

ARTYKUŁ POGLĄDOWY / REVIEW PAPER

Otrzymano/Submitted: 30.05.2022 • Zaakceptowano/Accepted: 21.06.2022

© Akademia Medycyny

Oksygenacja apneiczna podczas indukcji do znieczulenia ogólnego – przegląd aktualnych metod wydłużenia bezpiecznego bezdechu

Apneic oxygenation during induction for general anaesthesia – a review of current methods of prolonging safe apnea

Jakub Jakubiak¹, Wojciech Gaszyński², Tomasz Gaszyński^{1,3},
Dawid Aleksandrowicz⁴, Paweł Ratajczyk^{1,3}

¹ Katedra Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

² Uniwersytet Technologiczno-humanistyczny w Radomiu

³ Sekcja Przynarodowego Udrażniania Dróg Oddechowych PTaiT

⁴ London North West Healthcare NHS Trust, Anaesthetics Department, Northwick Park Hospital, London, United Kingdom



Streszczenie

Okres bezpiecznego bezdechu u pacjentów z otyłością olbrzymią jest znacznie krótszy w porównaniu z pacjentami nieotyłymi. Obecnie dostępnych jest kilka metod zapewniających oksygenację oraz wydłużenie czasu bezpiecznego bezdechu. Opisywane metody mogą być skuteczne u pacjentów z otyłością. W artykule autorzy przedstawiają aktualne koncepcje oksygenacji bezdechu oraz przegląd dostępnego piśmiennictwa. Natlenianie bezdechu zwiększa bezpieczeństwo indukcji znieczulenia, ale może też być wykorzystane do sedacji zabiegowej w diagnostyce oraz zabiegach endoskopowych. Te nowe metody obejmują na przykład podawanie przez nos ciągłego dodatniego ciśnienia w drogach oddechowych oraz wysokoprzepływowe natlenianie przelnosowe. *Anestezjologia i Ratownictwo 2022; 16: 76-81. doi:10.53139/AIR.20221608*

Słowa kluczowe: oksygenacja apneiczna; czas bezpiecznego bezdechu; indukcja znieczulenia ogólnego

Abstract

Safe apnea period is significantly shorter in morbidly obese patients comparing to non-obese ones. There are now available several new methods to provide apneic oxygenation and prolong safe apnea period in clinical practice. Those methods can be effective also in morbidly obese patients. In the article authors present current concepts of apneic oxygenation and provide literature review on use of presented methods to prolong safe apnea period in morbidly obese patients. The apneic oxygenation increase safety of induction of anaesthesia but also can be used for procedural sedation to increase safety of obese patients undergoing endoscopic procedures. Those new methods include for example nasal continuous positive airway pressure administration and High Flow Nasal Oxygenation. *Anestezjologia i Ratownictwo 2022; 16: 76-81. doi:10.53139/AIR.20221608*

Keywords: apneic oxygenation; safe apnea period; induction to general anaesthesia

Otyłość od kilkudziesięciu lat zaliczana do chorób cywilizacyjnych, staje się problemem polityki ekonomicznej i zdrowotnej wielu krajów zarówno bogatych jak i tych biednych. Dane WHO wskazują, że odsetek osób otyłych w latach 1975-2016 wzrósł trzykrotnie. Najnowsze badania Europejskiego Urzędu Statystycznego, analizowane w 2019 roku ukazują skalę problemu zdrowia publicznego związanego ze wzrostem populacji otyłej. We wspomnianym raporcie 52,7% dorosłej populacji Unii Europejskiej miała nadwagę, a wśród nich 17% to chorujący na otyłość. Odsetek dorosłych otyłych w Polsce to 58,1% [1,2].

Powyższe dane procentowe mają nierozłączny związek z coraz częściej pojawiającą się koniecznością podjęcia leczenia w tej grupie populacji. Są to zarówno zabiegi planowe jak i nagłe interwencje wymagające szybkich i bezpiecznych dla pacjenta decyzji.

