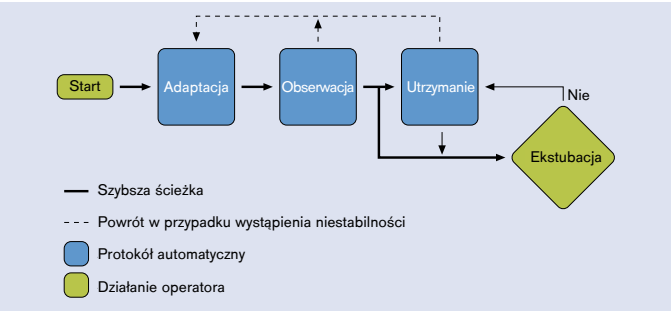
- jest klinicznym protokołem o charakterze automatycznym
- redukuje wparcie ciśnieniowe na podstawie uśrednionych wartości częstości oddechu spontanicznego, objętości oddechowej i końcowo-wydechowej prężności CO_2
- zastosowanie SmartCare® może zmniejszać całkowity czas wentylacji mechanicznej do 33% oraz czas pobytu w oddziale intensywnej terapii aż do 20% [1]

SmartCare®/PS jest zautomatyzowanym protokołem klinicznym, którego idea zakłada ustabilizownie oddechu spontanicznego w tzw. „strefie komfortu" oddechowego i redukcję wsparcia wentylacyjnego. Przed zastosowaniem SmartCare®/PS pacjenci powinni spełniać kryteria rozpoczęcia procesu planowego zakończenia wentylacji mechanicznej, tzn. powinni prezentować stabilność hemodynamiczną, wykazywać odpowiednią prężność tlenu w krwi tętniczej i własny rytm oddechowy. SmartCare®/PS próbuje utrzymywać pacjenta w zakresie „fizjologicznej wentylacji". W przypadku zaburzeń oddychania respirator stopniowo kieruje pacjenta do normalnego trybu wentylacji. Status zaburzeń oddychania chorego zostaje sklasyfikowany w jednym z ośmiu schematów różnych przyczyn patologii oddychania. Algorytm SmartCare®/PS w sposób zautomatyzowany przywraca pacjenta do obszaru komfortu oddechowego. Trzy główne kryteria tego stanu, mierzone przez respirator, to: częstość oddechów spontanicznych fspn, objętość oddechowa Tidal Volume VT i prężność końcowo-wydechowego CO_2-etCO_2. Protokół ten jest aktywny podczas wszystkich faz SmartCare®/PS. W okresie przystosowywania systemu poziom wsparcia ciśnieniowego jest stopniowo redukowany z jednoczesną oceną tolerancji dokonywanych zmian przez pacjenta, co prowadzi do zwiększenia lub zmniejszenia wsparcia. W sytuacji osiągnięcia wartości optymalnych wentylacji następuje próba dalszej stopniowej redukcji wsparcia ciśnieniowego w sposób bezpośredni, aż do osiągnięcia najniższego poziomu.

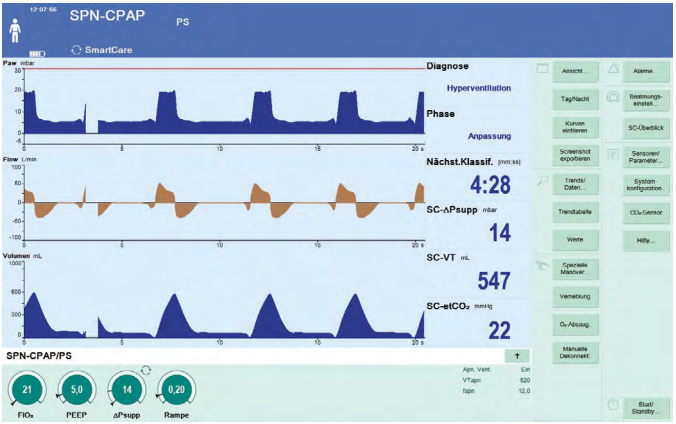
(1) Lellouche, F. et al.; A Multicenter Randomized Trial of Computer-driven Protocolized Weaning from Mechanical Ventilation. Am J Respir Crit Care Med Vol 174. s. 894-900, 2006. Wyniki randomizowanych badań w europejskich klinikach z udziałem 144 pacjentów, którzy w momencie rozpoczęcia procesu odzwyczajania od wentylacji mechanicznej cechowali się stabilną sytuacją wentylacyjną, hemodynamiczną i neurologiczną oraz nie wykazywali cech ARDS.



