



Komitet ds. Intensywnej Terapii Amerykańskiego Towarzystwa Anestezjologicznego (*ASA Committee on Critical Care*) oraz Amerykańskie Towarzystwo Intensywnej Terapii (*SCCM*) opracowują wytyczne oraz materiały edukacyjne dotyczące postępowania klinicznego u pacjentów z COVID-19 w ciężkim stanie. Linki do wytycznych zostaną dodane niezwłocznie po ich udostępnieniu.

Przewodnik Amerykańskiego Towarzystwa Anestezjologicznego oraz Amerykańskiej Fundacji na rzecz Bezpiecznego Znieczulenia dotyczący wykorzystania aparatów do znieczulenia jako respiratory intensywnej terapii

Na podstawie

APSF/ASA Guidance on Purposing Anesthesia Machines as ICU Ventilators



American Society of
Anesthesiologists™



Anesthesia
Patient Safety
Foundation



ZESPÓŁ TŁUMACZĄCY PRZEWODNIK NA JĘZYK POLSKI

Martyna Adamczyk
Maria Dopierała
Paulina Horwat
Katarzyna Kuchalska
Ada Orłowska

Agnieszka Rabiza
Zuzanna Szklarska
Anna Wolanowska
Magdalena Wolanowska
Patrycja Woźniak

EDYCJA I SKŁAD: Szymon Pełczyński

KOREKTA: Martyna Adamczyk, Szymon Pełczyński, Anna Wolanowska

Aktualna wersja polskiego tłumaczenia wytycznych dostępna jest pod adresem:

<http://laryngoskop.eu/przewodnik-apsf-asa-dot-wykorzystania-aparatow-do-znieczulenia-jako-respiratory/>

Wprowadzenie

Aparaty do znieczulenia są wyposażone w respiratory, które w wielu przypadkach są w stanie zapewnić podtrzymującą życie wentylację mechaniczną u pacjentów z niewydolnością oddechową i w tym celu wykorzystuje się je każdego dnia na salach operacyjnych. Aparaty te nie są jednak zarejestrowane do prowadzenia długoterminowej wentylacji mechanicznej, mogą jednak stanowić cenne wsparcie podczas pandemii COVID-19, gdy ilość respiratorów intensywnej terapii nie jest wystarczająca. Wdrożenie tego rozwiązania zależeć będzie od lokalnych zasobów i ograniczeń. W twoim szpitalu mogą znajdować się aparaty do znieczulenia, które w obecnej chwili nie są wykorzystywane na salach operacyjnych czy pracowniach szpitalnych, takich jak np. pracownie endoskopii, radiologii inwazyjnej, w pobliskich ośrodkach opieki ambulatoryjnej, w gabinetach chirurgicznych i u dystrybutorów sprzętu anestezyjologicznego. Instrukcje udostępniane przez producentów sprzętu mogą nie uwzględniać wszystkich sytuacji klinicznych (takich jak ciągła wentylacja mechaniczna). Uruchomienie i dalsza obsługa aparatów należy do kompetencji specjalistów anestezjologii i intensywnej terapii. Dla bezpiecznego i skutecznego zastosowania respiratorów obecnych we wspomnianych aparatach niezbędna jest wiedza i doświadczenie w ich obsłudze, znajomość różnic między aparatem do znieczulenia a respiratorem oraz umiejętność dopasowania parametrów wentylacji w aparacie aby jak najwierniej naśladować możliwości wentylacji w warunkach intensywnej terapii.

Niniejszy dokument ma na celu dostarczyć zaleceń na temat bezpiecznego i efektywnego korzystania z aparatów do znieczulenia jako respiratorów OIT. W dalszej części przewodnika znajdują się szczegółowe informacje.

Skrócona wersja przewodnika dostępna jest na ostatnich dwóch stronach opracowania, oryginalna wersja jest dostępna do pobrania pod poniższym linkiem:

<https://www.asahq.org/-/media/files/spotlight/quick-reference.pdf>

(w języku angielskim)



[asahq.org/ventillators](https://www.asahq.org/ventillators)

Skrócony przewodnik można wykorzystać jako narzędzie przyłóżkowe, zawiera on harmonogram monitorowania skuteczności i bezpieczeństwa wentylacji przy użyciu aparatu do znieczulenia.

ASA współpracuje z różnymi towarzystwami w celu opracowania wykazu lokalnych zasobów, mogącego usprawnić transport urządzeń do miejsc, w których są one najbardziej potrzebne.

(UWAGA: Wdrożenie przedstawionych zaleceń zależy będzie od lokalnych warunków. Dokument ten dostarcza wskazówek, które mają na celu wspomóc lekarzy w podejmowaniu najskuteczniejszych i najbezpieczniejszych decyzji terapeutycznych.

Kluczowe kwestie, które należy wziąć pod uwagę przygotowując się do wykorzystania aparatów do znieczulania jako respiratorów na OIT

GŁÓWNE ZAGADNIENIA

CZY ZASTOSOWANIE APARATÓW DO ZNIECZULENIA JAKO RESPIRATORÓW NA OIT JEST ZGODNE Z DOKUMENTAMI REJESTRACJI FDA (FOOD AND DRUG ADMINISTRATION – AGENCJA ŻYWNOŚCI I LEKÓW USA) ORAZ INSTRUKCJAMI PRODUCENTÓW?