Zmiany zachodzące w zakresie anatomii i fizjologii otyłego pacjenta są czynnikami ryzyka trudnej wentylacji, intubacji oraz desaturacji hemoglobiny w okresie przedłużonej laryngoskopii. U pacjentów tych wysycenie po preoksygenacji spada szybciej podczas bezdechu niż u osób z prawidłowym BMI, co zwiększa ryzyko powikłań oraz wydłużenie okresu zdrowienia. Szybszy spadek wysycenia hemoglobiny tlenem związany jest ze zwiększonym zużyciem tlenu, a także z upośledzoną mechaniką oddechową, zmniejszającą rezerwy tlenu w organizmie. Pojemność życiowa (VC), rezerwa oddechowa (BR) i czynnościowa pojemność zalegającej (FRC) ulegają zmniejszeniu wtórnie do wzrostu masy klatki piersiowej i brzucha. Wymuszona indukcją pozycja na wznak również obniża FRC. Podczas gdy FRC u zdrowych po indukcji znieczulenia zmniejsza się o około 20% u chorych otyłych zmniejsza się o blisko 50%, powodując niedodmę skutkującą powstaniem zaburzeń w zakresie wentylacja – perfuzja. Otyłość ma również swoje implikacje w zmianie przecieku śródplucnego, u otyłych wynosi on 10-20% gdy u nieotyłych 2-5% [3-9].

Otyli pacjenci poddawani standardowej preoksygenacji wykazują znaczną hipoksemię już po 2-4 min bezdechu. Aby wydłużyć w sposób bezpieczny czas bezdechu poza okres preoksygenacji proponowane są dodatkowe metody utlenowania. Mechanizmy fizjologiczne zachodzące w organizmie znane są od dawna i w sposób jednoznaczny ukazują korzyści natleniania bezdechu [3,10]. U pacjenta z bezdechem przemieszczenie się tlenu z przestrzeni pęcherzyków płucnych do krwi powoduje obniżenie ciśnienia par-

cialnego tlenu poniżej atmosferycznego. Wynikiem tego jest powstanie gradientu ciśnienia gazu, które umożliwia przemieszczanie się dodatkowo podawanego tlenu do wspomnianej przestrzeni pęcherzykowej. Procesowi natleniania bezdechu sprzyja wcześniejsze, wykonane w trakcie preoksygenacji, wypłukanie przestrzeni oddechowej z azotu, który w połączeniu z dwutlenkiem węgla zmniejsza efektywność transferu tlenu, a co z tym się wiąże, przyspiesza hipoksemię. Zasada zmiennych stężeń gazowych dotyczy również eliminowanego z organizmu CO₂ [11]. Istnieją publikacje opisujące także wpływ serca na ułatwienie wymiany w płucach w trakcie bezdechu. Mianowicie zmienna objętość serca, która przekłada się na zmiany ciśnienia w klatce piersiowej sprzyja ruchowi gazów w drogach oddechowych. Warto wspomnieć również o tachykardii przyspieszającej te zmiany ciśnień, a będąca odpowiedzią na kwasicę oddechową [12,13].

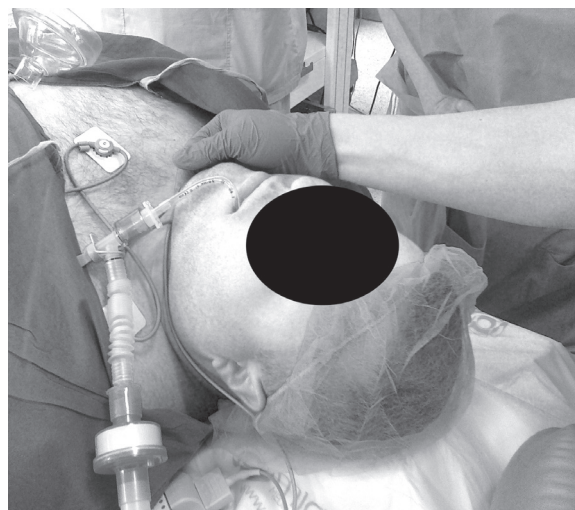
W dostępnym piśmiennictwie opisywane są metody, które pozwalają wydłużyć czas normoksji w trakcie przedłużonych manewrów na drogach oddechowych, jest to m.in. utrzymywanie pacjenta w trakcie preoksygenacji w pozycji 25° głową do góry. Już taka modyfikacja ułożenia wydłuża czas pozostawania SpO₂ >92% do 201s w porównaniu do 155s w grupie będącej na wznak [14]. Połączenie natleniania w pozycji anty Trendelenburga z podażą tlenu przez cewnik umieszczony w nosogardzieli pozwala utrzymać SpO₂ na poziomie 100% przez blisko 4 min podczas gdy osoby bez cewnika miały spadek SpO₂ do 95% po średnim czasie 145s [15,16]. Według Campbella i Beatty [17] samo wydłużenie czasu preoksygenacji może znacząco zwiększyć objętość tlenu zgromadzonego w FRC, ale wyłącznie z minimalnym wzrostem w krwi i tkankach, a to może nie pokrywać utlenowania bezdechu u pacjentów otyłych, którzy mają zmniejszone FRC. Samo wydłużanie preoksygenacji bez późniejszej dodatkowej insuflacji bezdechu i manewru rekrutacyjnego pęcherzyków może niestety zwiększyć tempo powstawania niedodmy [18,19].