Ryc. 10 Schemat diagnostyczny na podstawie głównych kryteriów.



Ryc. 11 Schemat funkcjonalny i fazy SmartCare®.



D-56852-2012

Ryc. 12 Przykładowy widok ekranu dla SPN CPAP PS ze SmartCare®.

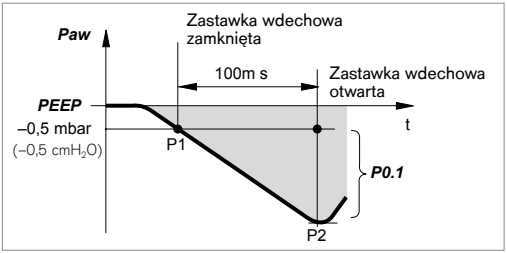
P0.1 – pomiar ciśnienia okluzji

– pomiar ciśnienia okluzji na początku wdechu jako miara napędu nerwowo-mięśniowego[1]

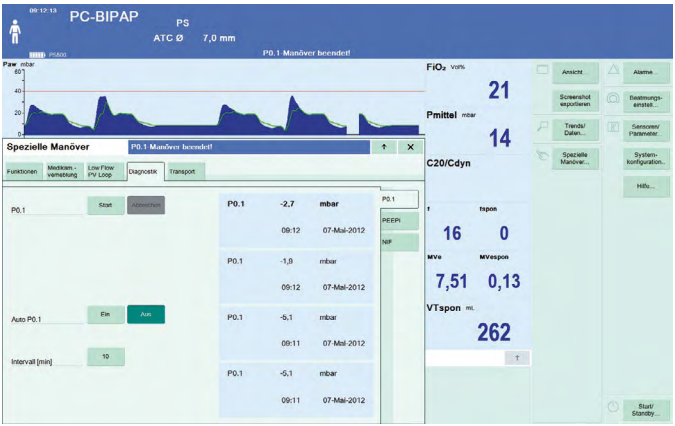
Podczas manewru P0.1 po dokonanym wydechu respirator zamyka na krótki moment zastawkę wdechową i mierzy w drogach oddechowych ciśnienie, które powstaje podczas pierwszych 100 ms (0,1 s) próby wysiłku wdechowego (ryc. 13). W ciągu 100 ms na ciśnienie to nie mają wpływu fizjologiczne reakcje kompensacji np. odruchowy bezdech lub wzmocnienie napędu. Ciśnienie to w znaczący sposób pozostaje też niezależne od aktualnej siły mięśniowej przepony. Z tego względu ujemne ciśnienie w jamie ustnej P0.1 osiągane po 0,1 sekundy jest miarą napędu nerwowo-mięśniowego.
Respirator wyświetla zmierzoną wartość różnicy ciśnień (ryc. 14). Pacjenci ze zdrowymi płucami podczas spokojnego oddychania prezentują zazwyczaj wartość P0.1 pomiędzy 3–4 mbar (ok. 3–4 cmH_20). Wysoka wartość P0.1 jest wyrazem dużego napędu oddechowego, który może być utrzymany tylko w ograniczonym czasie. Wartości P0.1 powyżej 6 mbar (6 cmH_20) np. u pacjentów z POChP wskazują na zagrażające wyczerpanie możliwości wykonywania pracy oddechowej („Respiratory Muscle Fatigue“).
Jak przedstawia ryc. 13, przedział czasowy 100 ms dla pomiaru P0.1 rozpoczyna się, gdy w trakcie wysiłku wdechowego zostaje zmierzone podciśnienie –0,5 mbar (–0,5 cmH_2O) poniżej PEEP/CPAP. Druga wartość ciśnienia zostaje określona po upływie 100 ms. Równocześnie dochodzi do otwarcia zastawki wdechowej. Pacjent może ponownie oddychać spontanicznie. Wartość zmierzonej różnicy ciśnień „P2-P1” definiuje się jako ciśnienie okluzji P0.1

Wartości prawidłowe [1]:
P0.1 = od 1 do 4 mbar
P0.1 > 6 mbar – Wskaźnik zagrażającego wyczerpania oddechowego, duże prawdopodobieństwo niepowodzenia odzwyczajania.

