

ARTYKUŁ ORYGINALNY / ORIGINAL PAPER

Otrzymano/Submitted: 21.11.2018 • Zaakceptowano/Accepted: 12.12.2018

© Akademia Medycyny

Porównanie objętości oddechowej z wykorzystaniem rurki ustno-gardłowej i nosowo-gardłowej u manekina z trudnymi drogami oddechowymi**Comparison of ventilation volume using oropharyngeal and nasopharyngeal tube in a manikin with difficult airways****Przemysław Kluj, Tomasz Gaszyński**

Klinika Anestezjologii, Intensywnej Terapii i Leczenia Bólu, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

**Streszczenie**

Wstęp. Śmierć z powodu niedrożności dróg oddechowych i złej wentylacji w opiece przedszpitalnej może nadal być istotnym problemem klinicznym, jednak współcześnie wiele jej przyczyn udaje się wyeliminować. **Celem** niniejszej pracy była ocena czasu, skuteczności oraz objętości oddechowej wykonywanej z wykorzystaniem rurki ustno-gardłowej (U-G) i nosowo-gardłowej (N-G) u manekina z trudnymi drogami oddechowymi. **Material i metody.** Siedemdziesięciu dziewięciu ratowników medycznych wykonywało udrożnienie dróg oddechowych manekina za pomocą rurki U-G i N-G. Oceniano czas udrożnienia dróg oddechowych oraz skuteczność pierwszej próby. Po skutecznym umiejscowieniu urządzenia uczestnik przystępował do dwóch wentylacji manekina z wykorzystaniem worka samorozprężalnego (BVM ang. – bag-valve-mask). W trakcie wentylacji oceniano objętość oddechową przedostającą się do płuc i żołądka za pomocą specjalnie skonstruowanych przepływomierzy. Do analizy statystycznej wykorzystano analizę wariancji w schemacie wewnątrzgrupowym. **Wyniki.** W badaniu oceniliśmy 316 wentylacji BVM oraz 158 prób udrożnienia dróg oddechowych. Skuteczność pierwszej próby udrożnienia dla obydwu urządzeń wynosiła 100%. Średni czas umiejscowienia rurki N-G wynosił 13,14 sekundy. Czas umiejscowienia U-G w badanej grupie był krótszy i wynosił 9,18 sekundy ($p < 0,05$). Objętość oddechowa (ml) dostająca się do płuc i żołądka wynosiła (223,44 vs. 207,51) dla rurki N-G oraz (204,87 vs. 177,41) dla rurki U-G. **Wnioski.** Czas skutecznego udrożnienia dróg oddechowych rurką U-G był krótszy niż czas udrożnienia rurką N-G. Objętość oddechowa z wykorzystaniem rurki N-G jest większa o 16%. Nie wykazano istotnych statystycznie różnic między poszczególnymi przyrządami w objętości oddechowej dostającej się do płuc i żołądka. *Anestezjologia i Ratownictwo 2018; 12: 377-385.*

Słowa kluczowe: opieka przedszpitalna, Ratownik Medyczny, rurka U-G, rurka N-G, wentylacja BVM

Abstract

Background. Death due to airway obstruction and poor ventilation in prehospital care may still be a significant clinical problem, but many of its causes can be eliminated nowadays. **The aim** of this study was to evaluate the time, effectiveness and ventilation volume using the oropharyngeal tube (OPA) and nasopharyngeal tube (NPA) in a manikin with difficult airways. **Material and methods.** The study was carried out in a group of 79 paramedics. Participants ventilated a manikin using OPA and NPA tubes. We evaluated the risk of an introduction of air into the stomach during ventilation and the time and effectiveness of each device placement. To assess the volume of air we used specially constructed flowmeters. Airways and esophagus of mannequin have been adapted to the actual dimensions of the organs in an adult. **Results.** We evaluated 316 BVM ventilations and 158 devices placement attempts. The effectiveness of the first device placement was 100% for both, NPA and OPA. The median time required for placement of NPA was 13.14 sec vs. 9.18 sec for OPA ($p < 0.05$). Mean volumes of air (ml) delivered

to the lungs and stomach during ventilation with NPA were respectively: 223.44 vs. 207.51 and for OPA: 204.87 vs. 177.41. **Conclusion.** Time of effective airway management using OPA was shorter than NPA. The volume of ventilation using NPA is increased by 16%. There were no statistically significant differences between the individual devices in the volume of air entering into the lungs and stomach. *Anestezjologia i Ratownictwo 2018; 12: 377-385.*

Keywords: prehospital care, paramedic, oropharyngeal tube, nasopharyngeal tube, BVM ventilation

Wstęp

Presja czasu w postępowaniu z pacjentem urazowym w opiece przedszpitalnej powoduje, że niedrożność dróg oddechowych na wstępnym etapie działań często pozostaje niezauważona lub źle zinterpretowana. Ocena „wzrokiem, słuchem i dotykiem” stanowi prostą, usystematyzowaną metodę oceny oddechu, możliwą do zastosowania w każdych warunkach i nie wymagającą żadnego sprzętu. Najprostszą metodą bezprzyrządowego udrożnienia dróg oddechowych jest odgięcie głowy i uniesienie żuchwy. W przypadku podejrzenia uszkodzenia odcinka szyjnego kręgosłupa należy rozważyć wykonanie zmodyfikowanego ręko-czynu Esmarcha, polegającego wyłącznie na uniesieniu i wysunięciu żuchwy przed linię zębów szczęki (bez odginania głowy).

