

WYSZKOWSKI, Michał, JAREMEK, Anna, KEPA, Joanna, KANDEFER, Norbert, GRABARCZYK, Aleksandra, PAWLAK, Anna, GRAD, Sylwia, GREGOREK, Małgorzata and GREGOREK, Paweł. The Role of high flow nasal therapy in Intensive Care Units. *Journal of Education, Health and Sport*. 2023;43(1):178-193. eISSN 2391-8306.
<http://dx.doi.org/10.12775/JEHS.2023.43.01.014>
<https://apcz.umk.pl/JEHS/article/view/44992>
<https://zenodo.org/record/8229661>

The journal has had 40 points in Ministry of Education and Science of Poland parametric evaluation. Annex to the announcement of the Minister of Education and Science of 17.07.2023 No. 32318. Has a Journal's Unique Identifier: 201159. Scientific disciplines assigned: Physical Culture Sciences (Field of Medical sciences and health sciences); Health Sciences (Field of Medical Sciences and Health Sciences). Punkty Ministerialne z 2019 - aktualny rok 40 punktów. Załącznik do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 17.07.2023 Lp. 32318. Posiada Unikatowy Identyfikator Czasopisma: 201159. Przypisane dyscypliny naukowe: Nauki o kulturze fizycznej (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu); Nauki o zdrowiu (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu).

© The Authors 2023;

This article is published with open access at License Open Journal Systems of Nicolaus Copernicus University in Torun, Poland

Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author (s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non commercial license Share alike. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

Received: 11.07.2023. Revised:30.07.2023. Accepted: 07.08.2023. Published: 15.08.2023.

The role of high flow nasal therapy in Intensive Care Units

Michał Wyszowski , Independent Public Clinical Hospital No. 4 in Lublin, 8 Doktora Kazimierza Jaczewskiego Street, 20-954 Lublin, <https://orcid.org/0009-0003-1125-4014>,
mwyszowski93@gmail.com

Anna Jaremek, Independent Public Clinical Hospital No. 4 in Lublin, 8 Doktora Kazimierza Jaczewskiego Street, 20-954 Lublin. <https://orcid.org/0009-0002-7787-7938>,
jaremek.ann@gmail.com

Joanna Kępa, Independent Public Clinical Hospital No. 4 in Lublin, 8 Doktora Kazimierza Jaczewskiego Street, 20-954 Lublin. <https://orcid.org/0009-0007-2951-6018>,
joannakepa93@gmail.com

Norbert Kandefer, Medical University of Lublin, 1 Al. Raclawickie, 20-059 Lublin.
<https://orcid.org/0009-0007-3743-5939> , norbert.kandefer@gmail.com

Aleksandra Grabarczyk, Steafan Kardynał Wyszyński Province Specialist Hospital in Lublin, 100 Aleja Kraśnicka, 20-718 Lublin. <https://orcid.org/0009-0002-2232-2265>,
grabarczykaleksandra@wp.pl

Anna Pawlak, Independent Public Clinical Hospital No. 4 in Lublin, 8 Doktora Kazimierza Jaczewskiego Street, 20-954 Lublin. <https://orcid.org/0009-0009-8502-4987>,
annagul238@gmail.com

Sylwia Grad, Independent Public Clinical Hospital No. 4 in Lublin, 8 Doktora Kazimierza Jaczewskiego Street, 20-954 Lublin. <https://orcid.org/0009-0008-3833-5398>,
sgrad971111@gmail.com

Małgorzata Gregorek, Independent Public Clinical Hospital No. 4 in Lublin, 8 Doktora Kazimierza Jaczewskiego Street, 20-954 Lublin. <https://orcid.org/0009-0009-5964-6897>, malkurek.94@gmail.com

Paweł Gregorek, Independent Public Clinical Hospital No. 4 in Lublin, 8 Doktora Kazimierza Jaczewskiego Street, 20-954 Lublin. <https://orcid.org/0000-0001-5678-2054>, paw.greq.konta@gmail.com

Affiliations: Independent Public Clinical Hospital No. 4 in Lublin, ul. Jaczewskiego 8, 20-954 Lublin

Summary

Introduction and purpose: High Flow Nasal Therapy is quite new respiratory support method, although recently it became more popular – especially during COVID-19 pandemic. Physiological mechanisms as well as main applications were observed and described in several randomized controlled trials and metaanalysis. The purpose of this review is to present fundamental studies and indicate applications of this method.

