

mgr Tomasz Kulpok-Bagiński^{1,2}, mgr Michał van der Coghen^{1,3}, mgr Bartłomiej Placek^{1,4}

¹ratownik medyczny

²Wyższa Szkoła Planowania Strategicznego w Dąbrowie Górniczej, Pogotowie Ratunkowe Riemer Bełchatów, ERUDIO Centrum Szkoleń Medycznych i Bezpieczeństwa

³MSW Katowice, starszy instruktor ratownictwa górskiego GOPR, stały biegły sądowy

⁴Pogotowie Ratunkowe Riemer Bełchatów, ERUDIO Centrum Szkoleń Medycznych i Bezpieczeństwa

Stosowanie tlenoterapii w ratownictwie medycznym

Praca recenzowana

Stosowanie tlenoterapii w ratownictwie medycznym wymaga znajomości nie tylko podstaw patofizjologii stanów zagrożenia życia i zastosowania tlenu, lecz także użycia odpowiedniego sprzętu.

W ciągu ostatnich kilkunastu lat zmieniały się ogólne zasady oraz podejście do stosowania tlenu, szczególnie w ratownictwie medycznym. Wszyscy pamiętamy słynną zasadę doktora Edwardsa: „Jeśli nie wiesz, co zrobić, podaj tlen w możliwie jak najwyższym stężeniu”, która w dzisiejszych czasach straciła na znaczeniu. Aktualne doniesienia dotyczące stosowania tlenoterapii w stanach zagrożenia życia obejmują nie tylko wskazania dotyczące podaży tlenu, ale również odwołują się w sposób szczególny do rozważań w jego podawaniu. Zgodnie z aktualnymi wytycznymi postępowania z pacjentem z niepowikłanym zawałem mięśnia sercowego (tj. u którego nie stwierdza się cech hipoksji, zastoju w krążeniu płucnym czy duszności), w postępowaniu ratunkowym określanym akronimem MONA (M – morfina, O – *oxygen*, N – nitrogliceryna, A – kwas acetylosalicylowy) można pominąć podaż tlenu. Należy pamiętać, że tlen może wykazywać działania toksyczne i jego stosowanie powinno być racjonalne. Zatrucie tlenowe, głównie kojarzone z wypadkami u pletwonurków, może wystąpić również w innych sytuacjach, szczególnie wówczas, kiedy stosujemy tlen w dużym stężeniu przez długi okres czasu lub kiedy podajemy go pod zwiększonym ciśnieniem.

Negatywne działanie tlenu, określane jako działanie toksyczne, można zaobserwować, kiedy czas jego podawania jest dłuższy niż 48 godzin, a procentowość mieszanki, którą oddycha chory, jest większa niż 60%.

W doniesieniach naukowych bywały jednak opisywane przypadki niekorzystnego działania tlenu nawet przy krótszej ekspozycji i mniejszej procentowości. Jednym z przykładów przeprowadzonych badań jest obserwacja korzyści płynących z podaży tlenu u pacjenta z zawałem mięśnia sercowego. ▶

► Title

The use of oxygen therapy in emergency care

► Streszczenie

W ciągu ostatnich kilkunastu lat znacząco zmieniły się zasady stosowania tlenu w ratownictwie medycznym. Dalej natomiast uzyskanie drożności dróg oddechowych oraz zapewnienie sprawnej wentylacji jest kluczowym elementem postępowania ratunkowego dla każdego ratownika medycznego, lekarza i pielęgniarki. Dostęp do coraz lepszego sprzętu spowodował zmiany dotychczasowych założeń oraz umożliwił bardziej racjonalne wykorzystanie tlenu medycznego w celach leczniczych. To wszystko doprowadziło do wyodrębnienia się kolejnych założeń oraz zasad postępowania.

► Słowa kluczowe

tlenoterapia, stosowanie tlenu w ratownictwie medycznym, gazometria

► Summary

Over the past several years the rules regarding the use of oxygen in emergency medical services have significantly changed. But still obtaining a patient's airway and ensuring the efficient ventilation are the key components of emergency procedures of each paramedic, doctor and nurse. The access to better and better equipment has caused changes in the existing assumptions and has allowed for a more rational use of medical oxygen for therapeutic purposes. This all have led to the emergence of the next assumptions and rules of management.