(1) Oczenski W (ed). Atmen-Atemhilfen. 8. Wydanie 2008
Tobin MJ (ed). Principles and Practice of Mechanical Ventilation. Second Edition. McGraw-Hill, New York, 2006, Sasson CSH, et al. Airway Occlusion Pressure : An important Indicator for successful weaning in patients with Chronic obstructive pulmonary disease. AM Respir Dis. 1987;135:107-113



Ryc. 13 Zasada działania pomiaru P0.1.



Ryc. 14 Widok ekranu podczas pomiaru P0.1.

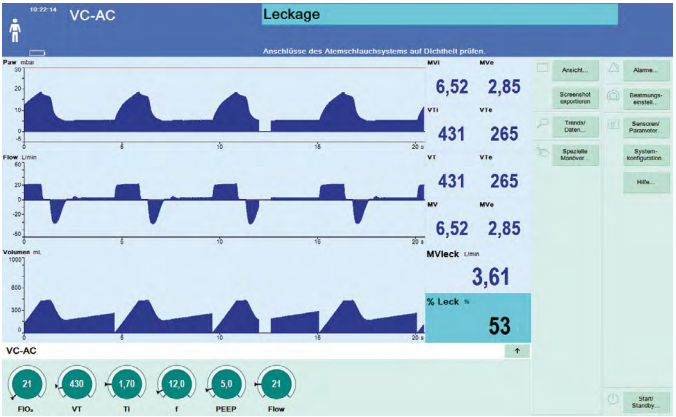
D-52516-2012

Kompensacja przecieku

- podczas wentylacji ograniczanej objętością i ciśnieniem można zastosować kompensację występującego w układzie oddechowym przecieku
- próg wdechowego triggera przepływowego oraz kryteria zakończenia wsparcia ciśnieniowego są w przypadku kompensacji dostosowywane automatycznie
- podczas kompensacji przecieku wszystkie wartości objętościowe i przepływowe wyświetlane są na panelu respiratora z uwzględnieniem kompensacji przecieku

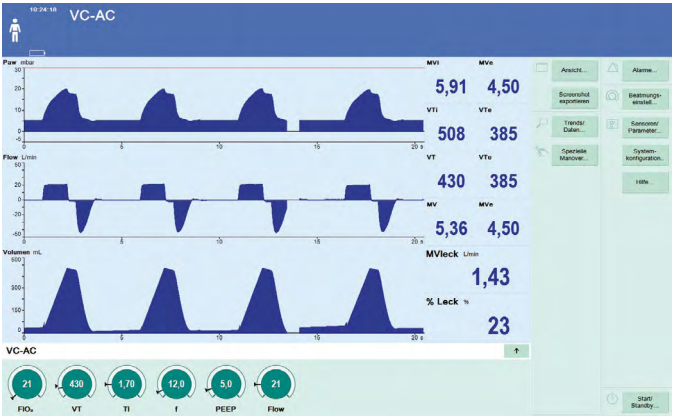
Respirator wykrywa różnicę pomiędzy przepływem wdechowym i wydechowym. Ta różnica jest miarą wielkości przecieku i jest wyświetlana jako przeciek i przeciek względny określany procentowo (%). Obliczanie korekty przecieku uwzględnia ciśnienia w układzie oddechowym. Wdechowa utrata objętości jest procentowo wyższa niż utrata wydechowa, ponieważ podczas wdechu ciśnienie jest wyższe. Przeciek MV uwzględnia także przecieki wdechowe. Podczas wentylacji ograniczanej objętością respirator dostarcza dodatkową objętość, aby skompensować obliczany przeciek. Respirator kompensuje utratę objętości do 100% nastawionej dla danego trybu wentylacji objętości oddechowej VT. Pomiary objętościowe i przepływowe są wyświetlane z uwzględnieniem przecieku. Wyjątek stanowi wydechowa objętość minutowa oraz inne wartości mierzone jak VTi oraz VTe.
Wdechowy próg triggera przepływowego oraz kryterium przerwania wsparcia ciśnieniowego zostają odniesione do skorygowanego o przeciek przepływu, wskutek czego obie nastawy są w sposób ciągły i automatyczny optymalizowane z uwzględnieniem przecieku.