- FDA tymczasowo zatwierdziła stosowanie aparatów do znieczulenia jako respiratorów na OIT.
 - <https://www.fda.gov/medical-devices/letters-health-care-providers/ventilator-supply-mitigation-strategies-letter-health-care-providers>
 - Zasady FDA dot. egzekwowania przepisów dot. respiratorów w trakcie pandemii COVID-19: <https://www.fda.gov/media/136318/download>
- Firmy GE, Dräger i Mindray wydały dokumenty zawierające wytyczne wykorzystanie ich urządzeń niezgodnie z ich przeznaczeniem (*off-label*). W wytycznych znajdują się przydatne zalecenia dotyczące długoterminowego wykorzystania aparatów do znieczulenia w warunkach OIT.
 - **GE Healthcare (USA):** 24x7 wsparcie telefoniczne: +1 800 345 2700,
 - **GE Healthcare Polska:** 22 330 83 00
 - **GŁÓWNE INFORMACJE:** <https://www.gehealthcare.com/corporate/covid-19> (w języku angielskim)
 - **SZCZEGÓŁOWE INFORMACJE:** <https://www.gehealthcare.com/-/jssmedia/3c655c83bd6b427e9824994c12be0da5.pdf> (w języku angielskim)
 - <http://www3.gehealthcare.pl/>
 - **DRÄGER Medical:** 24x7 +1 800 437 2437
 - **Dräger Polska Sp. z o.o.:** 22 243 06 58
UWAGA: Szczegółowe wskazówki mogą być dostępne wyłącznie bezpośrednio od producenta.
 - https://www.draeger.com/en-us_us/Home/novel-coronavirus-outbreak (w języku angielskim)
 - https://www.draeger.com/pl_pl/Home/Novel-Coronavirus-Outbreak
 - **MINDRAY:** 24x7 wsparcie techniczne: +1 877 913 9663
 - **Mindray Medical Poland Sp. z o. o.:** 22 463 80 80
 - **SZCZEGÓŁOWE INFORMACJE:** <https://www.mindraynorthamerica.com/technical-support/> (w języku angielskim)
 - **GŁÓWNE INFORMACJE:** <https://www.mindraynorthamerica.com/covid-19-response/> (w języku angielskim)
 - <https://www.mindray.com/pl/news/details/20200331125737.html>
 - **Getinge Group (MAQUET):**
 - **Maquet Polska Sp. z o.o.:** 22 882 06 44

- https://www.getinge.com/dam/hospital/documents/marketing-sales/customer-letters/english/mcv00103387_reva_covid-19_customer_letter_long_term_ventilation_with_flow-en-us.pdf (w języku angielskim)

KTO POWINIEN OSŁUGIWAĆ URZĄDZENIE?

Anestezjolog (lub pielęgniarka anestezjologiczna) powinien być dostępny przez cały czas (24/7/365) aby nadzorować wykorzystanie aparatu do znieczulenia jako respiratora na OIT. Pielęgniarki OIT nie są szkolone w obsłudze aparatów do znieczulenia oraz prawdopodobnie będą nadmiernie przeciążone i zestresowane. Wskazane jest, aby anestezjolog przynajmniej raz w ciągu godziny sprawdził działania aparatu. Aparaty anestezjologiczne nie są chronione przed nieuprawnionym użyciem, należy ostrzegać nieuprawniony personel przed zmianą ustawień aparatu anestezjologicznego.

GDZIE NALEŻY UŻYWAĆ RESPIRATORÓW ANESTEZJOLOGICZNYCH? NA SALACH OPERACYJNYCH, CZY NA OIT?

Bieżącą opiekę nad pacjentami wymagającymi intensywnej terapii najlepiej sprawować na OIT, o rozmieszczeniu urządzeń będzie decydować jednak dostępność zasobów.

- **OIT:** pomieszczenia wymagają miejsca na zmieszczenie minimum aparatu do znieczuleń, źródła tlenu i powietrza o wysokim ciśnieniu. **Pochłanianie gazów nie jest potrzebne, ani konieczne, jeżeli odpowiednie filtry antywirusowe są umieszczone w układzie oddechowym aparatu.** Gniazda próżni (ssania) są dostępne na OIT, jednak połączenie ich z gniazdem wyciągu gazów anestetycznych może być niemożliwe z powodu braku kompatybilności złączy.
- **Sal operacyjne:** pomieszczenia bloku operacyjnego powinny być dostępne w sytuacji odwołania zabiegów planowych, jeśli dostępna jest w nich instalacja z podciśnieniem wówczas mogą stanowić dogodne miejsce izolacji. Aparat do znieczulenia jest podłączony do sieci gazów, może dysponować również dostępem do internetu, który umożliwi prowadzenie elektronicznej dokumentacji medycznej. Sale operacyjne mogą być jedynym rozwiązaniem w przypadku zapełnienia OIT. Należy jednak pamiętać o potencjalnych niedogodnościach takiego rozwiązania. Alarmy kardiomonitora mogą nie być słyszalne poza salą operacyjną, co wymaga ustawienia najwyższego poziomu ich głośności. Dodatkowo wskazane jest, aby w każdej sali wraz z pacjentem przebywał pracownik medyczny. Odtworzenie wszystkich warunków intensywnej terapii może nie być możliwe.
- **Łóżka na oddziałach pooperacyjnych/wybudzeniowych i innych szpitalnych pomieszczeniach:** oddziały pooperacyjne są z reguły dostępne, ze zwiększonym poziomem hałasu i możliwością rozprzestrzeniania czynnika zakaźnego. Inne pomieszczenia szpitalne mogą być bardziej odpowiednie. Aparat do znieczulenia wymaga jedynie przestrzeni fizycznej, źródła powietrza o wysokim ciśnieniu oraz tlenu aby pełnić rolę respiratora. Gdziekolwiek urządzenia nie zostaną umieszczone wymagana jest niezwłoczna dyspozycyjność anestezjologa oraz przestrzeganie planu monitorowania w celu zapewnienia bezpiecznego użytkowania.