Brief description of the state of knowledge: Breathing mixture with a maximum flow 60l/min needs to be heated and humidified to protect the airways from dryness. Optimal humidity improves mucociliary clearance, reduces inflammation of the airways and energy expenditure, especially in acute respiratory failure. High flow nasal therapy may improve the mechanics of breathing also by washout of nasopharyngeal dead space and generating positive airway pressure during exhalation, which keeps airways open and prevents the alveoli from collapsing. High flow therapy can be use in many different applications but at Intensive Care Unit the most important are: acute hypoxemia, during extubation or rest breaks from NIV (Non-invasive mechanical ventilation). It is important to monitor the patient and predict the need for intubation on time. There are physiological states that we should focus on: respiratory rate, dyspnea or work of breathing, but it is good to know ROX index which can be helpful to assess the success of the therapy.

Summary (conclusions): High flow nasal therapy is a simple and safety respiratory support method that can be applicable at Intensive Care Units. It can lower the intubation numbers and help during NIV rest breaks. High flow nasal therapy is a very promising method for all patients with respiratory failure but it is important to monitor the patient and not delay the intubation.

Key words: hypoxemic respiratory failure, dyspnea, respiratory failure

Wprowadzenie i cel pracy

Wysokoprzepływowa terapia donosowa (High Flow Nasal Therapy – HFNT) jest nieinwazyjną formą wsparcia oddechowego, która została opracowana i rozwijana na przestrzeni ostatnich 2 dekad, jako alternatywa dla konwencjonalnej tlenoterapii biernej.[1]

Terapia ta polega na dostarczeniu do pacjenta podgrzanej i nawilżonej mieszaniny oddechowej o wysokim przepływie z wykorzystaniem kaniuli donosowej. Urządzenia generują przepływ o prędkości do 60l/min, natomiast zawartość tlenu może być ustawiona od 21 do 100%.

Tak wysokie prędkości przepływu generują dynamiczne dodatnie ciśnienie w drogach oddechowych. Wysoki przepływ mieszaniny oddechowej wpływa również na zmniejszenie przestrzeni martwej poprzez wypłukiwanie wydychanego dwutlenku węgla z górnych dróg oddechowych, co potencjalnie wyjaśnia obserwowany spadek pracy oddechowej. [2]

Tradycyjne systemy dostarczania tlenu jak np. wąsy tlenowe, maski z rezerwuarem czy maski Venturiego pozwalają na ustawienie różnego poziomu przepływu tlenu, jednak nie dają możliwości aktywnego nawilżenia i ogrzania mieszaniny oddechowej, co ogranicza komfort pacjenta przy wyższych prędkościach przepływu. Potencjalne korzyści kliniczne podczas stosowania HFNT obejmują bardziej precyzyjną podaż tlenu, poprawę wentylacji pęcherzykowej, zmniejszenie wysiłku oddechowego, poprawę transportu śluzowo-rzęskowego, a także komfort i tolerancję pacjenta na leczenie.[1]

Zastosowanie HFNT staje się powszechne w oddziałach intensywnej terapii (OIT), czemu sprzyjają coraz liczniejsze dowody oparte na wielu badaniach potwierdzających jego skuteczność. Mechanizmy działania i efekty fizjologiczne HFNT nie są jeszcze w pełni poznane. Domniemywa się, że są to przede wszystkim: wypłukiwanie dwutlenku węgla z przestrzeni martwej w górnych drogach oddechowych, nawilżenie mieszaniny oddechowej, wytworzenie dynamicznego dodatniego ciśnienia końcowo-wydechowego i możliwość precyzyjnego dostarczenia tlenu. Pojawiające się badania naukowe wskazują, że HFNT jest skuteczna w poprawie stanu pacjentów z hipoksemiczną ostrą niewydolnością oddechową o różnej etiologii. [3][18]

W niniejszej pracy przedstawione zostały najważniejsze aspekty zastosowania donosowej terapii wysokoprzepływowej na oddziałach intensywnej terapii, opisane w publikacjach naukowych.