Ostatnio promowanymi w literaturze sposobami natleniania bezdechu są metody bezpośredniego biernego podawania tlenu do górnych dróg oddechowych pacjenta. Procedura ta możliwa jest do wykonania m.in. za pośrednictwem maski twarzowej, kaniuli donosowej, cewnika nosowo-gardłowego, jak również za pośrednictwem przewodów do insuflacji w laryngoskopach, wideolaryngoskopach oraz bronchofiberoskopach.

Skuteczność oksygenacji bezdechu z użyciem kaniul donosowych typu Salter u pacjentów otyłych opisał Ramachandran i wsp. [3]. To prospektywne, randomizowane badanie zostało przeprowadzone na grupie 30 otyłych mężczyzn zakwalifikowanych do zabiegu chirurgicznego w znieczuleniu ogólnym. 15 osób otrzymywało przez kaniule donosowe O_2 w przepływie 5l/min podczas gdy pozostałe 15 nie otrzymywało tlenu przez kaniule. Czas bezdechu $SpO_2 \geq 95\%$ w grupie bez cewników był istotnie krótszy niż w grupie z cewnikami ($3,49 \pm 1,33$ do $5,29 \pm 1,02$ min). Również więcej pacjentów ($n = 8, 53,3\%$) w grupie z cewnikami miało $SpO_2 \geq 95\%$ po 6 minutach w porównaniu z jednym z grupy bez cewników. Ramachandran i wsp. [3] badaniem swym wykazali, że donosowe podawanie O_2 u pacjentów z otyłością, znacznie wydłuża czas $SpO_2 \geq 5\%$ podczas symulowanej trudnej laryngoskopii. Opóźnienie desaturacji po nosowo-gardłowej insuflacji tlenu, u pacjentów otyłych opisał również Barak i wsp. [4]. W badaniu porównane zostały dwie grupy po 17 chorych z otyłością olbrzymią poddane operacji redukcji objętości żołądka. Pierwsza grupa otrzymywała po preoksygenacji, przeznosową (cewnik nosowo-gardłowy) suplementację tlenu, grupa druga wyłącznie preoksygenację. Otrzymane wyniki wykazały, że u pacjentów z otyłością olbrzymią, u których preoksygenacja była uzupełniona insuflacją O_2 za pośrednictwem cewnika nosowo-gardłowego, SpO_2 100% utrzymywało się przez 4 minuty (16/17 badanych). W grupie kontrolnej bez insuflacji O_2 , popreoksygenacyjny bezdech bez O_2 spowodował spadek SpO_2 ze 100% do 95% w średnim czasie 145 s. Autorzy pracy podobnie jak Ramachandran i wsp. [3] stwierdzili, że insuflacja tlenem po preoksygenacji u pacjentów z otyłością olbrzymią opóźnia w znacznym stopniu wystąpienie desaturacji hemoglobiny podczas bezdechu.