JEŚLI POSIADAMY WYBÓR, CZY MA ZNACZENIE, KTÓREGO APARATU DO ZNIECZULENIA UŻYJEMY?

Istnieją różnice w możliwościach wentylacji mechanicznej w przypadku różnych aparatów do znieczulenia. Zasadniczo, nowsze aparaty posiadają więcej trybów wentylacji, elastyczniejsze ustawienia i specyfikację podobną do respiratorów OIT (Tabela). Preferowane są aparaty z możliwością **kompensacji podatności płuc i objętością oddechową niezależną od wartości**

Przewodnik APSF/ASA dot. wykorzystania aparatów do znieczulenia jako respiratory

przepływu świeżych gazów (FGF), gdyż dostarczają stabilne objętości oddechowe oraz zapewniają dokładniejsze monitorowanie.

Tabela specyfikacji respiratorów w wybranych aparatach do znieczulenia

MODEL APARATU DO ZNIECZULENIA	NAPĘD RESPIRATORA	P_{max}	RR max	PEEP max	V_T/MV max	SPIROMETRIA PODATNOŚĆ CZUŁOŚĆ
Dräger Apollo	E - tłok	70	100	20	1400 / 50	Y/Y/Y
Dräger Fabius, Tiro	E - tłok	70	60	15	1400 / 25	N/Y/Y
Dräger Perseus	E - turbina	80	100	35	1500 / 40	Y/Y/Y
GE Aisys	P - miech	100	100	30	1500 / 120	Y/Y/Y
GE Aisys C ₂	P - miech	100	100	30	1500 / 120	Y/Y/Y
GE Avance	P - miech	100	100	30	1500 / 120	Y/Y/Y
GE Avance C ₂	P - miech	100	100	30	1500 / 120	Y/Y/Y
GE Carestation 600 series	P - miech					Y/Y/Y
Getinge Flow-i	P - reflektor objętości	80	100	50		Y/Y/Y
Mindray A7 Advantage	P - miech	100	100	30	1500 / 30	Y/Y/Y
Mindray A5 Advantage	P - miech	100	100	30	1500 / 30	Y/Y/Y
Mindray A4 Advantage	P - miech	100	100	30	1500 / 30	N/Y/Y

P – pneumatyczny E – elektryczny

W pierwszej kolejności należy wykorzystać najbardziej przydatne aparaty do znieczulenia. Minimalne kryterium jakie powinien spełniać taki aparat to umiejętność naśladowania wentylacji w trybie SIMV + PS, zarówno w trybie wentylacji objętościowo-zmiennej i ciśnieniowo-zmiennej, wraz ze wsparciem ciśnieniowym. Możliwości wentylacji mechanicznej w większości aparatów do znieczulenia, nawet tych z ograniczoną liczbą trybów wentylacji i brakiem wsparcia ciśnieniowego, powinny być wystarczające w przypadku interwencji ratującej życie u większości pacjentów. Istotna jest możliwość monitorowania oddechu, wliczając w to monitorowanie ciśnienia i przepływu, z funkcją alarmu. Spirometria w czasie rzeczywistym (krzywe: przepływ-objętość, ciśnienie-objętość) jest przydatna w opiece nad pacjentami z niewydolnością oddechową oraz przy diagnozowaniu przecieku wokół rurki dotchawiczej i zwiększonego oporu w drogach oddechowych przy stosowaniu filtra z wymiennikiem ciepła i wilgoci .

Przewodnik APSF/ASA dot. wykorzystania aparatów do znieczulenia jako respiratory

Zużycie tlenu może być wskaźnikiem przy wyborze wentylatorów aparatów do znieczulania i kontrolowaniu trybów wentylacji. Zasadniczo respiratory z napędem pneumatycznym zużywają więcej tlenu niż te napędzane elektrycznie. W dalszej części tekstu zostaną opisane modyfikacje umożliwiające zmniejszenie zużycia tlenu przy wszystkich rodzajach urządzeń.

DOKUMENTACJA PARAMETRÓW WENTYLACJI

W części szpitali aparaty do znieczulenia są podłączone do sieci w celu zautomatyzowania zapisu parametrów wentylacji do dokumentacji pacjenta. Kontynuacja takiego zapisu jest łatwa jeśli aparaty pozostają w sali operacyjnej. Jeśli aparat do znieczulania zostanie przeniesiony do innej części szpitala, w wielu przypadkach będzie trzeba ponownie podłączyć aparat do sieci lub sporządzać dokumentację manualnie. W przypadkach gdy manualna dokumentacja jest wymagana, należy użyć w tym celu szablonu.