► Keywords

oxygen therapy, the use of oxygen in emergency medical services, gas analysis

Zalety	Wady/uwagi
<ul style="list-style-type: none"> dobrze tolerowane przez pacjentów 	<ul style="list-style-type: none"> małe stężenie tlenu wdychanego 24-44% O₂ dopuszczalne małe przepływy tlenu 1-6 l/min

Tab. 1. Kaniule donosowe

Zalety	Wady/uwagi
<ul style="list-style-type: none"> możliwe uzyskanie dużego stężenia tlenu: <ul style="list-style-type: none"> przy masce bez rezerwuaru 45-60% przy masce z rezerwuarem 60-100% w maskach Venturiego możliwe ustawienie oczekiwanego stężenia O₂ wdechowego 24-50% przy przepływie 4-8 l możliwy duży przepływ, uzyskując w optymalnej wersji do 100% O₂ 	<ul style="list-style-type: none"> gorzej tolerowane przez pacjentów przy maskach bez zastawek bezzwrotnych, bez rezerwuaru – „tańszych” (częściej stosowanych) i niewielkie stężenie tlenu do 44% O₂

Tab. 2. Maski inhalacyjne

Zalety	Wady/uwagi
<ul style="list-style-type: none"> możliwość podaży leków inhalowanych 	<ul style="list-style-type: none"> do skutecznej nebulizacji konieczne stosowanie przepływu do 10 l/min

Tab. 3. Maski – nebulizacje

Zalety	Wady/uwagi
<ul style="list-style-type: none"> możliwość tlenoterapii biernej i czynnej możliwość połączenia z elementami do udrażniania dróg oddechowych, co zmniejsza opór podczas wentylacji <ul style="list-style-type: none"> urki krtaniowe maski krtaniowe urki intubacyjne zapewnienie odpowiedniej wentylacji i natlenienia z możliwością osiągnięcia dużego stężenia tlenu <ul style="list-style-type: none"> do 21% – wentylacja samym workiem 40-60% – wentylacja z podłączonym O₂ do 100% w przypadku podłączenia O₂ i rezerwuaru tlenu ratownik wyczuwa podatność i opór dróg oddechowych 	<ul style="list-style-type: none"> podczas działań ratowniczych w celu prowadzenia wentylacji 100% O₂ konieczność zastosowania rezerwuaru tlenu trudne utrzymanie szczelności podczas wentylacji z zastosowaniem maski twarzowej, preferowany chwyt CE hipowentylacja „napompowanie” żołądka wentylacja poszkodowanego z wykorzystaniem nad- i podgłośniowego sprzętu zmniejsza niebezpieczeństwo powikłań i jest technika prostsza

Tab. 4. Worki samosprężalne + maska twarzowa

Zalety	Wady/uwagi
<ul style="list-style-type: none"> skuteczne podtrzymanie języka w celu udrożnienia dróg oddechowych pełna rozmiarówka (kodokolorowe) możliwość zastosowania UG w celu zabezpieczenia rurki intubacyjnej przed przegryzieniem różne rodzaje <ul style="list-style-type: none"> rurka Guedela rurka Safara (dwie rurki UG połączone kotnierzami górnymi), umożliwiającą prowadzenie wentylacji przez proksymalną część rurki COPA – z mankietem uszczelniającym (rzadko spotykane) 	<ul style="list-style-type: none"> dwie techniki doboru rozmiaru <ul style="list-style-type: none"> kącik ust/płatek ucha siekacze/kąt żuchwy dwie techniki założenia rurki <ul style="list-style-type: none"> klasycznie poprzez włożenie rurki w kierunku podniebienia i obrócenie o 180 stopni alternatywnie (szczególnie w pediatrii) z przytrzymaniem języka szpatułką i włożeniem krtaniowym bez obrócenia rurka UG nie musi spowodować skutecznego udrożnienia dróg oddechowych z powodu „wiotkiego” podniebienia miękkiego u pacjentów z odruchem gardłowym możliwość wywołania wymiotów rurka UG zbyt dużego rozmiaru może zablokować krtań, a za krótka – wepchnąć język, co powoduje niedrożność dróg oddechowych, bradykardię rurki do UG nie zabezpieczają dróg oddechowych przed możliwością aspiracji

Tab. 5. Rurki ustno-gardłowe

► Podjęto po raz kolejny próbę podważenia badań przeprowadzonych na zwierzętach świadczących o zmniejszeniu obszaru zawału w sytuacji podaży tlenu (doświadczenie polegało na okluzji naczynia wieńcowego i podaży 100-procentowego tlenu normobarycznie lub hiperbarycznie). Badania te zakwestionowano przede wszystkim z teoretycznego punktu widzenia, ponieważ zostały przeprowadzone na modelu zwierzęcym. Udowodniono, że ciśnienie parcjale tlenu we krwi tętniczej jest ważnym czynnikiem regulującym napięcie ścian tętnic wieńcowych. Im jest ono wyższe, tym napięcie ścian wzrasta i naczynie kurczy się. Dlatego hiperoksja może prowadzić do istotnego zmniejszenia przepływu krwi w tętnicach wieńcowych. Inne potencjalnie niekorzystne efekty oddziaływania zwiększonej podaży tlenu na układ sercowo-naczyniowy u osób z zawałem serca to spadek rzutu serca oraz objętości minutowej, a także wzrost systemowego oporu naczyniowego i średniego tętniczego ciśnienia krwi. Wykazano, że jeśli saturacja krwi tętniczej przekracza 90%, podawanie tlenu w wysokich stężeniach nie zwiększa jego transportu, ponieważ jednocześnie dochodzi do zmniejszenia rzutu serca, co znosi potencjalnie korzystny efekt zwiększenia ilości tlenu zawartego we krwi tętniczej. Ten niekorzystny efekt hemodynamiczny stosowania tlenu w wysokich stężeniach jest bardziej nasilony u osób z niepowikłanym zawałem serca. Ponadto hiperoksja może zwiększyć po-reperfuzyjne uszkodzenie tkanek wskutek zwiększonej produkcji wolnych rodników tlenowych (1).