Podstawowym urządzeniem do udrażniania dróg oddechowych stosowanym w zespołach ratownictwa medycznego (ZRM) jest rurka U-G. Jej zastosowanie ma na celu uzyskanie drożności pomiędzy podstawą języka, a tylną ścianą gardła. Nowoczesne rurki wykonane są z twardych tworzyw sztucznych i składają się z trzech części: kołnierza, spłaszczonego trzonu i wierzchołka. Kołnierz zapobiega zbyt głębokiemu wprowadzeniu rurki, uwypuklony trzon dostosowuje się do krzywizny języka i podniebienia twardego. Wzmocniony fragment trzonu stanowi blok zgryzu. Centralny kanał powietrzny umożliwia wprowadzenie cewnika do odsysania, natomiast włożenie rurki intubacyjnej tą drogą nie jest możliwe. Aby dobrać odpowiedni rozmiar urządzenia (wykorzystując rurkę jako miarę) należy dokonać pomiaru odległości od kąćka ust do płatka ucha lub od górnych siekaczy do kąta żuchwy. Rurka przeznaczona jest do stosowania u dorosłych i dzieci. Jest skuteczna wyłącznie u pacjentów głęboko nieprzytomnych (jeżeli zachowane są odruchy z tylnej ściany gardła oraz odruchy krtaniowe, wprowadzenie jej może spowodować wymioty albo skurcz głośni).

Innym urządzeniem stosowanym w ZRM jest

rurka N-G. Jej zadaniem jest wytworzenie połączenia pomiędzy nozdrzem, a nosową częścią gardła. Urządzenie wykonane jest z miękkiej, elastycznej gumy i składa się z trzech części: kołnierza, trzonu i bocznie ściętego wierzchołka. Kołnierz zapobiega zbyt głębokiemu wprowadzeniu rurki (nowoczesne rurki są wyposażone w regulowany kołnierz), elastyczny trzon dostosowuje się do wewnętrznych struktur nosa i nosowej części gardła. Aby dobrać odpowiedni rozmiar urządzenia (wykorzystując rurkę jako miarę) należy dokonać pomiaru odległości od czubka nosa do płatka ucha lub od nozdrza do kąta żuchwy. Inny sposób dobierania rozmiaru rurki (pomiar w stosunku do średnicy małego palca albo nozdrzy przednich) jest niewiarygodny [1]. Długość rurki zwiększa się proporcjonalnie ze średnicą. Urządzenie przeznaczone jest dla dorosłych i dzieci. Dużą zaletą w stosunku do rurki U-G jest możliwość zakładania urządzenia u pacjentów płytko nieprzytomnych (prawidłowo założona rurka nie wywołuje odruchów z tylnej ściany gardła w związku z czym wprowadzenie jej zmniejsza ryzyko wystąpienia wymiotów lub skurczu głośni). Rurka N-G może uratować życie chorego w przypadku szczękociśisku lub gdy założenie rurki U-G nie jest możliwe.

W niniejszej pracy oceniono skuteczność, czas oraz objętość oddechową wykonywaną z wykorzystaniem rurki U-G oraz N-G (wyprodukowane przez Teleflex Medical, Weck Drive, NC, USA) u manekina z trudnymi drogami oddechowymi.

Cel pracy

Rejestracja i pomiar objętości oddechowej przedostającej się do lub z układu oddechowego jest najbardziej efektywna przy użyciu metod spirometrycznych i spirometrycznych. Celem projektu była ocena jak wymienione powyżej urządzenia, które cechuje łatwość i szybkość zakładania, sprawdzają się w symulowanych warunkach, z jakimi personel medyczny może spotkać się u pacjenta w warunkach przedszpitalnych.

W ramach niniejszego opracowania rejestrowana będzie zmodyfikowana, jednokierunkowa objętość oddechowa (TV – ang. tidal volume), wtłaczana do dróg oddechowych specjalnie zaprojektowanego manekina za pomocą BVM.