Umieszczanie cewników nosowo-gardłowych, nosowych może zwiększać ryzyko uszkodzeń w obrębie nosa jak i gardła, jeśli podawany tlen nie ma możliwości ewakuacji z oddechowych, w związku z szczelnym przyłożeniem maski twarzowej, istnieje także możliwość barotraumy [20]. Odpowiedzią na zwiększone ryzyko metod opartych na insuflacji za pośrednictwem cewników umieszczanych przez nozdrza, była opisana w 2017 roku przez Heard'a i wsp. metoda dopoliczkowego podawania tlenu przez rurkę RAE (Ring-Adair-Elwyn). Metoda ta oparta

była na podaży tlenu do jamy ustnej za pośrednictwem zmodyfikowanej na potrzeby opracowania, wyprofilowanej rurki RAE umieszczonej w lewym kącie ust. Insuflacja tlenem wykonywana była z przepływem 10l/min. Otrzymane wyniki wykazały medianę czasu bezpiecznego bezdechu ($SpO_2 > 95\%$) wynoszącą 12,5 min, co stanowiło 2,5-krotny wzrost w porównaniu z grupą wyłącznie preoksygenowaną. Wg autorów metoda policzkowa została tak zaprojektowana by wyeliminować ryzyko uszkodzeń dróg oddechowych w tym płuc (barotrauma) a przy tym współgrać z algorytmami postępowania w przypadku trudnych dróg oddechowych [10]. Publikacja Toner i wsp. [21], którzy również wykorzystali do natleniania bezdechu metodę dopoliczkową, potwierdza wydłużone utrzymywanie się wysokiego stężenia tlenu na wysokości tchawicy, ponadto autorzy wykazali, że ryzyko barotraumy przy insuflacji jamy ustnej z użyciem rurki RAE jest znikome.

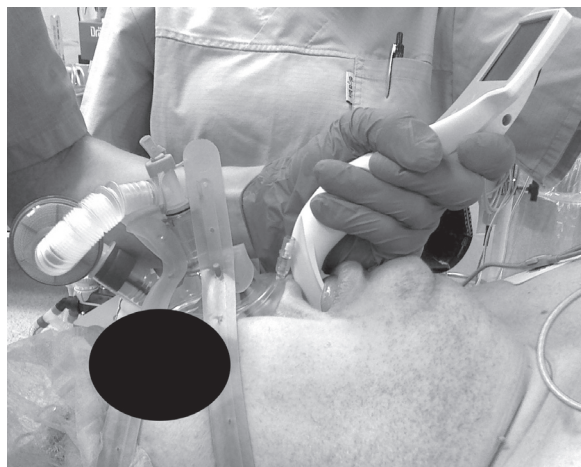


Fotografia 1. Metoda dopoliczkowego podawania tlenu przez rurkę RAE (Ring-Adair-Elwyn)

Photo 1. Buccal administration of oxygen using RAE tube

Metodę wykluczającą ryzyko wynikające z użycia cewników umieszczanych w noso-gardle oraz zapewniającą skuteczne natlenianie u otyłych, zaproponował w doniesieniu do Anesthesia & Analgesia, prof. Tomasz Gaszyński [22]. W prospektywnym badaniu obserwacyjnym, ocenił zastosowanie ciągłego dodatniego ciśnienia w drogach oddechowych

u pacjentów otyłych, podczas intubacji. W badaniu zastosowany został zestaw CPAP, wykorzystywany przy leczeniu bezdechów sennych. Przepływ 100% O_2 był regulowany, aby utrzymać ciśnienie w drogach oddechowych na poziomie 15 cm H_2O . We wszystkich przypadkach maska CPAP nie miała wpływu na intubację z użyciem wideolaryngoskopu, u każdego pacjenta czas bezdechu wyniósł 6 min a SpO_2 po tym czasie pozostawała powyżej 94%. Obserwacje autora jednoznacznie wskazują, że zastosowana metoda natleniania bezdechu u otyłych pacjentów zwiększa skuteczność oksygenacji równocześnie zapewniając wydłużenie czasu niezbędnego do zabezpieczenia dróg oddechowych rurką dotchawiczą – trudna intubacja. Istotne jest również to, że zastosowana maska CPAP nie utrudnia manewrów niezbędnych do wykonania bezpiecznej intubacji.