Opis stanu wiedzy

Wysokoprzepływowa terapia donosowa – mechanizmy działania i korzyści fizjologiczne

Istnieje wiele korzystnych mechanizmów działania, którym przypisuje się skuteczność stosowania wysokoprzepływowej terapii donosowej u chorych z niewydolnością oddechową. Nie jest jasne, które z tych korzyści są najważniejsze i może to zależeć od indywidualnej etiologii niewydolności oddechowej pacjenta.

Nawilżenie i ogrzanie mieszaniny oddechowej

Zastosowanie podgrzewanej i nawilżonej mieszaniny oddechowej o wysokim przepływie staje się coraz bardziej popularne w leczeniu chorych z niewydolnością oddechową. Podgrzewany i nawilżany tlen ma wiele zalet w porównaniu do standardowej tlenoterapii. Tlenoterapia bierna dostarczana przez kaniulę nosową lub inne akcesoria takie jak maska z rezerwuarem czy maski Venturiego, dostarcza zimny i suchy gaz. Ten zimny, suchy gaz może prowadzić do podrażnienia błony śluzowej i w efekcie do zapalenia dróg oddechowych, zwiększenia oporu dróg oddechowych i upośledzenia funkcji śluzówki i usuwania wydzieliny. Ponadto, znaczna ilość energii jest zużywana przez pacjentów na ogrzanie i nawilżenie gazu podczas normalnego oddychania. Podgrzany i nawilżony tlen może więc poprawić transport śluzowo - rzęskowy, zmniejszyć stan zapalny dróg oddechowych, a także zmniejszyć wydatek energetyczny, szczególnie w warunkach ostrej niewydolności oddechowej.[4]

Wypłukiwanie CO₂ z przestrzeni martwej

Wypłukiwanie dwutlenku węgla z przestrzeni martwej uważane jest za jeden z podstawowych i istotniejszych mechanizmów działania w HFNT. Wysoki przepływ donosowy powoduje wypłukiwanie CO₂ nie tylko z jamy nosowej, ale także z okolic nosogardzieli, zmniejszając tym samym anatomiczną przestrzeń martwą. Wykorzystując m.in. scyntyografię autorzy badania (Möller i wsp. 'Nasal high flow reduces dead space'. J Appl

Physiol. (2017)) odkryli zależność pomiędzy wdrożeniem HFNT, czasem i poziomem wypłukiwania CO₂.

W badaniu wzięło udział 10 ochotników, u których przy pomocy scyntygrafii oceniano klirens oznaczonego gazu (81mKr) w górnych drogach oddechowych; a także 3 oddychających przez nos pacjentów po tracheotomii, u których badano redukcję oddechów zwrotnych za pomocą kapnografii wolometrycznej i oksymetrii gazu z tchawicy. Zmierzono również objętość wdechu za pomocą pletyzmografii indukcyjnej.

Bezpośredni pomiar stężenia CO₂ i O₂ w tchawicy potwierdził redukcję retencji dwutlenku węgla, co korelowało ze wzrostem wdychanego O₂. Zmniejszenie ponownego wdychania dwutlenku węgla o około 1-3ml na oddech i podobny wzrost poziomu wdychanego tlenu odpowiada zmniejszeniu przestrzeni martwej o 20-60ml wraz ze wzrostem przepływu 15-45L/min. Na podstawie danych ze scyntygrafii w tym badaniu, zaobserwowano również, że skuteczność wypłukiwania przestrzeni martwej może potencjalnie wzrosnąć wraz ze zmniejszeniem częstości oddychania.[5]