Vt	– objętość oddechowa, skorygowana o przeciek
VTi	– wdechowa objętość oddechowa, nieskorygowana o przeciek
VTe	– wydechowa objętość oddechowa, nieskorygowana o przeciek
MV	– objętość minutowa
MVi	– wdechowa objętość minutowa, nieskorygowana o przeciek
MVe	– wydechowa objętość minutowa, nieskorygowana o przeciek
MVleck	– przeciek - objętość minutowa (odnosi się do średniego ciśnienia P średnie)



D-57065-2012

Ryc. 15 Przykład ekranu z VC-AC, duży przeciek bez kompensacji.



D-57064-2012

Ryc. 16 Przykład ekranu z VC-AC, duży przeciek z kompensacją przecieku.

NIV

Wentylacja nieinwazyjna[1]

- we wszystkich trybach wentylacji
- z szerokim zakresem monitorowania
- z dostosowaniem systemów alarmowych
- z automatyczną kompensacją przecieku

Wentylacja nieinwazyjna w wentylacji dorosłych i dzieci może pozwolić na uniknięcie intubacji[2]. Uzupełnia ona także proces odzwyczajania od wentylacji mechanicznej chorych zaintubowanych. Dostępność odpowiednio dostosowanych masek do wentylacji nieinwazyjnej pomaga optymalizować przebieg pracy oddychania pracy w fazie odzwyczajania od wentylacji i może potencjalnie zmniejszać ryzyko powtórnej intubacji[2]. Podczas wentylacji nieinwazyjnej można wyeliminować stany alarmowe, które na pewno wystąpią w wentylacji inwazyjnej jak np. zbyt niska MV, wysoka VTi czy kontrola bezdechu. Podczas wentylacji nieinwazyjnej ważną cechą staje się adekwatna kompensacja przecieku. Dzięki aktywacji kompensacji przecieku w obwodzie oddechowym, pacjent zawsze otrzymuje określoną i należną objętość (tzn. przy objętości oddechowej zostają uwzględnione przecieki). Trigger przepływowy i kryteria zakończenia dostosowują się odpowiednio według kompensowanego w sposób ciągły przecieku. Pozwala to również na utrzymanie ustalonego ciśnienia wentylacji (patrz wyżej).

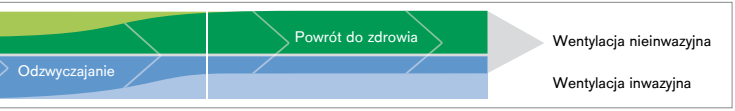
D-9452-2009

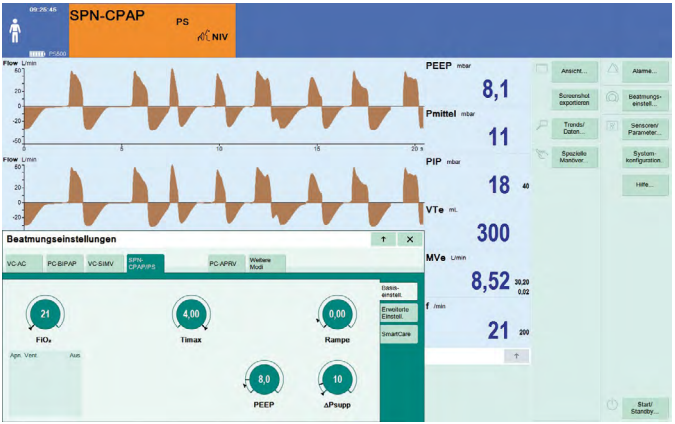
Ryc. 17 Ścieżka wentylacji.

W przypadku zdjęcia interfejsu NIV (maski, hełmu) funkcja Anti-Air-Shower (dostępna w Evita XL i Evita Infinity V500) wykrywa rozszczelnienie układu i przerwanie wentylacji co powoduje zmniejszenie podawanego przez respirator przepływ gazu do minimalnego stopnia. Pozwala to na zmniejszenie ryzyka kontaminacji personelu i otoczenia powietrzem wentylacyjnym.