Materiał i metody

Badanie prospektywne zostało przeprowadzone z udziałem 79 ratowników medycznych ze stażem pracy od roku do 15 lat. Uczestnicy badania odbyli standardowe szkolenie z zakresu przyrządowego udrażniania dróg oddechowych z wykorzystaniem badanych urządzeń. Badanie zostało podzielone na trzy etapy. W pierwszym etapie oceniliśmy, czy grupa ratowników jest w stanie skutecznie umiejscowić rurkę U-G i N-G w drogach oddechowych manekina z trudnymi drogami oddechowymi. Następnie określiliśmy, czy grupa ratowników jest w stanie skutecznie wentylować manekina workiem BVM oraz zbadaliśmy jakie objętości oddechowe dostają się do płuc i żołądka podczas dwóch oddechów. Ostatnim etapem badania było ustalenie, które przyrządy minimalizują ryzyko wtłoczenia powietrza do żołądka oraz wskazanie najszybszej metody z największą szansą na skuteczne udrożnienie w pierwszej próbie.

Do badania został wykorzystany manekin do trudnej intubacji Simulaids Critical Airway Management Trainer (Simulaids, Saugerties, NY, USA). Drogi oddechowe oraz przełyk manekina były zbliżone wymiarem do rzeczywistych wymiarów narządów u dorosłego. Oszacowanie wymiarów dróg oddechowych manekina zostało wykonane na podstawie obliczeń wymiarów dróg oddechowych człowieka według Weibel'a [2]. Oszacowanie wymiarów przełyku zostało wykonane na podstawie obliczeń dokonanych przez Li i Moreau [3,4]. Wymiary konstrukcji opracowanych przez autorów na potrzeby obliczeń w niniejszym opracowaniu zostały ustalone następująco: drogi oddechowe – 1,5 cm średnicy (ID – ang. Internal Diameter), 16,5 cm długości; przełyk – 2 cm ID, 22,5 cm długości.

Podstawę konstrukcji przepływomierzy wykorzystanych do badania stanowił spirometr otwarty Coach*2 (DHD Healthcare, Wampsville, NY, USA, PAT. NOS. 5,984,873 D'403,769) o pojemności 2500 ml, odpowiednio zmodyfikowany na potrzeby badania. Modyfikacje wykonane w urządzeniach obejmowały usunięcie zastawki jednokierunkowej (umożliwiającej swobodny przepływ wtłaczanego powietrza) oraz rozszerzenie skali pomiarów. Urządzenia zostały wyko-

rzystane do pomiaru wielkości przepływu powietrza (w l/min), który następnie przeliczany był na objętość.

W celu obliczenia objętości wykorzystaliśmy równanie ruchu Newtona zaproponowane przez Rohrer'a opisujące mechanikę płuc [5,6]. Opór jednostkowy dróg oddechowych wyrażany jest jako stosunek ciśnienia (cmH₂O) koniecznego do przesunięcia 1 l powietrza w ciągu 1 s (cmH₂O/l/s). Opór dla przepływu gazu w drogach oddechowych w czasie spokojnego oddychania jest wprost proporcjonalny do gęstości gazu (ρ) i długości dróg oddechowych (L), a odwrotnie proporcjonalny do czwartej potęgi promienia tych dróg (r⁴). Prawo Poiseuille'a uwzględnia czynniki określające przepływ warstwowy przez proste, nierozgałęzione rury o określonych wymiarach zgodnie ze wzorem [6,7]:

$$R = \frac{nL}{r^4} \times \frac{8}{\pi}$$

W wyniku przeprowadzonych ulepszeń manekina oraz przepływomierzy, byliśmy w stanie określić przybliżone objętości powietrza trafiające do płuc i żołądka (z uwzględnieniem oporów całkowitych oraz przestrzeni martwych manekina i układów przepływomierzy) po udrożnieniu dróg oddechowych poszczególnymi przyrządami z dokładnością do 5,5 ml (rycina 1).



Rycina 1. Model manekinowy wykorzystany w badaniu

Figure 1. Manikin model used in the study

Wprowadzenie przyrządów przeprowadzono z za głowy manekina, ułożonego na twardym podłożu z neutralnym ustawieniem głowy i szyi do każdej próby. Język manekina wypełniono 20 ml powietrza, o czym

uczestnicy badania nie byli informowani. Każdy uczestnik otrzymał jedną próbę umiejscowienia każdego urządzenia w dowolnie wybranej kolejności. Czas próby był liczony od chwili, gdy uczestnik dobrał odpowiedni rozmiar urządzenia oraz był gotowy do udrożnienia dróg oddechowych, trzymając w ręku oceniane urządzenie. Prawidłowe umiejscowienie urządzenia było uznawane za końcowy etap udrażniania dróg oddechowych i kończyło próbę pomyślnie. Po zakończeniu próby uczestnik był proszony o wyrażenie opinii na temat stopnia trudności zakładania poszczególnego przyrządu.

Po każdej udanej próbie udrożnienia dróg oddechowych przystępowano do wentylacji manekina BVM. Oceniano objętość powietrza wtłoczonego do płuc oraz żołądka podczas dwóch skutecznych wentylacji za pomocą skonstruowanych przepływomierzy. Podczas prób wentylacji korzystano z BVM Rescue-7 o objętości 1500 ml. Udana bądź nieudana próba wentylacji BVM w każdym podejściu była oceniona przez eksperta.