Zmniejszenie przestrzeni martwej podczas terapii wysokoprzepływowej może zwiększać objętość pęcherzykową i poprawiać wymianę gazową. Może się również przyczynić do zmniejszenia częstości oddechów i częstości pracy serca. Na wymienione efekty fizjologiczne i wyniki kliniczne związane z redukcją przestrzeni martwej może mieć wpływ generowane dodatnie ciśnienie w drogach oddechowych podczas HFNT. [21]

Dynamiczne dodatnie ciśnienie w drogach oddechowych

Dodatnie ciśnienie w drogach oddechowych, które dynamicznie zmienia się wraz z oddechem oraz oczyszczanie anatomicznej przestrzeni martwej to kluczowe mechanizmy nieinwazyjnego wspomaganie oddychania za pomocą wysokiego przepływu nosowego (NHF). Ciśnienie zależy głównie od szybkości przepływu i okluzji nosa.

Uważa się, że dodatnie ciśnienie w drogach oddechowych, które dynamicznie zmienia się wraz z przepływem oddechowym i zmniejszonym ponownym wdychaniem wydychanego gazu z górnych dróg oddechowych, jest kluczowym mechanizmem HFNT. To odróżnia ją od innych form terapii kontrolowanych ciśnieniem, takich jak ciągłe dodatnie ciśnienie w drogach oddechowych (CPAP) lub wentylacja nieinwazyjna (NIV). Należy pamiętać, że aby

NIV była skuteczna w zespole ostrej niewydolności oddechowej (ARDS), wymagane jest minimalne dodatnie ciśnienie końcowo-wydechowe (PEEP) wynoszące 5 cmH₂O. Ciśnienie podczas terapii HFNT zależy głównie od szybkości przepływu i oporu przepływu, który zależy od wielkości kaniuli i okluzji nosa. Kaniula o większym przekroju poprzecznym może zwiększyć PEEP podczas HFNT, ale może stwarzać ryzyko całkowitego zamknięcia światła w nosie. Przy zamkniętych ustach może to spowodować niekontrolowany wzrost ciśnienia w drogach oddechowych, a także niemożność oddychania przez nos.

W artykule “Asymmetrical nasal high flow ventilation improves clearance of CO₂ from the anatomical dead space and increases positive airway pressure” opublikowanym w 2023 w *Journal of Applied Physiology*, badacze stworzyli model matematyczny w celu porównania kaniul donosowych z symetrycznymi i asymetrycznymi wypustkami w celu zbadania ciśnienia generowanego w drogach oddechowych. Najwyższy PEEP (6,6 cmH₂O) uzyskano przy użyciu większych asymetrycznych kaniul przy HFNT 60 l/min. Zaobserwowano również, że asymetryczna wentylacja nosowa o wysokim przepływie poprawia usuwanie CO₂ z anatomicznej przestrzeni martwej i zwiększa dodatkowo ciśnienie w drogach oddechowych. [6]

W kolejnej publikacji, która ukazała się w kwietniu 2023 na łamach czasopisma *Critical Care*, badano czy kaniule asymetryczne, w porównaniu z konwencjonalną kaniulą donosową o wysokim przepływie, zmniejszają wentylację minutową i wysiłek oddechowy. Po przeprowadzeniu obserwacji na 10 pacjentach, udowodniono, że interfejs asymetryczny zmniejsza wentylację minutową i pracę oddechową u chorych z łagodną do umiarkowanej hipoksemiczną niewydolnością oddechową, w porównaniu do kaniul symetrycznych. Według badaczy efekt ten był możliwy głównie dzięki zwiększonemu usuwaniu CO₂ z górnych dróg oddechowych.