(1) Wentylacja nieinwazyjna odpowiednio dobranym do warunków anatomicznych pacjenta interfejsem, stanowi obecnie podstawowy sposób leczenia wentylacyjnego pacjentów z przewlekłą obturacyjną chorobą płuc, sercowopochodnym obrzękiem płuc oraz w przypadku niewydolności oddechowej wikłającej układowe zaburzenia odporności, który stosuje się często zamiast intubacji dotchawiczej. Również lekka forma ARDS wg tzw „definicji berlińskiej" może być leczona z zastosowaniem NIV [przyp.red.].

(2) Ferrer M; Am J Respir Crit Care Med Vol 168. pp 1438–1444, 2003





D-52612-2012

Ryc. 18 Przykładowe okno ustawień SPN-CPAP/PS przy aktywowanej NIV.

D-56853-2012

Ryc. 19 Przykład ekranu PC-AC przy aktywowanej NIV.

Variable PS

Variable Pressure Support
Zmienny PS (Biologicznie zmienne wsparcie ciśnieniowe)

- jest automatyczną odmianą wsparcia ciśnieniowego PS w SPN-CPAP/PS
- zmienia ciśnienie wsparcia według zasady przypadku w obszarze o określonym zakresie zmienności[1]
- wspiera fizjologiczną zmienność oddychania spontanicznego

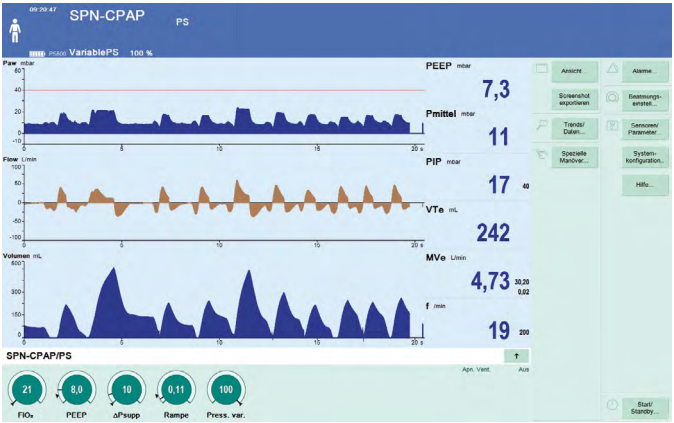
Zmienne wsparcie ciśnieniowe funkcjonuje na zasadzie zmian wartości wsparcia ciśnieniowego według zasady przypadku. W ten sposób osiąga się zmianę objętości oddechowej niezależnie od wysiłku oddechowego pacjenta, ponieważ z oddechu na oddech aplikuje się wsparcie ciśnieniowe na różnych poziomach. Podstawowe zasady oddychania spontanicznego wspartego ciśnieniowo zostają w pełni zachowane i nie ulegają modyfikacji. Początkowo nastawia się zakres wsparcia ciśnieniowego ΔPsupp. Wielkość zmiany wynika z procentowo nastawionego wsparcia ciśnieniowego PS i może być regulowana w zakresie od 0% do 100%. Stąd wynika np. przy nastawionym wsparciu ciśnieniowym 10 mbar i 50% zmienności wsparcia, minimalne wsparcie ciśnieniowe wyniesie 5 mbar natomiast maksymalne – 15 mbar.

Na podstawie zmienności wsparcia ciśnieniowego podczas każdego oddechu powstają różne ciśnienia wentylacji i przez to objętości oddechowe. Maksymalne ciśnienie wsparcia, które może zostać osiągnięte poprzez taką zmianę, zostaje ograniczone przez nastawienie maksymalnego ciśnienia w drogach oddechowego Pmax. Dolna granica zmiany jest wyznaczana przez nastawiony poziom CPAP. Wysokość ciśnienia wentylacji pozostaje niezależna od wysiłku oddechowego pacjenta.

Zmiana wsparcia ciśnieniowego poprzez zmienny PS może prowadzić w sposób niezależny od wysiłku oddechowego pacjenta do zwiększonej zmienności objętości oddechowej VT w porównaniu do konwencjonalnej wspartej ciśnieniowo wentylacji. Dalej w wyniku zastosowania zmiennego PS może prowadzić do poprawy oksygenacji i redystrybucji przepływu płucnego[2].