Kenmur i Rawles przeprowadzili randomizowane badanie metodą podwójnie ślepej próby na grupie 200 chorych z niepowikłanym zawałem mięśnia sercowego (w skali Jadada określanej jako „oksfordzki system oceny jakości” za przeprowadzone badanie uzyskali 5/5 punktów). Doświadczenie polegało na podaży sprężonego tlenu lub powietrza w przepływie 6 l/min. W grupie leczonej tlenem zmarło 9 z 80 chorych (11,3%). W grupie otrzymującej powietrze śmiertelność była mniejsza i wynosiła 3 na 77 chorych (3,9%). W grupie leczonej tlenem częściej występowały również częstoskurcze komorowe (11 z 80 badanych; 13,8%), w porównaniu z 5 spośród 77 badanych z grupy otrzymujących powietrze (6,5%). W grupie otrzymującej tlen częściej konieczne było podawanie opiatów (u 57 z 80 chorych) w porównaniu z osobami otrzymującymi powietrze (52 na 77 badanych, 67,5%). Analizując powyższe wyniki, otrzymujemy jasną informację, że podaż tlenu u pacjenta z niepowikłanym zawałem serca nie powinna być już rutynowo stosowana.

Te wszystkie argumenty spowodowały przyjęcie zasady bezwzględnej ostrożności, a decyzję o podaży tlenu, jego ilości i stężeniu podejmuje się na podstawie wywiadu, stanu klinicznego chorego oraz uzyskanych pomiarów saturacji (SpO_2). Rozpoznanie objawów niewydolności oddechowej i krążeniowej, w tym ocena stopnia tych niewydolności, jest kluczowym elementem postępowania ratunkowego i terapeutycznego.

Zadania ZRM

Zadania zespołów ratownictwa medycznego mające na celu przeciwdziałanie niewydolności układu oddechowego polegają głównie na zapewnieniu skutecznej i sprawnej wymiany gazowej w płucach.

Wymiana gazowa (ang. *gas exchange*) to proces, w czasie którego dochodzi do dyfuzji gazów i ich wymiany pomiędzy płynami ustrojowymi a tkankami (wymiana gazowa wewnętrzna). Specjalna budowa nabłonka pęcherzyków płucnych oraz oplatających je naczyń włosowatych (nabłonek jednowarstwowy płaski) umożliwia dyfuzję gazów oddechowych (tlenu i dwutlenku węgla).

Pęcherzyki płucne (łac. *alveoli pulmonis*) to struktury, w których zachodzi zjawisko dyfuzji gazów, potocznie nazywane wymianą gazową. Ściana i budowa pę-

reklama




Medyczne zestawy do podawania tlenu

butle tlenowe, reduktory, zawory, szybkozłączka i gniazda do wszystkich gazów medycznych, wózki do butli

Metallerg Sp. z o.o. Sp. k.
55-200 Oława, ul. Portowa 1A
tel. 71 72 15 200
fax 71 313 49 90
www.metallerg.pl
e-mail: metallerg@metallerg.pl



► cherzyków płucnych umożliwiają swobodne dyfundowanie tlenu i dwutlenku węgla, a ich powierzchnia stanowi około 50-90 m².

Zabezpieczając „oddechowo” pacjenta, dbamy m.in. o udrożnienie dróg oddechowych, zapewnienie sprawnej wentylacji pęcherzykowej, unikając tym samym zbyt niskich i wysokich ciśnień gazów włączanych do płuc mechanicznie. Użycie respiratora transportowego ułatwia prowadzenie resuscytacji oddechowej. Istnieją również inne możliwości wentylacji osoby z niewydolnością oddechową, np. wentylacja za pomocą worka samorozprężalnego (resuscytator), która przez wielu jest uważana za jedną z najtrudniejszych technik wentylacji chorego, ponieważ uzyskanie szczelności pomiędzy maską resuscytatora a twarzą pacjenta jest trudną techniką. Wielu praktyków na tym etapie decyduje się na użycie specjalistycznego sprzętu służącego utrzymaniu drożności dróg oddechowych, który tym samym ułatwia prowadzenie wentylacji, np. systemy nadgłośniowe (SAD, ang. *Supraglottic Airway Devices*), intubacja pacjenta.