Fotografia 2. Nosowy CPAP podczas intubacji tchawicy

Photo 2. Nasal CPAP during intubation trachea

Hipoksja wynikająca z okresów bezdechowych jest również zagrożeniem w procedurach, podczas których pacjent jest wyłącznie sedowany. Do takich sytuacji możemy zaliczyć m.in. diagnostykę endoskopową, procedury kardiologiczne jak np. koronarografia, kardiowersja i inne niewymagające znieczulenia ogólnego. Zabezpieczeniem pacjenta przed hipoksją może być w tych przypadkach zastosowanie ciągłego dodatniego ciśnienia w drogach oddechowych (CPAP), z wykorzystaniem dedykowanych masek, jaką jest SuperNO₂VA (Vyair Medical, Mettawa, IL, USA).



Fotografia 3. SuperNO₂VA (Vyair Medical, Mettawa, IL, USA)

Photo 3. SuperNO₂VA (Vyair Medical, Mettawa, IL, USA)

Urządzenie to utrzymuje drożność górnych dróg oddechowych i wspomaga wentylację, zapewniając jednocześnie wysoki poziom FiO_2 z możliwością regulowania ciśnienia. Zdolność wytwarzania dodatniego ciśnienia w drogach oddechowych zabezpiecza przed obstrukcją górnych dróg oddechowych, wykluczając konieczność intubacji dotchawiczej i związanych z nią powikłań. SuperNO₂VA (Vyair Medical, Mettawa, IL, USA) umożliwia dodatkowo monitorowanie końcowo-wydechowego CO_2 (ET CO_2), co pozwala na szybkie wykrycie bezdechu, nawet przy wysokich przepływach O_2 [23,24]. W publikacji Kozinn i wsp. [25] opisali 10 przypadków, pacjentów otyłych, którzy zostali poddani zabiegom wymagającym głębokiej sedacji, u których do zabezpieczenia bezdechu wykorzystano SuperNO₂VA (Vyair Medical, Mettawa, IL, USA). U wszystkich badanych w trakcie procedury, zachowana została drożność dróg oddechowych, najniższe nasycenie O_2 wynosiło 98%.

W pracy Bai i wsp. [26] wspomniana maska CPAP zabezpieczała drogi oddechowe u pacjentów poddawanych planowej diagnostyce endoskopowej – kolonoskopii. To randomizowane badanie przeprowadzono na 134 pacjentach z otyłością. Porównano w nim ilość koniecznych interwencji przy badanych metodach (CPAP, kaniula donosowa) a przede wszystkim oceniono warunki wentylacyjne i ryzyko hipoksemii. Hipoksemia z $SpO_2 < 90\%$ istotnie częściej wystąpiła u pacjentów z kaniulą donosową (22 do 5%). W gru-

pie z wykorzystaniem SupeNO₂VA (Vyaire Medical, Mettawa, IL, USA) osiągnięto wartość CPAP zbliżoną do wartości docelowej 10 cm H₂O, zmniejszono również potrzebę interwencji na drogach oddechowych co zmniejszyło częstość wystąpienia hipoksemii i poprawiło wentylację minutową.

Przewagę metody z użyciem CPAP nad standardowym natlenianiem donosowym, w zabezpieczeniu prawidłowej wentylacji, zmniejszeniu ryzyka hipoksemii prezentuje Kozinn i wsp. [23]. W opublikowanym opisie przypadku pacjenta chorobliwie otyłego (BMI 47,2), wymagającego głębokiej sedacji do diagnostyki z użyciem USG przeprzełykowego oraz kardiowersji elektrycznej, wykorzystali z powodzeniem SupeNO₂VA (Vyaire Medical, Mettawa, IL, USA) uzyskując natychmiastowe zniesienie niedrożności dróg oddechowych i utrzymanie SpO₂ do końca badania na poziomie 99%.

Otrzymane przez autorów, powyżej przytoczonych publikacji, dane i opisane obserwacje zachęcają do wykorzystania SupeNO₂VA (Vyaire Medical, Mettawa, IL, USA) również w innych scenariuszach klinicznych np. na sali pooperacyjnej, oddziale intensywnej terapii a także w szpitalnych oddziałach ratunkowych.