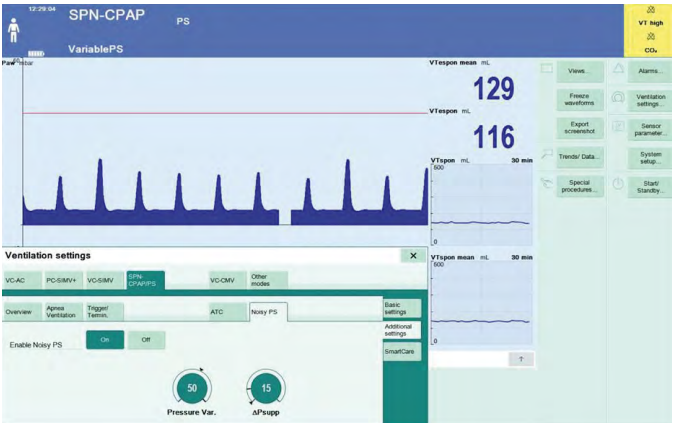
(1) Biologiczne odniesienie tego typu algorytmu wentylacji wynika z homeostatycznej zmienności czynności ośrodka oddechowego (tzw. szum wentylacyjny). Propozycja zastosowania takich zmian została opracowana przez Wolfa G. i wsp. w 1992 r. i jest obecnie rozwijana w oparciu o analizę krzywej J.Jensena, która traktuje obszar płuc jako skończony, bistabilny lecz nieuporządkowany zbiór zmiennych podlegający analizie fraktalnej. Zachodząca zmienność stanu pęcherzyków płucnych w różnych strefach płuc podlega tzw. szumowi stochastycznemu co poprawia uporządkowanie systemu i jest odpowiedzialne za korzystny efekt wentylacyjny opisanego zjawiska. W tym przypadku podczas wentylacji nie mają zastosowania reguły tzw. bezpiecznej wentylacji [przyp.red.].

(2) M. Gama de Abreu et al Noisy pressure support ventilation: A pilot study on a new assisted ventilation mode in experimental lung injury. Crit Care Med 2008 Vol. 36, No.3



D-52614-2012

Ryc. 20 Ekran przy SPN-CPAP/PS ze zmiennym wsparciem ciśnieniowym.



D-52617-2012

Ryc. 21 Okno ustawień dla zmiennego wsparcia ciśnieniowego.

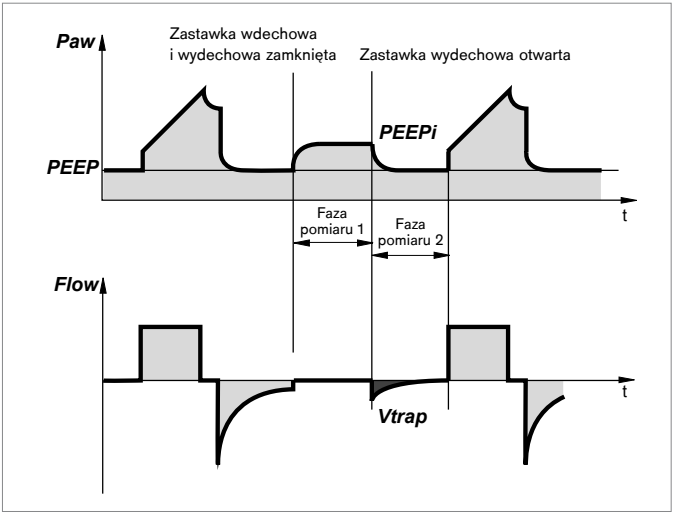
PEEPi

intrinsic PEEP (Wewnętrzny PEEP / AutoPEEP)

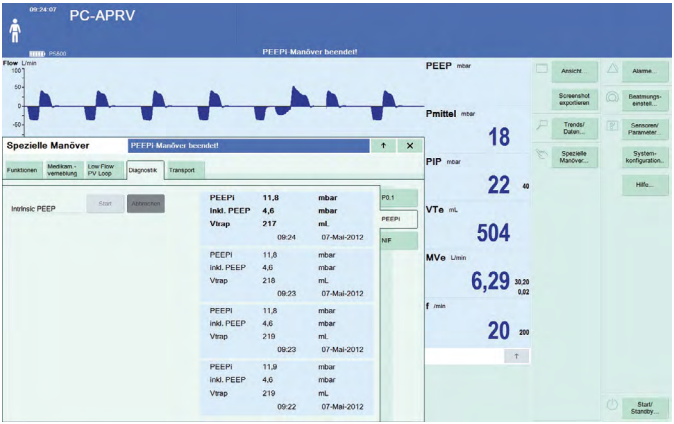
- jest rzeczywistym ciśnieniem końcowo-wydechowym w płucach
- podlega sumowaniu z wartością PEEP programowaną na panelu respiratora