Główne założenia

Głównym zadaniem w pracy ZRM jest wstępne zabezpieczenie osoby poszkodowanej, poprzez rozpoznanie stanów bezpośrednio zagrażających życiu oraz podjęcie działań medycznych mających na celu ustabilizowanie podstawowych funkcji życiowych. Stanem takim jest ostra niewydolność oddechowa.

Wskazania do zastosowania tlenoterapii:

- nagłe zatrzymanie krążenia,
- ostra i przewlekła niewydolność oddechowa,
- choroby układu oddechowego – astma, POChP, zapalenie płuc, krtani i inne,
- choroby układu krążenia – zawał mięśnia sercowego (szczególnie z objawami hipoksji, zastoiny w krążeniu płucnym, duszności), niewydolność krążenia, zaburzenia rytmu serca, obrzęk płuc,
- urazy czaszkowo-mózgowe,
- urazy wielonarządowe,
- wstrząsy,

- powikłania w okresie ciąży – zespół HELLP, EPG-gestoza,
- zatrucia,
- oparzenia.

Przeciwwskazaniem do zastosowania tlenoterapii jest wystąpienie hipoksji histotoksycznej spowodowanej zahamowaniem procesów utleniania w tkankach, najczęściej w wyniku zatruc, np. cyjankiem potasu.

Szczególnie zaleca się, aby zachować ostrożność w podawaniu tlenu u chorego z przewlekłą obturacyjną chorobą płuc (POChP), a rekomendowany przepływ tlenu w kaniuli donosowej powinien wynosić 1-2 l/min.

Niewydolność oddechowa

Niewydolność oddechowa to stan, gdy zaburzenia czynności układu oddechowego doprowadzają do upośledzenia wymiany gazowej w płucach i spadku ciśnienia parcjalnego tlenu poniżej 60 mm Hg (8,0 kPa) (hipoksemia) lub wzrostu ciśnienia dwutlenku węgla powyżej 45 mm Hg (6,0 kPa) (hiperkapnia).

Istnieje wiele podziałów niewydolności oddechowej w zależności od czynników ją wywołujących, patomechanizmu zaburzeń, czasu oraz parametrów gazometrycznych. Najpowszechniejszy podział mówi o niewydolności oddechowej ostrej i przewlekłej (podział ze względu na przebieg). Ostra niewydolność oddechowa rozwija się bardzo dynamicznie i może być w pełni odwracalna, natomiast przewlekła niewydolność oddechowa rozwija się stopniowo i nie jest w pełni odwracalna.

Podział niewydolności oddechowej:

- klasyczny:
 - postać obturacyjna – spowodowana zwężeniem dróg oddechowych,
 - postać nieobturacyjna – dzieli się na 2 rodzaje:
 - a) postać restrykcyjna – upośledzenie elastyczności płuc lub klatki piersiowej,
 - b) postać hipodynamiczna – pierwotne lub wtórne upośledzenie czynności mięśni oddechowych wskutek chorób układu nerwowego;



Lekkie butle z zaworem LIV® (Linde Integrated Valve)

Butle ze zintegrowanym na stałe w jednym module reduktorem ciśnienia, manometrem, przepływomierzem to najnowszy zwrot w kierunku bezpieczeństwa, wygody i efektywności prowadzenia tlenoterapii.

Teraz 10l butla LIV® z tlenem medycznym Linde pod ciśnieniem 200 Bar pozwalająca na prowadzenie tlenoterapii w:

- karetce pogotowia ratunkowego
- w szpitalu
- do stosowania z urządzeniami medycznymi poprzez szybkozłączę typu AGA

Teoretyczny czas tlenoterapii przy korzystaniu z 10 l butli LIV®

Przepływ	Czas tlenoterapii
2 l/min	16 h
3 l/min	11 h
6 l/min	5 h 30
12 l/min	2 h 45

Linde: Living healthcare

Linde Gaz Polska Sp. z o.o.

al. Jana Pawła II 41a, 31-864 Kraków, Telefon +48.12.643.92.00, Fax +48.12.643.93.00
www.linde-healthcare.pl, Infolinia 801.142.748