CZY APARATY DO ZNIECZULENIA MOGĄ BYĆ UŻYTE DO PODAWANIA ANESTETYKÓW WZIEWNYCH DO SEDACJI?

Użycie wziewnych anestetyków do sedacji nie jest rekomendowane. Poza sedacją, fizjologiczny wpływ wziewnych anestetyków może utrudniać opiekę nad pacjentem, a jego efekty w wielu przypadkach nie będą jasne dla innych pracowników medycznych.

OBSŁUGA SPRZĘTU

PRZYOGOTOWANIE APARATU

Przygotowanie aparatu będzie wymagało:

- połączenia ze sprężonym tlenem oraz powietrzem do szpitalnego systemu gazów lub do butli z tlenem (cylinder G lub H) – należy wówczas przygotować zapasowe butle z tlenem i powietrzem;
- usunięcia bądź wysuszenia wszystkich parowników;
- usunięcia butli z podtlenkiem azotu oraz przewodów;
- regulacji systemu odprowadzania gazów anestetycznych (jeśli znajduje się poza salą operacyjną, może nie być kompatybilny z wylotem gazów np. nie ma możliwości podłączenia systemu pochłaniającego z wylotem)
- jeśli pochłaniacz nie jest połączony z próżnią, to:
 - powinien być rozłączony od przewodów biegnących z układu oddechowego i respiratora, lub:
 - worek rezerwuarowy pochłaniacza powinien być usunięty, jeśli układ pochłaniacza jest zamknięty
 - obie interwencje zapobiegą wzrostowi ciśnienia w systemie pochłaniacza, które spowodowałoby cofanie się gazu do układu oddechowego i niepożądanego PEEP w drogach oddechowych
- zmiany gazu napędowego w respiratorach napędzanych miechem – standardowo jest to 100% tlen, zużywany w objętości zbliżonej do wentylacji minutowej (która jest znacząco wyższa niż zużycie świeżego tlenu), dlatego przy jego ograniczonych zasobach można rozważyć użycie skompresowanego powietrza do napędu miecha

Przewodnik APSF/ASA dot. wykorzystania aparatów do znieczulenia jako respiratory

Takie modyfikacje mogą być dokonane w czasie krótszym niż 1 godzina przez przeszkolonego specjalistę zgodnie z instrukcją od producenta.

- Zmiana gazu napędowego w respiratorach GE ze 100% tlenu na sprężone powietrze jest opisywana w instrukcji obsługi:
 - Aisys CS2: sekcja 9.27 Zmiana gazu napędowego
 - Avance CS2: sekcja 9.27 Zmiana gazu napędowego
 - Carestation 6xx: sekcja Zmiana gazu napędowego
 - Aespire View: sekcja 9.28 Zmiana gazu napędowego

UWAGA: Po zmianie gazu napędowego należy w ustawieniach na ekranie aparatu zmienić wybór gazu napędowego. Dokładne wskazówki znajdują się w instrukcji obsługi. Jeśli ustawienie gazu napędowego w aparacie nie będzie się zgadzało ze stanem faktycznym, realizowane objętości oddechowe mogą nie być prawidłowe.

- układu oddechowego z workiem rezerwurowym i filtrem antywirusowym, aby chronić sprzęt przed wewnętrznym skażeniem; jeden filtr z wymiennikiem ciepła i wilgoci (HMEF) powinien być podłączony w miejscu łączącym rurkę dotchawiczą z przepływem powietrza, natomiast drugi filtr powinien być umieszczony przy rurze wydechowej w miejscu połączenia z aparatem do znieczulenia (zobacz przewodnik dotyczący dekontaminacji aparatu do znieczulenia u pacjentów z COVID-19: <https://www.apsf.org/faq-on-anesthesia-machine-use-protection-and-decontamination-during-the-covid-19-pandemic/> - w języku angielskim); wymiana filtrów i układów oddechowych powinna być łatwo dostępna;
- dostępności maski twarzowej z workiem samorozprężalnym i filtrem wydechowym jako możliwość wentylacji zastępczej; niektóre aparaty do znieczulenia umożliwiają w trybie awaryjnym ręczną wentylację poprzez dołączony do układu oddechowego worek;
- monitora przepływu gazów – wdychanego tlenu oraz wdychanego i wydychanego dwutlenku węgla, zarówno wewnątrz jak i na zewnątrz aparatu.

PRZEPROWADZANIE TESTU SAMOKONTROLI APARATU

Większość nowoczesnych aparatów do znieczulenia ma zaprogramowane testy samokontroli, które powinny być przeprowadzane codziennie (co 24h) dla zapewnienia właściwej pracy aparatu. Pacjent nie może być wentylowany w trakcie trwania tego testu, nawet w sposób ręczny, więc niezbędne są w tym czasie alternatywne sposoby wentylacji. Wytyczne od producentów dopuszczają z uwagi na pandemię COVID-19 i ograniczenie dostępności przeprowadzać testy urządzenia co 72h, chociaż nie jest to najlepsze postępowanie

Resetowanie maszyny powinno następować pomiędzy każdym pacjentem i nie dłużej niż co 25 dni.