Projekt eksperymentu medycznego uzyskał pozytywną opinię Komisji Bioetyki Uniwersytetu Medycznego w Łodzi w dniu 17 listopada 2015 (numer decyzji: RNN/320/15/KE).

Analiza statystyczna

Do analizy statystycznej czasu przeznaczonego na skuteczne udrożnienie dróg oddechowych oraz w celu sprawdzenia, czy objętość oddechowca dostająca się do płuc i żołądka różniła się dla poszczególnych przyrządów, zastosowano analizę wariancji w schemacie wewnątrzgrupowym. W pracy przyjęto poziom istotności 0,05. Oznacza to, że wyniki, dla których $p < 0,05$ oznaczały wyniki istotne statystycznie. Wszystkie analizy i obliczenia wykonano za pomocą programu IBM SPSS Statistics (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) wersja 22.0.

Wyniki

Przywrócenie drożności dróg oddechowych oraz prowadzenie efektywnej wentylacji zastępczej jest

w dużym stopniu zależne od posiadanych umiejętności i doświadczenia. W dobie stale zmniejszającej się liczby zespołów specjalistycznych (z lekarzem) w Polsce, Ratownicy Medyczni zobowiązani są znać techniki skutecznego udrażniania dróg oddechowych i efektywnej wentylacji BVM pacjenta w opiece przedszpitalnej.

Ocena skuteczności udrożnienia dróg oddechowych

Ocena efektywności udrożnienia dróg oddechowych manekina urazowego za pomocą badanych urządzeń stanowiła jeden z najważniejszych punktów projektu. Łącznie w badaniu ocenie poddano 158 przypadków umieszczenia urządzeń oraz 316 wentylacji BVM. Każdy uczestnik udrożnił drogi oddechowe manekina 2 różnymi urządzeniami oraz wykonał 4 wentylacje BVM. Nie odnotowaliśmy niepowodzeń podczas prób udrażniania i wentylacji. Wszyscy uczestnicy badania (100%) byli zdolni umiejscowić rurkę U-G i N-G w pierwszej próbie.

Ocena czasu udrożnienia dróg oddechowych

Bardzo ważną rolę w przyrządowym udrażnianiu dróg oddechowych odgrywa czas zakładania przyrządów. Średni czas dla skutecznego umiejscowienia rurki N-G wyniósł 13,14 sekundy. Średni czas dla skutecznego umiejscowienia U-G w badanej grupie był krótszy i wyniósł 9,18 sekundy ($p < 0,05$). Statystyki opisowe w zakresie czasu udrożnienia [sekundy] przedstawiono w tabeli I.

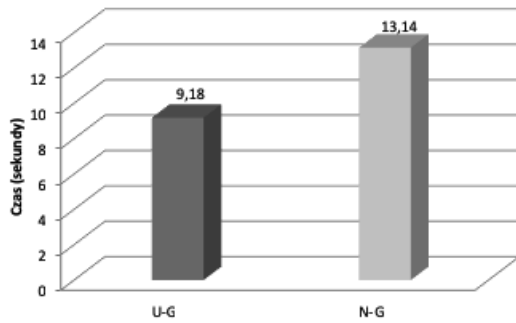
W celu sprawdzenia, czy czas przeznaczony na skuteczne udrożnienie dróg oddechowych różnił się dla poszczególnych przyrządów, zastosowano analizę wariancji w schemacie wewnątrzgrupowym. Analiza wariancji w schemacie wewnątrzgrupowym wykazała istotne statystycznie różnice: $F(2;156) = 36,51$; $p < 0,001$. Porównania wielokrotne wykazały, że czas skutecznego udrożnienia dróg oddechowych rurką U-G był krótszy niż czas skutecznego udrożnienia rurką N-G ($p < 0,001$) (rycina 2).

Tabela I. Czas skutecznego udrożnienia dróg oddechowych

Table I. Time of successful airway management

Czas skutecznego udrożnienia	M	SD	Mediana	Min	Max
Rurka U-G	9,18	2,28	8,74	6,13	20,17
Rurka N-G	13,14	3,69	12,78	6,91	24,42

M – średnia; SD – odchylenie standardowe; Min – wynik najniższy; Max – wynik najwyższy

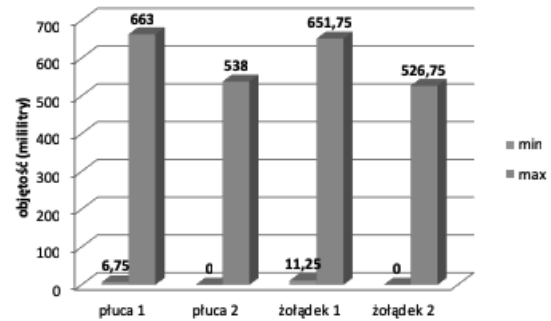


Rycina 2. Średni czas przeznaczony na skuteczne udrożnienie dróg oddechowych
 Figure 2. Average time for airway management