Skrócona informacja o produkcie leczniczym TLEN MEDYCZNY Linde: Nazwa produktu leczniczego: TLEN MEDYCZNY Linde. Skład: Tlen Farm. Eur. nie mniej niż 99,5%, pod ciśnieniem 150 lub 200 barów (15°C). Postać farmaceutyczna: Gaz do inhalacji. Wskazania: Wskazaniem do tlenoterapii są wszystkie postacie niedotlenienia. Tlenoterapia jest szczególnie korzystna u pacjentów z prawidłowym zużyciem tlenu, u których stwierdza się zmniejszoną przężność tlenu w mieszannej krwi żyłnej podczas oddychania powietrzem atmosferycznym. **Dawkowanie i sposób podania:** Tlen jest podawany do powietrza wdychanego. Tlen może być także podawany poprzez tak zwany oksygenator bezpośrednio do krwi, między innymi w trakcie operacji kardiologicznej przy użyciu sercowo-płucznego systemu omijającego lub innych warunków wymagających krążenia pozaustrojowego. Najlepiej jest podawać tlen za pomocą specjalnego urządzenia. Do zmieślenia stosowane jest często specjalne urządzenie, dzięki któremu wdychany gaz krąży i może być ponownie wdychany (system obiegu zamkniętego z oddychaniem zwrotnym z ponownym wdychaniem wdychanego powietrza). Istnieje wiele urządzeń przeznaczonych do podawania tlenu. Systemy niskoprężylkowe – najprostsze systemy, które dostarczają mieszaninę tlenu do powietrza wdychanego. Systemy wysokoprężylkowe: przeznaczone do dostarczania mieszaniny gazów stanowiącej całe powietrze wdychowe dla pacjenta. Systemy te są przeznaczone do dostarczania stałego stężenia tlenu, na które nie wpływa – nie rozcieńcza – otaczające powietrze. Tlenoterapia hiperbaryczna (HBO) jest stosowana w specjalnie skonstruowanej komorze ciśnieniowej do tlenoterapii hiperbarycznej. HBO można także dostarczać przez bardzo ściśle dopasowaną maskę twarozną, kaptur uszczelniony wokół głowy lub surki dółchowej. **Dawkowanie:** Celem tlenoterapii jest zapewnienie ciśnienia parcjalnego tlenu we krwi tętniczej (PaO₂) nie niższego niż 8,0 kPa (60 mmHg), lub saturacji hemoglobiny krwi tętniczej nie niższej niż 90% przez modyfikację stężenia tlenu w mieszaninie wdychowej (FIO₂). Dawkę trzeba regulować w zależności od zapotrzebowania pacjenta. Stężenie tlenu w mieszaninie wdychowej trzeba modyfikować w zależności od konkretnego zapotrzebowania danego pacjenta, biorąc pod uwagę ryzyko zatrucia tlenem. Ogólne zalecenie jest następujące: celem musi być najniższa dawka FIO₂, która umożliwia osiągnięcie pożądanego wyniku leczenia, bezpieczne PaO₂ i tętniczej (SpO₂). Jeśli tlen jest mieszanym z innymi gazami, jego stężenie w wdychanej mieszaninie gazów (FIO₂) nie może być niższe niż 21% w wdychanym gazie. Stężenie tlenu w mieszaninie wdychowej można zwiększyć maksymalnie do 100%. Noworodkom można maksymalnie podawać 100% tlenu, jeżeli istnieje taka konieczność. Należy jednak prowadzić uważny monitoring w czasie leczenia. Powszechnie zaleca się unikanie stężeń tlenu przekraczających 40% w związku z ryzykiem uszkodzenia soczewki lub zapadnięciem płuc. Należy monitorować ciśnienie tlenu we krwi tętniczej (PaO₂) i jeżeli PaO₂ utrzymywane jest poniżej 13,3 kPa (100 mmHg) i unika się dużych wahań utlenowania krwi, ryzyko uszkodzenia oka jest mniejsze. **Przeciwwskazania:** Nie stosować u pacjentów, u których przężność CO₂ we krwi tętniczej przekracza 9,3 kPa, gdyż może to doprowadzić do narazy dwutlenkowogłowej i utraty przytomności, a następnie do zgonu pacjenta. **Specjalne ostrzeżenia i środki ostrożności dotyczące stosowania:** Wysokie stężenia tlenu należy stosować przez jak najkrótszy czas wymagany do osiągnięcia pożądanego wyniku i należy prowadzić monitoring przy pomocy powtarzanych badań ciśnienia tlenu we krwi tętniczej (PaO₂) lub saturacji tlenem hemoglobiny (SpO₂). Stężenia tlenu w wdychanym powietrzu (FIO₂). Szczególną uwagę należy zachować przy leczeniu noworodków i wcześniaków. Należy stosować bezwzględnie najniższe stężenie, które umożliwia uzyskanie pożądanego efektu, aby zmniejszyć ryzyko wystąpienia uszkodzenia narządu wzroku, zwłóknienia piaszczynkowego i innych potencjalnie niepożądanych efektów. Należy kontrolować ciśnienie tlenu we krwi tętniczej i utrzymać poniżej 13,3 kPa (100 mmHg). **Działania niepożądane:** Narkoza dwutlenkowogłowa z utratą przytomności, hipoksja następuje wywołana nagłym podaniem czystego tlenu, zwłóknienie zasoczkowe u noworodków (zwłaszcza wcześniaków) – stężenie tlenu w inkubatorze nie powinno przekraczać 40%, zatrucie tlenem (efekt Paula Berta) – może nastąpić przy stosowaniu tlenu o stężeniu powyżej 70%, a najbardziej charakterystycznym objawem są uogólnione drgawki, niedomaga pęcherzyków płucnych, uczucie podrażnienia krtani i tchawicy, obrzęk błony śluzowej nosa, okresowy ból krtani, kaszel, zapalenie oskrzeli, ból ucha, zablokowanie trąbki słuchowej, bóle ząskowe, bóle stawów, utrata łaknienia, nudności, wymioty, zmniejszenie pojemności życiowej, przeczulce, zmiany psychiczne, zmniejszenia pola widzenia, krótkowzroczność, zaćma. **Podmiot odpowiedzialny:** Linde Gaz Polska Sp. z o.o., Al. Jana Pawła II 41a, 31-864 Kraków. Numer pozwolenia na dopuszczenie do obrotu i nazwa organu, który je wydał: Pozwolenie numer 8179 wydane przez Prezesa URPLWMPB. Produkt leczniczy stosowany wyłącznie w lecznictwie zamkniętym – L. **PELNA INFORMACJA O LEKU JEST DOSTĘPNA w:** Linde Gaz Polska Sp. z o.o., 01-943 Warszawa, ul. Zgrupowania AK „Kampanios” 30, tel.: 22 56 98 300, fax: 22 56 98 302.