DOSTARCZANIE WYMAGANEGO STĘŻENIA WDECHOWEGO TLENU

- z uwagi na zjawisko oddechu zwrotnego w układzie okrężnym, stężenie wdychanego tlenu może być istotnie niższe niż stężenie świeżych gazów, dlatego należy je monitorować; oddech zwrotny wzrasta stopniowo jeśli przepływ świeżych gazów spadnie poniżej wentylacji minutowej
- w niektórych aparatach do znieczuleń stężenie tlenu w świeżym gazie może być ustawiane bezpośrednio wraz z całkowitym przepływem.
- w innych urządzeniach stężenie tlenu w strumieniu świeżych gazów jest obliczane automatycznie na podstawie zadanego przepływu tlenu i gazu; poniższa tabela przedstawia

Przewodnik APSF/ASA dot. wykorzystania aparatów do znieczulenia jako respiratory

proporcje tlenu i powietrza w strumieniu świeżych gazów i uzyskanego stężenia tlenu, jakie trafi do układu:

DOCELOWE FIO ₂	PROPORCJA TLEN:POWIETRZE	PRZEPIY W TLENU PRZY PRZEPIY WIE CAŁKOWITYM 5L/MIN	PRZEPIY W POWIETRZA PRZY PRZEPIY WIE CAŁKOWITYM 5L/MIN
21%	0 : 1	0,0	5,0
25%	0,06 : 1	0,3	4,7
30%	0,13 : 1	0,6	4,4
35%	0,21 : 1	0,9	4,1
40%	0,31 : 1	1,2	3,8
50%	0,59 : 1	1,9	3,1
60%	0,99 : 1	2,5	2,5
80%	3 : 1	3,8	1,3
100%	1 : 0	5,0	0,0

- niezależnie od ustawionego **stężenia świeżego tlenu**, ostateczne stężenie wdychanego przez pacjenta tlenu zależy od **przepływu świeżych gazów i natężeniu oddechu zwrotnego**; utrzymanie pożądanego stężenia wdychanego tlenu może wymagać zmian w przepływie świeżego tlenu.

USTAWIENIA CAŁKOWITEGO PRZEPIY WU ŚWIEŻYCH GAZÓW

Kluczową cechą odróżniającą aparat do znieczulenia od respiratora OIT jest możliwość wprowadzania zmian do ustawionych przepływów świeżych gazów i oddechu zwrotnego. Jeśli przepływ świeżych gazów przewyższa wentylację minutową, wówczas oddech zwrotny jest niewielki lub nie występuje wcale. Wraz ze zmniejszaniem przepływu świeżych gazów wzrasta objętość oddechu zwrotnego. Minimalny bezpieczny przepływ świeżych gazów ogranicza zużycie tlenu oraz jego straty wynikające z przecieków oraz objętości pobieranych do analizatorów.

Niniejsze zalecenie redukcji przepływu świeżych gazów wykorzystuje specyficzność budowy aparatu do znieczulenia w celu zminimalizowania zużycia tlenu i zachowania wilgotności wdychanego powietrza. Bezpieczne zmniejszenie przepływu świeżych gazów wymaga zapasu pochłaniaczy dwutlenku węgla oraz obecności wykwalifikowanego personelu obsługującego aparat.

- OPCJA 1 (zalecana przy wystarczającej ilości pochłaniaczy CO₂ i obecnym anestezjologu celem obsługi aparatu):**

Istotnie zmniejsz przepływ świeżych gazów poniżej wentylacji minutowej. Przepływ 1-2 l/min powinien być wystarczający dla większości pacjentów, zaoszczędzi tlen oraz utrzyma wilgotność powietrza. W celu monitorowania pacjenta alarmy powinny być ustawione przy minimalnym stężeniu wdechowym tlenu i CO₂ 5 mmHg. Kontrola wentylacji powinna obejmować również ocenę obecności wody w układzie oddechowym (wilgotność) oraz zapadania się worka rezerwarowego w związku z przeciekami. Jest dobrą praktyką

Przewodnik APSF/ASA dot. wykorzystania aparatów do znieczulenia jako respiratory

zwiększanie przepływu świeżych gazów co kilka godzin powyżej wartości wentylacji minutowej aby wysuszyć wewnętrzne elementy układu okrężnego. Jeśli w układzie pojawi się zbyt dużo skroplonego gazu, zagrażając utrzymaniu prawidłowej wentylacji pacjenta, zwiększenie przepływu świeżych gazów może zmniejszyć ilość kondensującej się wody.

Uwaga! Przed odłączeniem układu od pacjenta, przełącz aparat na tryb ręcznej wentylacji, co pozwoli zachować część obecnego w układzie oddechowym gazu. W przeciwnym wypadku ustabilizowanie wentylacji będzie wymagało dużych przepływów dla wyrównania objętości worka rezerwuarowego.