Różne przyczyny mogą prowadzić do sytuacji, w której objętość powietrza wdychanego nie może być usunięta z płuc w całości, generując powstanie ciśnienia wewnątrz pęcherzyków płucnych, nazywanego wewnętrznym lub ukrytym PEEP. Możliwe przyczyny jego powstawania to: zbyt krótki czas wydechu (wysoka częstość wentylacji), utrudnienia w ewakuacji powietrza wydychanego lub istnienie tzw. wolnych kompartmentów płucnych.
Manewr pomiarowy PEEPi w respiratorze polega na ocenie objętości pozostającego w płucach powietrza (tzw. pułapka powietrzna – Vtrap). Pomiar wewnętrznego PEEP przebiega w dwóch etapach. W pierwszej fazie respirator zamyka zastawki wdechową i wydechową. Wówczas nie istnieje przepływ gazu – gazy wdechowe nie płyną w układzie, jak i nie mogą go opuścić. Faza pomiarowa zakłada wyrównanie ciśnień pomiędzy płucami i układem respiratora. Respirator mierzy zakres zmiany ciśnień. Pierwszy etap pomiaru kończy się, gdy wahania ciśnienia nie wykazują już żadnych zmian. Wartość początkowa odpowiada PEEP, natomiast wartość na zakończenie pomiaru stanowi PEEP wewnętrzny. Aktywność oddechowa pacjenta podczas manewru może zafałszować wynik pomiaru.
Po zakończeniu fazy 1 respirator otwiera zastawkę wydechową i w fazie 2 mierzy przepływ wydechowy, który jest generowany poprzez PEEP wewnętrzny. Zmniejsza to zarazem zalegającą w płucach objętość gazów oddechowych. Faza 2 pomiaru kończy się, gdy przepływ wydechowy spada do zera. Zmierzony przepływ wydechowy odpowiada uwięzionemu przez PEEP wewnętrzny Vtrap.

Efektywny PEEP (PEEPtotal) = PEEP (PEEP nastawiony) + PEEPi (intrinsic PEEP)



Ryc. 22 Zasada pomiaru PEEP wewnętrznego.



D-52613-2012

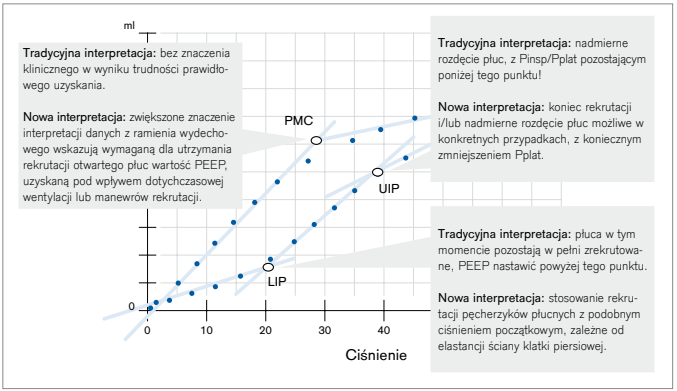
Ryc. 23 Przykład ekranu z pomiarem wewnętrznego PEEP.

Manewr generowania niskiego przepływu (Low-Flow)

- może nakreślić quasi-statystyczną wdechową i wydechową krzywą ciśnienie – objętość PV
- może służyć do ustawienia PEEP i Pinsp