Idea natleniania bezdechu oraz stosowania masek utrzymujących ciągle dodatnie ciśnienie w drogach oddechowych pacjentów otyłych, znajduje swoje zastosowanie w sytuacjach przedłużającej się intubacji pacjentów a także bezpiecznej sedacji do zabiegów niewymagających przyrządowego udrażniania dróg oddechowych. Natlenianie bezdechu wykonywane metodą zależną od dostępności sprzętu, bez wątpienia jest procedurą zmniejszającą ryzyko hipoksemii pacjenta i związanych z nią powikłań, równocześnie dając operatorowi czas na spokojniejsze wykonanie

intubacji tchawicy bądź przeprowadzenie procedury diagnostycznej. Do marginalizowanych w codziennej praktyce korzyści wynikających z podawania ogrzanego i nawilżonego tlenu są m.in. poprawa czynności dróg oddechowych poprzez zwiększony przepływ gazów, poprawę podatności płuc, utrzymanie prawidłowej funkcji rzęsek, unikanie odpowiedzi spastycznej, która pojawia się przy podaży suchych i zimnych gazów. Metody wykorzystujące maski CPAP to przede wszystkim bezpieczeństwo drożności dróg oddechowych, prawidłowej wentylacji i ciągłego monitorowania ET CO₂. Ciągłe natlenianie w trakcie bezdechu znajduje coraz częściej miejsce w standardach anestezjologicznych, stanowi chociażby część „planu A” wytycznych Difficult Airway Society (DAS) u pacjentów w stanie krytycznym [27]. Wspomniane powyżej publikacje, jak i inne dostępne w tematyce natleniania bezdechu oraz prewencji bezdechu podczas głębokiej sedacji, wskazują na potrzebę dalszych wielośrodkowych projektów, które będą się koncentrować na rozszerzeniu profilu bezpieczeństwa pacjenta.

Konflikt interesów / Conflict of interest

Brak / None

Adres do korespondencji / Correspondence address

✉ Jakub Jakubiak

Sekcja Przyrządowego Udrażniania Dróg Oddechowych PTaIT; Katedra Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Uniwersytet Medyczny w Łodzi; USK 1 im. N. Barlickiego ul. Kopcińskiego 22, 90-153 Łódź

☎ (+48) 42 6783748

✉ jakubiakj@yahoo.com

Piśmiennictwo/References

1. Overweight and obesity - BMI statistics - online publication on health statistics; <https://ec.europa.eu/>.
2. Projekt rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie programu pilotażowego w zakresie kompleksowej opieki specjalistycznej nad pacjentami leczonymi z powodu otyłości olbrzymiej KOS-BAR; wyniki badań realizowanych przez IŻŻ/NIZP-PZH w ramach współpracy z EFSA, przeprowadzonych w latach 2019-2020; <https://www.gov.pl/>.
3. Ramachandran SK, Cosnowski A, Shanks A, Turner CR. Apneic oxygenation during prolonged laryngoscopy in obese patients: a randomized, controlled trial of nasal oxygen administration. *J Clin Anesth.* 2010;22:164-168.
4. Baraka AS, Taha SK, Siddik-Sayyid SM, Kanazi GE, El-Khatib MF, Dagher CM, Chehade J-M A, Abdallah FW, Hajj RE. Supplementation of pre-oxygenation in morbidly obese patients using nasopharyngeal oxygen insufflation. *Anaesthesia*, 2007, 62, pages 769-773.
5. Don HF, Wahba M, Cuadrado L, Kelkar K. The effects of anaesthesia and 100 percent oxygen on the functional residual capacity of the lungs. *Anesthesiology* 1970; 32: 521-9.
6. Hickey R, Visick WD, Farily HB, Fourcade HE. Effects of halothane anaesthesia on functional residual capacity and alveolar-arterial