- **OPCJA 2 (zalecana przy niewystarczającej ilości pochłaniaczy CO₂ ale wystarczających zapasach tlenu):**

Zwiększ przepływ świeżych gazów, aby osiągnąć lub przekroczyć wentylację minutową. Pochłaniacz CO₂ będzie wykorzystywany w niewielkim stopniu, jeśli w ogóle, ponieważ oddech zwrotny będzie zredukowany. Jeśli kapnografia wskazuje na obecność oddechu zwrotnego, zwiększanie przepływu świeżych gazów do momentu aż wydychane CO₂ osiągnie 0 pozwoli na jego wyeliminowanie. Innym problemem może być niewystarczające nawilżenie dopływających gazów. W tej sytuacji wymagane będą co najmniej filtry z wymiennikami ciepła i wilgoci, a nawet aktywny nawilżacz. Korzystanie z dużego przepływu świeżych gazów nie jest preferowane z powodu dużego zużycia tlenu i trudności z dostarczaniem nawilżonych gazów. Monitorowanie jest łatwiejsze, ale nadal niezbędne są alarmy dla stężenia wdychanego tlenu i CO₂. Pochłaniacz dwutlenku węgla powinien być pozostawiony na swoim miejscu, lecz przy ciągłym używaniu dużych przepływów nie będzie potrzeby częstszej jego wymiany, o ile w ogóle.

STRATEGIE OSZCZĘDZANIA TLENU

Dostępność tlenu będzie się różnić w zależności od miejsca. W przypadku niewystarczającego zaopatrzenia w tlen można stosować strategię ograniczającą jego zużycie przez aparat do znieczulenia. Bez modyfikacji niektóre aparaty do znieczulenia mogą zużywać 10-12 l/min tlenu, w porównaniu do 7-10 l/min tlenu zużywanych przez respiratory OIT. Zastosowanie poniższych wskazówek może zmniejszyć zużycie tlenu do 1-2 l/min.

- zmniejsz przepływ świeżych gazów do 1-2 l/min
- użyj aparatu zasilanego elektrycznie (obecnie produkowanego jedynie przez Dräger); urządzenia te nie zużywają tlenu do wytworzenia ciśnienia i przepływu (nie posiadają miecha); zużycie tlenu jest równe przepływowi świeżych gazów.
- użyj sprężonego powietrza jako gazu napędowego w respiratorze napędzanym miechem (standardowo napędzany sprężonym tlenem)
 - GE udokumentowało procedurę zmiany gazu napędowego we wszystkich swoich urządzeniach; wykwalifikowany specjalista może to zrobić w mniej niż godzinę; anestezjolodzy i pielęgniarki anesteziologiczne zwykle nie będą w tym przeszkoleni; instrukcje producenta znajdują się powyżej

UWAGI NA TEMAT NAWILŻANIA

Przewodnik APSF/ASA dot. wykorzystania aparatów do znieczulenia jako respiratory

Sprężone gazy dostarczane do układu okężnego nie są nawilżone. Brak nawilżenia gazów oddechowych może wysuszać śluz i inne wydzieliny w drogach oddechowych, prowadząc do zacieplenia ich śluzem, co dalej może uszkadzać nabłonek płuc. Z tego powodu podczas długotrwałej wentylacji szczególnie ważne jest utrzymanie nawilżenia dróg oddechowych. W sytuacji gdy właściwe poziomy nawilżenia i ich skutki są trudne do przewidzenia, poniższe uwagi mogą być pomocne:

- przy przepływie świeżych gazów poniżej 2 l/min wdychany gaz jest biernie nawilżany wskutek reakcji pochłaniacza z CO₂ (wydziela się woda) oraz przez parę wodną w wydychanym powietrzu; poziom wilgotności powinien utrzymać się w normie w trakcie krótkotrwałej wentylacji (potencjalnie również w trakcie długotrwałej wentylacji) nawet pomimo braku filtra z wymiennikiem ciepła i wilgoci, jego dodanie powinno zapewnić odpowiednie nawilżenie przy długotrwałej wentylacji.
- przy przepływie świeżych gazów powyżej 5 l/min wdychane powietrze nie będzie nawilżone, jeśli nie zastosuje się filtra z wymiennikiem ciepła i wilgoci; aktywne nawilżanie jest odradzane przez większość producentów, ale można je rozważyć.
- w przypadku zastosowania aktywnego systemu nawilżania **NAPOTKASZ** problemy związane z wentylacją oraz monitorowaniem, które będą musiały zostać opanowane; z upływem czasu przy niskim przepływie świeżych gazów z aktywnym nawilżaniem będą kondensować się znaczne ilości wody w układzie oddechowym; budowa aparatów do znieczulenia nie jest przystosowana do obsługi znacznych ilości wody w układzie, co może zwiększyć opór w układzie, zakłócać pracę czujników (przepływu, analizatorów gazów oddechowych) a nawet spowodować zwarcie; kondensacji mogą zapobiegać układy z zainstalowanym ogrzewaczem gazów a w niektórych układach mogą być zainstalowane skraplacze i pułapki wodne; przy długotrwałej wentylacji mechanicznej należy regularnie odprowadzać wodę z rur oddechowych oraz zbiorników zbierających wodę w układzie, co może wiązać się z koniecznością ręcznej wentylacji pacjenta w trakcie procedury.

MONITOROWANIE WENTYLACJI

Monitorowanie wentylacji mechanicznej z użyciem aparatu może wymagać zwrócenia uwagi na więcej elementów niż w trakcie zabiegu operacyjnego, należą do nich użycie dodatkowych filtrów w układzie oddechowych, zbieranie się wody kondensacyjnej oraz potencjalne ryzyko aerolizacji u chorych z COVID-19.