W porównaniu do modelu matematycznego, użycie kaniul asymetrycznych w powyższej pracy nie wykazało znacznej różnicy w oksygenacji, impedancji końcowo-wydechowej płuc czy też dynamicznej podatności płuc, co oznacza brak większego wpływu na PEEP, mechanikę oddychania i rekrutację pęcherzyków. Według autorów mogło to być jednak spowodowane zbyt małymi różnicami w ciśnieniu lub oddychaniem przez otwarte usta. [21]

Przykłady zastosowania terapii wysokoprzepływowej na OIT

a) Ostra hipoksemiczna niewydolność oddechowa

Terapia wysokoprzepływowa to stosunkowo nowa technika wspomaganie oddychania, która zapewnia nie tylko wysoki przepływ, ale także podgrzewanie i nawilżanie mieszaniny oddechowej z możliwością kontrolowania stężenia tlenu. [19] Ostatnio jej zastosowanie wzrosło w różnych wskazaniach klinicznych, poza COVID-19. W 2020 roku powstała metaanaliza, w której opracowano oparte na dowodach zalecenia dotyczące stosowania HFNT w różnych warunkach klinicznych. We współpracy z Europejskim Stowarzyszeniem Medycyny Intensywnej Terapii, przeanalizowano dziewięć badań randomizowanych, które porównywały skuteczność tlenoterapii biernej i terapii wysokoprzepływowej u pacjentów z ostrą hipoksemiczną niewydolnością oddechową I wydano silne zalecenia na korzyść HFNT. Terapia wysokoprzepływowa wiązała się z niższym ryzykiem intubacji pacjenta oraz eskalacji do innych metod wsparcia oddechowego, w porównaniu do konwencjonalnej tlenoterapii.

W powyższej metaanalizie wdano także zalecenia warunkowe dla stosowania HFNT w poniższych przypadkach:

- po ekstubacji u pacjentów, którzy są intubowani dłużej niż 24 godziny i mają jakąkolwiek cechę wysokiego ryzyka (wyłączając pacjentów, u których istniałaby konieczność stosowania techniki NIPPV);
- Preoksygenacja – rekomendacja jedynie dla pacjentów, którzy są poddani terapii HFNT
- U pacjentów wysokiego ryzyka i/lub otyłych poddawanych zabiegom kardiochirurgicznym lub torakochirurgicznym w celu zapobiegania niewydolności oddechowej w bezpośrednim okresie pooperacyjnym[7]

b) Niewydolność oddechowa po ekstubacji

Istnieje kilkanaście metod nieinwazyjnego wsparcia oddechowego po ekstubacji: tlenoterapia konwencjonalna, terapia wysokimi przepływami oraz wentylacja nieinwazyjna (NIV). W porównaniu z konwencjonalną terapią tlenową, terapia o wysokim przepływie poprawia utlenowanie i komfort po ekstubacji oraz zapobiega niewydolności oddechowej po ekstubacji i ponownej intubacji w ogólnych populacjach pacjentów w stanie krytycznym – co wykazało badanie opublikowane przez Maggiore i in. w 2014r[17], oraz u pacjentów z niskim ryzykiem ponownej intubacji – według badania Hernandez i in. z 2016r.[16] Jednak dowody

przemawiające za jej stosowaniem u pacjentów z wysokim ryzykiem reintubacji jest niejednoznaczna.

Kliniczne korzyści terapii wysokimi przepływami obejmują poprawę utlenowania i rozrzedzenie wydzieliny poprzez nawilżenie i ogrzanie mieszaniny oddechowej. Jednak inne, nie do końca poznane mechanizmy mogą przyczynić się do korzystnego efektu, takie jak zwiększona końcowo – wydechowa objętość płuc, zmniejszona praca oddechowa czy generowanie dodatniego ciśnienia w drogach oddechowych.[20]

W porównaniu z NIV wysokoprzepływowa terapia donosowa ma pewne zalety, takie jak większy komfort pacjenta, niższe koszty, większa dostępność i dodatkowe mechanizmy, których nie zapewnia NIV (np. kondycjonowanie powietrza).

Badanie randomizowane opublikowane w prestiżowym czasopiśmie Journal of the American Medical Association (JAMA) przez naukowców Hernandez i in., rozważało czy terapia tlenowa o wysokim przepływie nie jest gorsza od NIV w zapobieganiu niewydolności oddechowej po ekstubacji i reintubacji u pacjentów z wysokiego ryzyka.