- oxygen tension difference. *Anesthesiology* 1973; 38: 20-4.
7. Damia G, Mascheroni D, Croci M, Tarenzi L. Perioperative changes in functional residual capacity in morbidly obese patients. *British Journal of Anaesthesia* 1988; 60: 574-8.
8. Pelosi P, Croci M, Ravagnan I, et al. Respiratory system mechanics in sedated, paralyzed, morbidly obese patients. *Journal of Applied Physiology* 1997; 82: 811-8.
9. Shenkman Z, Shir Y, Brodsky JB. Perioperative management of the obese patient. *British Journal of Anaesthesia* 1993; 70: 349-59.
10. Heard A, Andrew J, Toner AJ, James R, Evans JR. Apneic Oxygenation During Prolonged Laryngoscopy in Obese Patients: A Randomized, Controlled Trial of Buccal RAE Tube Oxygen Administration. *Anesthesia & Analgesia*: April 2017 - Volume 124 - Issue 4 - p 1162-1167.
11. West JB, Hugh-Jones P. Pulsatile gas flow in bronchi caused by the heart beat. *Journal of Applied Physiology* 1961; 16: 697-702.
12. Rudloff B, Faldum A, Brandt L. Ventilatory mass flow during apnea: investigations on quantification. *Anaesthesist* 2010; 59: 401-9.
13. Lyons C, Callaghan M. Uses and mechanisms of apnoeic oxygenation: a narrative review. *Anaesthesia* 2019, 74, 497-507.
14. Dixon BJ, Dixon JB, Carden JR, et al. Preoxygenation is more effective in the 25 degrees head-up position than in the supine position in severely obese patients: a randomized controlled study. *Anesthesiology* 2005; 102:1110-1115.
15. Baraka AS, Taha SK, Siddik-Sayyid SM, et al. Supplementation of preoxygenation in morbidly obese patients using nasopharyngeal oxygen insufflation. *Anaesthesia* 2007; 62:769-773.
16. Kristensen MS. Airway management and morbid obesity. *Eur J Anaesthesiol* 2010;27:923-927.
17. Campbell I, Beatty P. Monitoring preoxygenation. *British Journal of Anaesthesia* 1994; 72: 3-4.
18. Reinius H, Jonsson L, Gustafsson S, et al. Prevention of atelectasis in morbidly obese patients during general anesthesia and paralysis: a computerized tomography study. *Anesthesiology* 2009; 111:979-987.
19. Meyhoff CS, Wetterslev J, Jorgensen LN, et al. Effect of high perioperative oxygen fraction on surgical site infection and pulmonary complications after abdominal surgery: the PROXI randomized clinical trial. *JAMA* 2009; 302:1543 – 1550.
20. Yao HH, Tuck MV, McNally C, Smith M, Usatoff V. Gastric rupture following nasopharyngeal catheter oxygen delivery-a report of two cases. *Anaesth Intensive Care*. 2015;43:244-248.
21. Toner AJ, Douglas SG, Bailey MA, Avis HJ, Pillai AV, Phillips M, Heard A. Effect of Apneic Oxygenation on Tracheal Oxygen Levels, Tracheal Pressure, and Carbon Dioxide Accumulation: A Randomized, Controlled Trial of Buccal Oxygen Administration. *Anesthesia & Analgesia*: June 2019 - Volume 128 - Issue 6 - p 1154-1159
22. Gaszynski T. Nasal Continuous Positive Airway Pressure During Intubation in Superobese Patients Prolongs Safe Apnea Period. *Letters to the editor. Anesth Analg*. 2019 Jul;129(1):e34-e35.
23. Kozinn R, Kim J, Kwan L, Feinleib J. A Nasal Ventilation Mask for a Morbidly Obese Patient with OSA and Atrial Fibrillation undergoing Cardioversion. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 32 (2018) 945-947.
24. Fukuda K, Ichinohe T, Kaneko Y. Is measurement of end-tidal CO₂ through a nasal cannula reliable? *Anesth Prog* 1997;44:23-6.
25. Kozinn R, Foley L, Feinleib J. SuperNOVA Nasal Mask Ventilation Maintains Oxygenation during Deep Sedation in High-Risk Patients: A Case Series. *Res Pract Anesthesiol Open J*. 2018; 3(1): 15-19.
26. Bai Y, Xu Z, Chandrashekar M, St Jacques PJ, Liang Y, Jiang Y, Kla K. Comparison of a simplified nasal continuous positive airways pressure device with nasal cannula in obese patients undergoing colonoscopy during deep sedation. *Eur J Anaesthesiol* 2019; 36:633-640.
27. Pandit JJ, Irwin MG. Airway management in critical illness: practice implications of new Difficult Airway Society guidelines. *Anaesthesia* 2018; 73: 544-8.