- monitorowane parametry (ciśnienie, przepływ, objętość, wentylacja minutowa) powinny zostać zapisane wraz z rozpoczęciem terapii dla dalszego punktu odniesienia, podobnie w przypadku parametrów spirometrycznych (jeśli dostępne);
- w przypadku pojawienia się wody lub wydzielin w układzie oddechowym wzrasta opór na filtrach oddechowych (szczególnie filtrach elektrostatycznych); ponieważ ciśnienie jest mierzone przed filtrem z wymiennikiem ciepła i wilgoci, wzrost ciśnienia w drogach oddechowych będzie występował stosunkowo późno; wczesnym sygnałem będzie utrudnienie przepływu wydechowego, które należy zweryfikować porównując poprzednie zapisy przepływu wydechowego oraz krzywych spirometrycznych przepływ-objętość; innym wskaźnikiem utrudnionego przepływu wydechowego może być spadek szczytowego przepływu wydechowego lub wydłużenie przepływu, które będą widoczne na zapisie przepływu lub krzywej przepływ-objętość; może pojawić się również niewielkie opóźnienie czy błędny zapis kapnografii;

Przewodnik APSF/ASA dot. wykorzystania aparatów do znieczulenia jako respiratory

- gromadzenie wody kondensacyjnej w układzie oddechowym oraz w jego częściach może wywołać oscylacje w krzywych ciśnienia oraz przepływu ze względu na tworzenie się pęcherzyków wokół płynu; oscylacje mogą być rozpoznane przez aparat jako wysiłek oddechowy pacjenta, co z kolei inicjuje wentylację wywołaną reakcją pacjenta; należy skontrolować obecność wody w układzie szczególnie gdy całkowita ilość oddechów przewyższa ilość oddechów ustawioną na respiratorze u pacjenta sedowanego lub zwiotzonego;
- przeciek w obrębie mankietu rurki dotchawiczej stanowi ryzyko u pacjentów z COVID-19 z powodu możliwe aerolizacji wirusa; oznaką przecieku może być zmniejszenie wartości mierzonej objętości wydechowej względem objętości wdechowej, co spowoduje, że krzywa spirometryczna przepływ-objętość się nie zamknie; przy niskim przepływie świeżych gazów i przecieku miech nie zostanie odpowiednio rozprężony w trakcie wydechu (w aparatach Dräger z respiratorami napędzanymi tłokiem lub turbiną zaobserwuje się sukcesywne zmniejszanie objętości worka rezerwuarowego)

PODAŻ ANESTETYKÓW WZIEWNYCH

Aparaty do znieczulenia umożliwiają podawanie anestetyków wziewnych do sedacji w opiece długoterminowej. Mimo że jest to rozwiązanie atrakcyjne w obliczu małej dostępności anestetyków dożylnych, nie jest to zalecane w przypadku używania aparatu do znieczulenia jako respirator OIT. Odradza się takiego postępowania zwłaszcza wtedy, gdy niemożliwe jest podłączenie aparatu do systemu odprowadzania gazów anestetycznych (dostępnego zazwyczaj jedynie w warunkach sali operacyjnej). Potencjalne szkodliwy wpływ długotrwałej sedacji anestetykami wziewnymi nie został zbadany. Stosowanie anestetyków wziewnych wymagałoby ciągłej obecności osoby odpowiedzialnej za podanie środka przy pacjencie w celu monitorowania wywieranego przez ten środek działania.

PRZYGOTOWANIE URZĄDZEŃ DO UŻYCIA U KOLEJNYCH PACJENTÓW

Jeżeli w przebiegu opieki nad pacjentem zgodnie z instrukcją ich zastosowania wykorzystano filtry w układzie oddechowym, należy postępować według procedur szpitalnych określających proces czyszczenia i dezynfekcji tych urządzeń. Jeśli takie postępowanie zostanie wdrożone, nie powinno wystąpić zwiększone ryzyko zakażenia pacjenta wirusem wywołującym COVID-19 poprzez aparat do znieczulenia. W przypadku dowodów na zanieczyszczenie wewnętrznych powierzchni układu oddechowego urządzenia, należy postępować zgodnie z zaleceniami producenta dotyczącymi dekontaminacji i stosować się do wytycznych opisujących szczegółowo każdą z procedur. Informacje można również uzyskać poprzez stronę internetową *Anesthesia Patient Safety Foundation*:

<https://www.apsf.org/faq-on-anesthesia-machine-use-protection-and-decontamination-during-the-covid-19-pandemic/#cleaning>

PRZYGOTOWANIE APARATU DO ZNIECZULENIA DO ROLI RESPIRATORA

MONITOROWANIE WENTYLACJI MECHANICZNEJ

Przewodnik APSF/ASA dot. wykorzystania aparatów do znieczulenia jako respiratory

Instrukcja przygotowania i monitorowania wykorzystania aparatów do znieczulenia jako respiratory intensywnej terapii