Zalety	Wady/uwagi
<ul style="list-style-type: none"> • możliwość założenia nawet przytomnemu pacjentowi z zachowanym odruchem gardłowym • możliwość regulacji głębokości założenia • możliwość założenia pacjentom z zaciśniętymi szczękami 	<ul style="list-style-type: none"> • droższy sprzęt niż popularnie stosowane rurki UG • przeciwwskazanie – urazy podstawy czaszki (możliwość przejścia do jamy czaszki; krzywa przegroda nosowa) • konieczność zastosowania lubrykantu • średnia rurka powinna odpowiadać grubości małego palca pacjenta

Tab. 6. Rurki nosowo-gardłowe

Zalety	Wady/uwagi
<ul style="list-style-type: none"> • unowocześnienie pierwowzoru, jakim był COMBITUBE • wersje jedno- (LTD) i wielorazowe (LT) • wersje z portem żołądkowym (LTS) i podstawowe (LT) • szybkie założenie, ze zmniejszonym niebezpieczeństwem wentylacji żołądka • rozmiar dobierany <ul style="list-style-type: none"> – dorośli – uwzględniając wzrost – dzieci – uwzględniając wagę – duża tolerancja rozmiarowa (00-5), dla dorosłych są wykorzystywane 3 rozmiary • No 3 – do 150 cm wzrostu • No 4 – wzrost 150-180 cm • No 5 – wzrost powyżej 180 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • przy LT brak portu obciążającego przełykowego • w przypadku ekstubacji z pominięciem aspiracji powietrza z baloników uszczelniających mniejsze niebezpieczeństwo rozerwania przełyku • przy wersji LTS dodatkowy port umożliwiający odbarczenie treści pokarmowej z żołądka bądź ewakuacji powietrza w nim nagromadzonego

Tab. 7. Rurki krtaniowe LT/LTS

Zalety	Wady/uwagi
<ul style="list-style-type: none"> • zminimalizowania możliwość rozdzęcia żołądka przy niskich ciśnieniach wdechowych (> 20 cm H₂O) • technika zakładania nie wymaga poruszania głową i szyją • dostępne modele z portem żołądkowym • w masce ProSeal ulepszony mankiet uszczelniający umożliwiający m.in. zwiększenie ciśnienia podczas wentylacji (35-40 cm H₂O); lepsza szczelność wokół krtani, • w masce ProSeal dodatkowe zabezpieczenie przed przegryzieniem 	<ul style="list-style-type: none"> • brak możliwości skutecznej wentylacji przy oporze w drogach oddechowych (zwężaniu krtani) bądź niskiej podatności płuc (obrzęk płuc, POChP) • przy szybkiej ewakuacji, w trakcie odruchu wymiotnego, wyciągnięcie z napompowanym balonem nie stwarza dodatkowego niebezpieczeństwa powikłań

Tab. 8. Maska krtaniowa z kołnierzem pneumatycznym LMA/ ProSeal

Zalety	Wady/uwagi
<ul style="list-style-type: none"> • brak kołnierza pneumatycznego, zamiast tego posiada termoplastyczny uszczelniający żel elastomerowy • rozmiary uzależnione od wagi z dużą tolerancją, np. No 4 – waga 50-90 kg • wbudowany system zabezpieczający przed przegryzieniem • wbudowany wąski port żołądkowy • możliwość wykorzystania maski Igel jako przewodnicy (tunelu) do klasycznej intubacji dotchawiczej 	<ul style="list-style-type: none"> • trudna do zamocowania • brak możliwości doszczelnienia /dopompowania mankieta • nowa wersja maski Igel do celów EMS – I-gel O₂, Resus Pack z lubrykantem, cewnikiem i stabilizatorem maski