Ocena objętości oddechowej dostającej się do płuc i żołądka

Najbardziej zaawansowany element badania stanowiła przybliżona ocena objętości powietrza dostającego się do płuc i żołądka w trakcie wentylacji BVM z wykorzystaniem rurki U-G i N-G u manekina urazowego z trudnymi drogami oddechowymi. Każdy z 79 badanych (100%) był zdolny do wykonania dwóch skutecznych wentylacji manekina workiem BVM po udrożnieniu dróg oddechowych poszczególnym urządzeniem. Szczegółowe statystyki opisowe dla przyrządów w zakresie objętości powietrza [mililitry]

dostającego się do płuc i żołądka podczas wentylacji przedstawiono w tabelach II i III i na rycinach 3 i 4.



Rycina 3. Wartość maksimum i minimum objętości oddechowej podawanej do płuc i żołądka w trakcie pierwszego i drugiego oddechu dla rurki U-G

Figure 3. The value of maximum and minimum of air volume delivered to the lungs and stomach during first and second ventilation for OPA

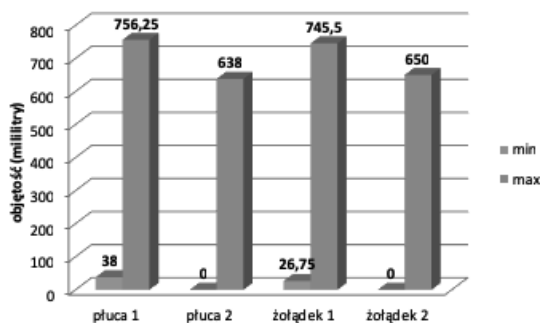
Tabela II. Objętość oddechowa podawana do płuc i żołądka za pomocą rurki U-G
 Table II. Air volume delivered to the lungs and stomach using OPA

Zmienna		M	SD	Med	Min	Max
Rurka U-G	Objętość powietrza dostającego się do płuc – 1 oddech	205,88	114,98	163	6,75	663
	Objętość powietrza dostającego się do płuc – 2 oddech	203,87	116,13	194,25	0	538
	Objętość powietrza dostającego się do żołądka – 1 oddech	168,74	121,54	145,5	11,25	651,75
	Objętość powietrza dostającego się do żołądka – 2 oddech	186,08	122,66	183	0	526,75

Med - mediana

Tabela III. Objętość oddechowa podawana do płuc i żołądka za pomocą rurki N-G
 Table III. Air volume delivered to the lungs and stomach using NPA

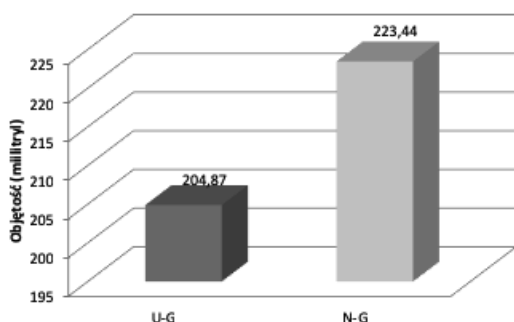
Zmienna		M	SD	Med	Min	Max
Rurka U-G	Objętość powietrza dostającego się do płuc – 1 oddech	226,83	153,56	163	38	756,25
	Objętość powietrza dostającego się do płuc – 2 oddech	220,06	159,76	163	0	638
	Objętość powietrza dostającego się do żołądka – 1 oddech	211,21	162,03	151,75	26,75	745,5
	Objętość powietrza dostającego się do żołądka – 2 oddech	203,80	169,78	183	0	650



Rycina 4. Wartość maksimum i minimum objętości oddechowej podawanej do płuc i żołądka w trakcie pierwszego i drugiego oddechu dla rurki N-G

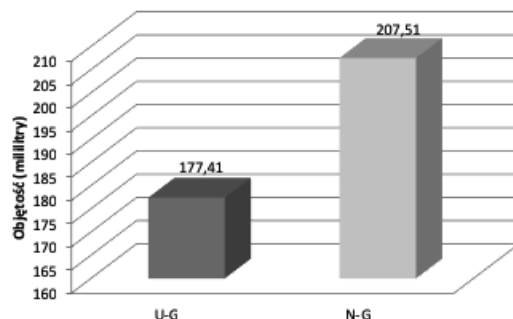
Figure 4. The value of maximum and minimum of air volume delivered to the lungs and stomach during first and second ventilation for NPA

W celu sprawdzenia, czy objętość oddechowa dostająca się do płuc (średnia z pierwszego i drugiego oddechu) różniła się dla poszczególnych przyrządów, zastosowano analizę wariancji w schemacie wewnątrzgrupowym. Analiza wariancji w schemacie wewnątrzgrupowym wykazała istotne statystycznie różnice: $F(2;156) = 1,49$; $p = 0,019$. Porównania wielokrotne natomiast nie wykazały istotnych statystycznie różnic. Oznacza to, że nie wykazano istotnych statystycznie różnic między poszczególnymi przyrządami w objętości oddechowej dostającej się do płuc (średnia z pierwszego i drugiego oddechu). Objętość oddechową dostającą się do płuc przedstawia rycina 5.