PRZYGOTOWANIE

- Upewnij się, że masz pod ręką worek samorozprężalny do ręcznej wentylacji
- Podłącz/sprawdź instalację gazów medycznych
 - Sprawdź ciśnienie gazów – minimum 45 psi
 - Miej w zapasie pełne butla z tlenem i powietrzem z cylindrem E
 - Odłącz przewody oraz złącza dla podtlenku azotu
 - Zmień napęd miechów respiratora z tlenu na sprężone powietrze
- Instalacja odprowadzania gazów
 - Podłącz do próżni lub pozwól na odprowadzanie do pomieszczenia
- Parowniki
 - Usuń lub opróżnij
- Wyposaż maszynę w jednorazowe:
 - Układy oddechowe
 - Filtry
 - Z wymiennikiem ciepła i wilgoci do dróg oddechowych, do analizy mieszaniny oddechowej do urządzenia
 - Dołącz drugi filtr do ramienia wydechowego jeśli możliwe (wymagane przy braku filtra do dróg oddechowych)
 - Aktywne nawilżanie nie jest zalecane, ale może być niezbędne przy braku filtra z wymiennikiem ciepła i wilgoci – wymaga dodatkowego monitorowania
 - Duży worek rezerwarowy – 3 litry
 - Analizator gazów oddechowych dla tlenu i dwutlenku węgla
- Przeprowadź autotest aparatu
 - Pomiar podatności układu jest niezbędny – nie zmieniaj węży i innych elementów po jego przeprowadzeniu
 - Potwierdź brak usterek
- Sprawdź alarmy, ustaw limity i maksymalną objętość (UWAGA: ustawienia domyślne mogą nie spełniać potrzeb pacjentów intensywnej terapii)
 - Alarm wdechowego CO₂ 5 mmHg
 - Alarm wydechowego CO₂ dla kontroli utrzymującej się hiperkapnii
 - Alarmy ciśnień – wysokiego oraz niskiego jeśli dostępny alarm bezdechu
 - Objętość oddechowa/wentylacja minutowa
- Ustaw zastawkę gazów nadmiarowych (APL) na 0 cm H₂O

ROZPOCZYNIANIE WENTYLACJI

- Ustawienia przepływu świeżych gazów
 - Opcja 1: niski przepływ świeżych gazów dla oszczędzania tlenu
 - Utrzymuje wilgotność
 - **Wymaga pochłaniacza CO₂ i jego nadzorowania**
 - **Alarm wdechowego CO₂ musi być ustawiony na 5 mmHg**
 - Opcja 2: przepływ świeżego gazu ≥ wentylacja minutowa
 - Nie wymaga pochłaniacza CO₂ (zwiększ przepływ świeżych gazów jeśli obecne wdechowe CO₂)
 - Wymaga nawilżania powietrza – rozważ aktywne nawilżanie
- Ustawianie stężenia tlenu
 - Elektroniczne przepływomierze – ustaw docelowe stężenie tlenu i kontroluj wartości realizowane
 - Mechaniczne przepływomierze
 - Ustaw odpowiednią mieszanekę powietrze/tlen aby osiągnąć docelowe stężenie tlenu (sprawdź tabelę)
 - Należy monitorować wdechowe stężenie tlenu szczególnie przy niskim przepływie świeżych gazów – będzie mniejsze niż ustawione
- Ustaw respirator (zgodnie z przewodnikiem CCM)
 - Tryb wentylacji
 - Ustawienia
 - Częstość oddechów
 - Objętość
 - Stosunek wdech:wydech (I:E)
 - PEEP
- Rozpocznij wentylację mechaniczną
 - **Zapisz bazowe krzywe spirometryczne jeśli to możliwe**
 - **Zapisz bazowe wykresy przepływu i ciśnienia – rozważ zrobienie zdjęcia ekranu**
 - Zapisuj monitorowane wartości
 - Ciśnienie-objętość
 - Zgodność stężenia gazów z ustawieniami

SCHEMAT MONITOROWANIA (zapisuj ręcznie czas i parametry, jeśli aparat nie jest podłączony do elektronicznej dokumentacji medycznej)

ZADANIE	CIĄGŁE MONITOROWANIE	CO GODZINĘ	CO 4 GODZINY	CO 24 GODZINY
Alarmy	X			
Pochłaniacz CO ₂		X		
Parametry wentylacji <ul style="list-style-type: none"> • Stęż. wdechowe tlenu • Stęż. wdechowe i wydechowe CO₂ • Ciśnienie wdechowe • Objętość oddechowa • Spirometria • <i>Stężenie anestetyku</i> 	X			
Sprawdź obecność skroplonej pary wodnej i wydzielin w układzie <ul style="list-style-type: none"> • Filtry • Pułapka wodna 		X		
<i>Sprawdź poziom płynu w parowniku jeśli pacjent sedowany anestetykiem wziewnym</i>				
Wymień filtr z wymiennikiem ciepła i wilgoci			X	
Zwiększ przepływ świeżych gazów do wartości wentylacji minutowej lub powyżej na 15 minut			X	
Przeprowadź autotest*				X

* W czasie autotestu aparat do znieczulenia nie będzie wentylował pacjenta, dlatego należy przygotować worek samorozprężalny do ręcznej wentylacji przez kilka minut. Rozważ respirator transportowy, jeśli wentylacja workiem nie będzie skuteczna. Aparat do znieczulenia należy resetować (odłączyć od zasilania) pomiędzy kolejnymi pacjentami i przynajmniej co 25 dni.