Tab. 9. Maska krtaniowa Igel

Zalety	Wady/uwagi
<ul style="list-style-type: none"> • najlepsza, optymalna forma udrożnienia dróg oddechowych w zatrzymaniu krążenia i resuscytacji • zapewnienie wentylacji bez konieczności przerw na uciski klatki piersiowej • możliwość wentylacji dużymi ciśnieniami, w tym z PEEP 	<ul style="list-style-type: none"> • konieczność zastosowania laryngoskopu/ wideolaryngoskopu z odpowiednim zestawem tyżek intubacyjnych • zabieg trudny technicznie do wykonania, z dużą częstością niepowodzeń (DOPES) • ryzyko nierozpoznanie nieprawidłowego położenia rurki • czas wykonania próby intubacji nie powinien być dłuższy niż 10 s (bez ucisków klatki piersiowej)

Tab. 10. Intubacja dotchawicza

Zalety	Wady/uwagi
<ul style="list-style-type: none"> • zabieg ostateczny przy braku możliwości udrożnienia dróg oddechowych przez SAD bądź w laryngoskopii 	<ul style="list-style-type: none"> • zabieg inwazyjny z przerwaniem ciągłości powłok skórnych • ratownicy medyczni i pielęgniarki systemowe mogą wykonywać wyłącznie konikopunkcję, czyli nakłucie błony pomiędzy chrząstką tarczową a pierścieniową • konieczna dłuższa faza wydechu

Tab. 11. Konikopunkcja/konikotomia

Wiek (lata)	Rurka dotchawicza (rozmiar + średnica wewnętrzna, mm)	Rozmiar i typ łopatki laryngoskopu	Rurki ustno-gardłowe (mm)	Rurki nosowo-gardłowe (FR)	Cewniki do odsysania (FR)
wcześnieiki	2,5-3,0	Miller 0	40	12-14	5
noworodki	3,0-3,5	Miller 0	40	14	6
noworodki - 1,5	3,5-4,5	Miller 1	40	14-18	8
1-2	4,0-4,5	Miller 1 - ii 1/2	60	14-18	8
2-6	4,5-6,0	Mac 2	60	16-18	10
6-12	6,0-6,5	Mac 2	80	18-24	12
12-16	6,5-7,5	Mac 2-3	90	24-28	14
16 - dorosły	7,0-8,0	Mac lub Miller 3	100	28-30	14
Duży dorosły	7,5-8,0	Mac 4	100	30	14

Tab. 12. Rozmiary rurek intubacyjnych, łopatek laryngoskopów, rurek ustno-gardłowych oraz cewników do odsysania.

Źródło: Z. Rybicki: *Anestezjologia*. Wydawnictwo Urban & Partner, Wrocław 1999, tab. 5.5, s. 7

- ▶ ze względu na zaburzenia gazometryczne (według Campbella):
 - typ I – częściowa, hipoksemiczna – dochodzi tylko do obniżenia ciśnienia parcjalnego tlenu,
 - typ II – całkowita, hipoksemiczno-hiperkapniczna – dochodzi do obniżenia ciśnienia parcjalnego tlenu i wzrostu stężenia dwutlenku węgla;
- ze względu na mechanizm (klasyfikacja Wooda):
 - typ I – hipoksemiczna – spowodowana zmianami w mięszu płuc upośledzającymi wymianę gazową,
 - typ II – wentylacyjna – spowodowana hipowentylacją,
 - typ III – okołoperacyjna,
 - typ IV – hipoperfuzyjna – spowodowana zmniejszeniem przepływu krwi przez płuca.

Badanie gazometryczne krwi tętniczej umożliwia ocenę PaO_2 , PaCO_2 i pH. Prawidłowa interpretacja wyników badania bywa pomocna przy diagnozowaniu schorzenia i ma nieocenioną wartość w dostosowaniu

wentylacji mechanicznej płuc do optymalnej wymiany gazowej (2) (PaO_2 oznacza ciśnienie parcjalne tlenu, PaCO_2 – ciśnienie parcjalne dwutlenku węgla).

Niewydolność oddechową cechują nieprawidłowe parametry oddechowe, takie jak: spadek poziomu wysycenia hemoglobiny (SpO_2), początkowo na skutek wzrostu ilości dwutlenku węgla (przyspieszenie oddechu, angażowanie dodatkowych mięśni oddechowych), dochodzi do zjawiska centralizacji krążenia, skóra robi się biała, chłodna i wilgotna. Należy pamiętać, że uruchomienie mechanizmów kompensacyjnych odbywa się poprzez wzrost stężenia dwutlenku węgla, a nie spadek stężenia tlenu. Proces wentylacji płuc podlega regulacji poprzez ośrodek zlokalizowany w rdzeniu przedłużonym. Ośrodek ten zawiera wyspecjalizowane receptory reagujące na zmiany PaCO_2 i reguluje pracę mięśni oddechowych (3). Wyczerpanie rezerw energetycznych organizmu, a tym samym pogłębienie niewydolności oddechowej, może doprowadzić do nagłego zatrzymania krążenia (NZK). Dalsze rokowa-

nia są niestety złe i spadają z każdą minutą, a postępowanie polega już głównie na przywróceniu spontanicznego krążenia ROSC (ang. *Return of Spontaneous Circulation*).