Rycina 5. Objętość oddechowa dostająca się do płuc (średnia z pierwszego i drugiego oddechu)
Figure 5. Air volume delivered to the lungs (average from first and second ventilation)

W celu sprawdzenia, czy objętość oddechowa dostająca się do żołądka (średnia z pierwszego i drugiego oddechu) różniła się dla poszczególnych przyrządów, zastosowano analizę wariancji w schemacie wewnątrzgrupowym. Analiza wariancji w schemacie wewnątrzgrupowym wykazała istotne statystycznie różnice: $F(2;156) = 3,88$; $p = 0,023$. Porównania wielokrotne natomiast nie wykazały istotnych statystycznie różnic. Oznacza to, że nie wykazano istotnych statystycznie różnic między poszczególnymi przyrządami w objętości oddechowej dostającej się do żołądka (średnia z pierwszego i drugiego oddechu). Objętość oddechową dostającą się do żołądka przedstawia rycina 6.



Rycina 6. Objętość oddechowa dostająca się do żołądka (średnia z pierwszego i drugiego oddechu)

Figure 6. Air volume delivered to the stomach (average from first and second ventilation)

Ocena stopnia trudności umiejscowienia urządzeń

Po zakończeniu części praktycznej pytano uczestników o ogólną łatwość korzystania z urządzeń stosowanych do udrażniania dróg oddechowych w badaniu (tabela IV).

Tabela IV. Ocena uczestników badania
Table IV. Participants assessment

Udrożnienie	U-G	N-G
Łatwe	72	70
Skomplikowane	7	9
Trudne	0	0
Bardzo trudne	0	0

Omówienie wyników

Przywrócenie drożności dróg oddechowych jest tylko pierwszym krokiem w kierunku osiągnięcia ostatecznego celu jakim jest optymalizacja czynności narządów niezbędnych do życia. Efektywność i czas udrożnienia znamienne wpływa na końcowy wynik całokształtu procesu leczenia i jakość życia chorego. Objętość i jakość wentylacji zastępczej determinuje ryzyko śmiertelnych powikłań.

Powszechnie uznaje się, że udrażnianie dróg oddechowych za pomocą intubacji tchawicy stanowi optymalną metodę wspomagania wentylacji przy jednoczesnym zapewnieniu ochrony dróg oddechowych przed przedostaniem się treści pokarmowej u pacjentów nieprzytomnych. Jednakże procedura ta, dla Ratownika Medycznego, może być technicznie trudna do wykonania, ze względu na liczne ograniczenia i bariery środowiskowe.

W sytuacji, kiedy udrożnienie dróg oddechowych przy pomocy rękoczynów jest nieskuteczne, należy użyć urządzeń takich jak rurka U-G lub N-G. Są one dość łatwe w użyciu, mimo to należy zwrócić uwagę, że ich niewłaściwe umiejscowienie może pogłębić niedrożność dróg oddechowych. Należy pamiętać o rozważeniu przeciwskażeń, doborze odpowiedniego rozmiaru urządzenia oraz możliwych powikłaniach. Nie chronią one pacjenta przed aspiracją treści żołądkowej do płuc.

Umiejętność prowadzenia skutecznej wentylacji BVM również stanowi bardzo ważny element w postępowaniu z pacjentem w opiece przedszpitalnej. Często trudno uzyskać szczelność pomiędzy maską, a twarzą pacjenta i równocześnie utrzymywać drożność dróg oddechowych jedną ręką [9]. Zaletą wentylacji z użyciem BVM jest możliwość prowadzenia wentylacji zastępczej lub wspomaganej z użyciem wysokich stężeń tlenu [8]. Każdy większy przeciek powietrza spowoduje hipowentylację (zmniejszoną objętość powietrza dostająca się do płuc), a gdy drogi oddechowe są niedrożne, powietrze może zostać wtłoczone do żołądka. Jeszcze bardziej zredukuje to wentylację i znacząco zwiększy ryzyko regurgitacji i aspiracji [10,11]. Stone i wsp. sugeruje, aby zwiększyć skuteczność wentylacji workiem, należy dodatkowo udrożnić drogi oddechowe za pomocą rurki U-G lub N-G [12].