Przez powolne napełnianie płuc ograniczonym, stałym przepływem (z reguły 4-10 l/min[1]) ustalone zostają elastyczne właściwości krzywej PV. Manewr generowania niskiego przepływu to quasi-statystyczna metoda wykazująca dobrą korelację ze statyczną metodą super-strzykawki („supersyringe methode"), tak długo, jak przepływ w układzie oddechowym pozostaje niewielki. Tak uzyskana pętla może zostać nakreślona wdechowo lub wdechowo oraz wydechowo. Po zobrazowanej krzywej PV na ekranie respiratora mogą się poruszać dwa kursory, tak by wykryć na ramieniu wdechowym dolny punkt przełamania (zgięcia) krzywej PV (LIP) lub górny punkt przełamania krzywej PV (UIP) oraz na ramieniu wydechowym krytyczne ciśnienie zamknięcia (CCP) lub maksymalny punkt przełamania (PMC). Ponadto w ten sposób można obliczyć także podatność statyczną. Użytkownik może określić przepływ gazu, maksymalne stosowane ciśnienie i maksymalną stosowaną objętość dla wykonywanego manewru Low-Flow. Podobnie istnieje możliwość programowania ciśnienia początkowego, które zwykle powinno znajdować się wyraźnie poniżej nastawionego PEEP. Należy podkreślić, iż przydatne klinicznie dane można uzyskać wyłącznie w warunkach braku oddechu spontanicznego (pełna blokada nerwowo-mięśniowa).

(1) Blanc Q, Sab JM, Philit F, Langevin B, Thouret JM, Noel P, Robert D, Guérin C. Inspiratory pressure-volume curves obtained using automated low constant flow inflation and automated occlusion methods in ARDS patients with a new device. Intensive Care Med. 2002 Jul;28(7):990-4. Epub 2002 Jun 12.



D-443-2010

Ryc. 24 Informacje wynikające z manewru Low-Flow.

D-9096-2009

Ryc. 25 Przykładowy ekran oceny po wykonanym pomiarze Low-Flow.

Wentylacja w intensywnej terapii dorosłych

Tryby wentylacji kontrolowane objętością

wcześniejsze nazewnictwo	IPPV/ CMV	$IPPV_{assist}$/ CMV_{assist}	SIMV	MMV
nowe nazewnictwo	VC-CMV	VC-AC	VC-SIMV	VC-MMV

Tryby wentylacji kontrolowane ciśnieniem

wcześniejsze nazewnictwo		$BIPAP_{assist}$/ $PCV+_{assist}$		BIPAP/ PCV+	APRV	
nowe nazewnictwo	PC-CMV	PC-AC	PC-SIMV	PC-BIPAP	PC-APRV	PC-PSV

Tryby wspomagania oddechu spontanicznego

wcześniejsze nazewnictwo	CPAP/ASB/ CPAP/PS		PPS
nowe nazewnictwo	SPN-CPAP/PS	SPN-CPAP/VS	SPN-PPS

Wentylacja w intensywnej terapii noworodków

Tryby wentylacji ograniczane objętością

wcześniejsze nazewnictwo	IPPV	SIPPV	SIMV		PSV	CPAP-HF	
nowe nazewnictwo	PC-CMV	PC-AC	PC-SIMV	PC-APRV	PC-PSV	PC-HFO	PC-MMV

Tryby wspomagania oddechu spontanicznego

wcześniejsze nazewnictwo				CPAP
nowe nazewnictwo	SPN-CPAP/PS	SPN-CPAP/VS	SPN-PPS	SPN-CPAP

Wentylacja w anestezji

Tryby wentylacji kontrolowane objętością

wcześniejsze nazewnictwo	IPPV	SIMV
nowe nazewnictwo	Volume Control - CMV	Volume Control - SIMV

Tryby wentylacji kontrolowane ciśnieniem

wcześniejsze nazewnictwo	PCV	
nowe nazewnictwo	Pressure Control - CMV	Pressure Control - BIPAP

Tryby wspomagania oddechu spontanicznego

wcześniejsze nazewnictwo		Man. Spont.
nowe nazewnictwo	Pressure Support - CPAP	Man./Spon

Dodatkowe informacje (np. szkolenia, broszury, analizy przypadków) można znaleźć na naszej stronie internetowej **www.draeger.com,** wybierając „Szpital“, a następnie „Wiedza“.

Notatki

CENTRALA
Drägerwerk AG & Co. KGaA
Moislinger Allee 53–55
23558 Lubeka, Niemcy

www.draeger.com

POLSKA
Dräger Polska Sp. z o.o.
ul. Posag 7 Panien 1
02-495 Warszawa
Tel. +48 22 243 06 58
Fax +48 22 243 06 59
info.polska@draeger.com

9045 502 | 19.02-1 | Communications & Sales Marketing | PL | PJ | © 2019 Drägerwerk AG & Co. KGaA