Niestety użycie sprzętu, nawet przez osoby edukowane w tym zakresie, np. w kwalifikowanej pierwszej pomocy, często wiąże się z wentylacją uszkodzonego workiem samorozprężalnym bez użycia pozostałych elementów zestawów tlenowych, takich jak: ssak, butla tlenowa, sprzęt służący do zabezpieczenia drożności dróg oddechowych.

Obecnie na polskim rynku medycznym oraz w codziennej pracy ZRM możemy zaobserwować różnoraki sprzęt ratowniczy związany z udrażnianiem dróg oddechowych i prowadzeniem sprawnej wentylacji. W artykule prezentujemy zasady użycia sprzętu do tlenoterapii czynnej i biernej, jego zalety i wady.

Sprzęt

W tlenoterapii powszechnie są stosowane:

- a. kaniule donosowe (tab. 1),
- b. maski inhalacyjne twarzowe (tab. 2):
 - z zaworkami zwrotnymi lub bez nich,
 - z rezerwuarem tlenu lub bez niego,
 - maski Venturiego,
- c. maski – nebulizacje (tab. 3),
- d. worki samorozprężalne + maska twarzowa (tab. 4).

W celu osiągnięcia skutecznej wentylacji pacjenta w działaniach ratowniczych oprócz rękoczynów udrażniających drogi oddechowe (odchylenie głowy, zmodyfikowane wysunięcie żuchwy, „chwyt pistoletowy”) nasze działania powinniśmy wspomagać odpowiednim sprzętem.

W celu udrożnienia dróg oddechowych możemy korzystać z:

- rurek ustno-gardłowych (UG), rurek nosowo-gardłowych (NO) (tab. 5, 6),
- rurek/masek krtaniowych – system przyrządów nadgłośniowych (SAD – *supraglottic airway devices*); z tych przyrządów oprócz personelu medycznego mogą korzystać ratownicy po szkoleniu KPP (w myśl ustawy o Państwowym Ratownictwie Medycznym z 2006 r.),

- intubacji dotchawiczej w laryngoskopii bezpośredniej,
- konikopunkcji/konikotomii.

Od momentu udrożnienia dróg oddechowych przyrządowo za pomocą SAD, zgodnie z zaleceniami producentów, można podjąć próbę uciskania klatki piersiowej bez przerw na wentylację. Przy wykorzystaniu techniki intubacji pacjenta, bezpośrednio po potwierdzeniu poprawności wykonania zabiegu (osłuchanie klatki piersiowej, obserwacja ET_{CO}₂, SpO₂, ruchów klatki piersiowej), zaleca się prowadzenie resuscytacji asynchronicznej (tab. 7-11).

Podsumowanie

Różnorodność stosowanego sprzętu wymaga znajomości nie tylko zasad jego użycia, ale również i zaleceń producentów, wskazań i przeciwwskazań. Dobrą praktyką jest sprawdzenie tych zaleceń przed zastosowaniem któregośkolwiek z wyżej wymienionych przyrządów używanych do prowadzenia tlenoterapii czynnej lub biernej. □

Piśmiennictwo

1. Oficjalna strona Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego, http://www.ptkardio.pl/Czy_stosowanie_tlenu_u_osob_z_ostrym_zawalem_serca_jest_korzystne_przeglad_systemowy-290, data dostępu: 15.10.2014 r.
2. Leach R.M.: *Stany nagłe w zarysie*. Red. polska: Ewa Kucewicz-Czech, Warszawa 2008, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, s. 15.
3. Japp A.G., Hennessey I.A.M.: *Arterial Blood Gases Made Easy*. Red. polska: Jacek Smereka, wydawnictwo Elsevier, Wrocław 2008, s. 6.
4. Aehlert B.: *ACLS Quick Review Study Guide*. Second edition, Mosby Elsevier Health Science, 2001.
5. *Specjalistyczne zabiegi resuscytacyjne ALS. Wydanie oparte na wytycznych ERC 2010*. Polska Rada Resuscytacji, 2013.
6. Wytyczne Resuscytacji Krążeniowo-Oddechowej ERC 2010.
7. Leach R.M., Ward J.P.T., Sylvester J.T.: *Stany nagłe w zarysie*. Red. polska: Ewa Kucewicz-Czech, PZWL, Warszawa 2008.
8. Rybicki Z.: *Anestezjologia*. Wydanie I polskie. Wydawnictwo Urban & Partner, Wrocław 1999.
9. www.ptkardio.pl/Czy_stosowanie_tlenu_u_osob_z_ostrym_zawalem_serca_jest_korzystne_przeglad_systemowy-290, data dostępu: 15.10.2014 r.