Aktualne badania nie odpowiadają jednoznacznie na pytanie, które powszechnie stosowane urządzenia do udrażniania minimalizują ryzyko wtłoczenia powietrza do żołądka podczas wentylacji BVM pacjenta

urazowego, a także która z metod jest najszybsza z największą szansą na skuteczne udrożnienie w pierwszej próbie. Należy pamiętać o tym, że nawet najprostsze przyrządy, których założenie nie wymaga skomplikowanego szkolenia są w stanie zwiększyć szanse na przeżycie. Jednym z takich urządzeń jest rurka N-G. Poszkodowani, którzy nie są głęboko nieprzytomni, tolerują rurkę N-G lepiej niż rurkę U-G. Rurka N-G może uratować życie chorego w przypadku szczękoscisku lub gdy założenie rurki U-G jest niemożliwe. W badaniu przeprowadzonym przez Fisher'a i wsp. przeanalizowano dane Federalnego Biura Śledczego (FBI – ang. Federal Bureau of Investigation) USA, dotyczące śmiertelnych urazów dróg oddechowych wśród funkcjonariuszy policji zabitych na służbie w latach 1998-2007. Spośród 553 zabitych do badania zakwalifikowano 42 policjantów, którzy zmarli w ciągu godziny od chwili urazu przenikającego twarzy lub szyi. Wszyscy funkcjonariusze zginęli od ran postrzałowych. Sprawozdania z 29 autopsji sugerują, że ostra niedrożność dróg oddechowych wtórna do urazu przenikającego wydaje się być rzadko przyczyną zgonów możliwych do uniknięcia wśród policjantów. W oparciu o specyfikę odniesionych obrażeń nie wydaje się, by rurki N-G mogły być przyrządami wystarczającymi do udrożnienia dróg oddechowych [13]. Krausz i wsp. zwraca uwagę, że rurka N-G stanowi dobry, lecz tymczasowy sposób udrożnienia dróg oddechowych wyłącznie u pacjentów oddychających spontanicznie, jakkolwiek nie powinno się jej stosować w przypadku rozległych urazów twarzoczaszki [14]. Według naszych obserwacji łatwość zakładania urządzenia (wprowadzenie rurki N-G zostało określone jako łatwe przez 88% uczestników, 12% uznało wprowadzenie urządzenia jako skomplikowane) i niskie ryzyko powikłań nie korelują z korzyściami wynikającymi podczas przedłużonej wentylacji BVM. Różnice w objętościach powietrza trafiającego do płuc i żołądka są małe (223,44 vs. 207,51) zwiększając tym samym ryzyko regurgitacji. Stosunek objętości trafiającej do płuc, żołądka i przestrzeni martwej wynosił kolejno 31%, 29% i 40% ze średnią objętością dla jednego oddechu wynoszącą 713 ml.

Kolejnym prostym urządzeniem wykorzystywanym w przyrządowym udrażnianiu dróg oddechowych jest rurka U-G. Wprowadzenie rurki w sytuacji, gdy zachowane są odruchy z tylnej ściany gardła oraz odruchy krtaniowe, może spowodować wymioty albo skurcz głośni. Rurka U-G za wyjątkiem krótszego czasu

i łatwości umiejscowienia (wprowadzanie rurki U-G zostało określone jako łatwe przez 91% uczestników, 9% uznało wprowadzenie urządzenia jako skomplikowane) nie posiada żadnej ważnej klinicznie przewagi w stosunku do rurki N-G. Krótki czas i nieznaczne różnice w objętości powietrza dostającego się do płuc i żołądka podczas wentylacji (204,87 vs. 177,41) mogą stwarzać potencjalne korzyści dla wykorzystania jej w innych okolicznościach, aczkolwiek Bansal i wsp. zwraca uwagę na problemy z doborem odpowiedniego rozmiaru urządzenia wśród wykwalifikowanego personelu medycznego [15]. Stosunek objętości trafiającej do płuc, żołądka i przestrzeni martwej wynosił kolejno 34%, 29% i 37% ze średnią objętością dla jednego oddechu wynoszącą 598 ml.

Uzyskane przez nas wyniki pokazują, że umiejętność udrażniania dróg oddechowych za pomocą rurki U-G i N-G na manekinie z trudnymi drogami oddechowymi została łatwo przyswojona i opanowana. W wielu praktycznych przypadkach otrzymane wyniki pomiaru objętości powietrza dostającego się do płuc i żołądka mogą znacznie odbiegać od powyższych, co związane jest z różnicami anatomicznymi. Wentylacja BVM była również skuteczna i wykonywana właściwie. W badaniu własnym czas umiejscowienia rurki U-G (9,18 sekundy) był znacznie szybszy niż rurki N-G (13,14 sekundy). Pomimo iż objętość oddechowa z wykorzystaniem rurki N-G była większa o 16% w stosunku do rurki U-G, przy dokładniejszym zbadaniu przestrzeni, do których trafiało wdmuchiwanego powietrze, nie jest to objętość istotna klinicznie.

Bezsprzeczny wpływ na przeżycie pacjenta z dobrym wynikiem neurologicznym w każdych warunkach ma efektywne i w porę wykonane udrożnienie dróg oddechowych. W przedstawianej pracy ocenie poddano 316 przypadków wentylacji prowadzonych przy użyciu BVM i zarejestrowano 158 udrożeń dróg oddechowych za pomocą prostych przyrządów. Przedstawione przez nas badanie zostało

przeprowadzone na modelu manekinowym, którego modyfikacje pozwoliły uzyskać warunki zbliżone do tych, z którymi można się spotkać w realnej sytuacji klinicznej. Ponadto umożliwiły ocenę parametrów dotychczas nieopisywanych w literaturze, a mających istotne znaczenie w całokształcie procesu leczenia.

W celu zwiększenia przeżywalności pacjentów urazowych w opiece przedszpitalnej istotne wydaje się zastosowanie przyrządów do udrażniania dróg oddechowych umożliwiających zwiększenie objętości oddechowej płuc, kosztem żołądka i przestrzeni martwej tj. przyrządów nadgłośniowych lub optymalnie – intubacji tchawicy.

Wnioski

1. Oceniani ratownicy z łatwością opanowali umiejętność udrażniania dróg oddechowych manekina urazowego za pomocą rurki U-G i N-G. Czas skutecznego udrożnienia dróg oddechowych rurką U-G był krótszy niż czas skutecznego udrożnienia dróg oddechowych rurką N-G.
2. Nie wykazano istotnych statystycznie różnic między poszczególnymi przyrządami w objętości oddechowej dostającej się do płuc i żołądka (średnia z pierwszego i drugiego oddechu).

Konflikt interesów / Conflict of interest
Brak/None

Adres do korespondencji:

✉ Przemysław Kluj
Klinika Anestezjologii, Intensywnej Terapii
i Leczenia Bólu
Uniwersytet Medyczny w Łodzi
ul. Kopcińskiego 22; 90-153 Łódź
☎ (+48 42) 677 66 40
✉ przem.kluj@gmail.com

Piśmiennictwo/References

1. Roberts K, Porter K. How do you size a nasopharyngeal airway. *Resuscitation* 2003;56:19-23.
2. Weibel ER. *Morphometry of the human lung*. Berlin, Springer Verlag 1963; 3:151.
3. Li Q, Castell JA, Castell DO. Manometric determination of esophageal length. *Am J Gastroenterol*. 1994;5:722-5.
4. Moreau B, Kambites S, Lévesque D. Esophageal length: esophageal manometry remains superior to mathematical equations. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2013;2:236-9.
5. Otis AB, Mckerrow CB, Bartlett RA i wsp. Mechanical factors in distribution of pulmonary ventilation. *J Appl Physiol*. 1956;4:427-43.
6. Ritz T, Dahme B, Dubois AB i wsp. Guidelines for mechanical lung function measurements in psychophysiology. *Psychophysiology* 2002;5:546-67.
7. Torbicz L, Filipczyński R, Maniewski M, i wsp. Biopomiary. W: Nałęcz M. (red.): *Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna, Tom II*. Warszawa: Akad. Of. Wyd. EXIT; 2001;33:536-68.
8. Wipfler EJ, Smith J, Campbell JE i wsp. *Advanced Airway Management*. W: American College of Emergency Physicians. *Tactical Medicine Essentials*. Massachusetts: Jones & Bartlett Learning; 2010. s. 176-197.
9. Alexander R, Hodgson P, Lomax D i wsp. A comparison of the laryngeal mask airway and Guedel airway, bag and face mask for manual ventilation following formal training. *Anaesthesia*. 1993;48:231-4.
10. Doerges V, Sauer C, Ocker H i wsp. Smaller tidal volumes during cardiopulmonary resuscitation: comparison of adult and paediatric self-inflatable bags with three different ventilatory devices. *Resuscitation*. 1999;43:31-7.
11. Ocker H, Wenzel V, Schmucker P i wsp. Effectiveness of various airway management techniques in a bench model simulating a cardiac arrest patient. *J Emerg Med*. 2001;20:7-12.
12. Stone BJ, Chantler PJ, Baskett PJ. The incidence of regurgitation during cardiopulmonary resuscitation: a comparison between the bag valve mask and laryngeal mask airway. *Resuscitation*. 1998;38:3-6.
13. Fisher LA, Callaway DW, Sztajnkrzyca MD. Incidence of Fatal Airway Obstruction in Police Officers Feloniously Killed in the Line of Duty: A 10-Year Retrospective Analysis. *Prehosp Disaster Med*. 2013;27:1-5.
14. Krausz AA, Krausz MM, Picetti E. Maxillofacial and neck trauma: a damage control approach. *World Journal of Emergency Surgery*. 2015;31:45-54.
15. Bansal T, Lal J, Bansal G i wsp. Nasopharyngeal Airway Ventilation A Viable Option in Anticipated Difficult Mask Ventilation. *The Indian Anaesthetists' Forum* [Internet] December 2015;23:1-3. http://www.theiaforum.org/Article_Folder/Nasopharyngeal-Airway-Ventilation.pdf dostępne w dniu 05.05.201.