Obserwacje prowadzono w trzech ośrodkach w Hiszpanii na oddziałach Intensywnej Terapii, a pacjenci, których było 604, spełniali minimum jedno z następujących kryteriów: wiek powyżej 65 lat, powyżej 12 punktów w skali APACHE II (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II) w dniu ekstubacji; wskaźnik masy ciała (BMI) wyższy niż 30; wysoka sekrecja śluzu; trudne lub długotrwałe próby odzwyczajania od respiratora; więcej niż 1 choroba współistniejąca; niewydolność serca jako podstawowe wskazanie do wentylacji mechanicznej; umiarkowana lub ciężka przewlekła obturacyjna choroba płuc; problemy z drożnością dróg oddechowych lub długotrwała wentylacja mechaniczna.

Wśród dorosłych z grupy wysokiego ryzyka, którzy przeszli ekstubację, terapia wysokimi przepływami nie była gorsza od NIV w zapobieganiu ponownej intubacji i niewydolności oddechowej po ekstubacji. Wskaźnik reintubacji u pacjentów na HFNT wynosił 22,8%, natomiast na NIV 19,1%, natomiast 78 pacjentów (26,9%) w grupie HFNT w porównaniu do 125 (39,8%) w grupie NIV doświadczyło niewydolności oddechowej potekstubacyjnej. [8]

c) Przerwy w stosowaniu nieinwazyjnej wentylacji mechanicznej

Według wielu źródeł naukowych, wentylacja nieinwazyjna (NIV) jest metodą wentylacji pierwszego wyboru w przypadku ostrej niewydolności oddechowej (ARF) spowodowanej m.in. ostrym zaostrzeniem przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (POChP) i ostrego kardiogenego obrzęku płuc.

NIV pozwala uniknąć intubacji, dostarczając mieszaninę oddechową do górnych dróg oddechowych przez nieinwazyjny, ściśle przylegający interfejs. Te interfejsy są jednak niewygodne dla pacjentówi powodują podrażnienia lub odleżyny. Często są zdejmowane, aby ułatwić kontakt z rodziną lub podczas jedzenia. Podsmowując, przerwy od NIV są konieczne u większości pacjentów w celu poprawy komfortu pacjenta oraz próby odzwyczajenia od tego rodzaju terapii.

Niewiele wiadomo na temat najlepszego sposobu radzenia sobie z przerwami od NIV, które często trwają nawet kilka godzin. Standardowa terapia tlenowa, w tym konwencjonalne systemy do podawania tlenu, takie jak kaniule do nosa, proste maski na twarz i maski Venturiego, są zwykle uruchamiane w celu utrzymania docelowego nasycenia tlenem podczas przerw. Jednak te techniki nie zapewniają wiarygodnej frakcji wdychanego tlenu, ponieważ tlen jest mieszany z powietrzem z otoczenia. Największą wadą systemów konwencjonalnej tlenoterapii biernej jest brak nawilżenia oraz wsparcia oddechowego. Ograniczenia te mogą predysponować do zwiększonej częstości oddechów (RR), duszności i desaturacji podczas przerw oraz mogą przyspieszyć niewydolność oddechową z koniecznością intubacji.

W grudniu 2018 na łamach czasopisma Journal of Critical Care, grupa naukowców opublikowała badanie, w którym porównano zastosowanie tlenoterapii biernej i terapii wysokoprzepływowej podczas przerw w NIV. W porównaniu z konwencjonalną tlenoterapią, HFNT nie skrócił czasu pacjenta na NIV, jednak kaniule donosowe HFNT były znacznie bardziej komfortowe. Zaobserwowano również, że wzrost RR i duszności w przypadku tlenoterapii biernej, nie wystąpił w przypadku HFNT. Dlatego HFNT może być odpowiednią alternatywą dla tlenoterapii biernej podczas przerw w NIV.[9]

Wskaźnik ROX w przewidywaniu powodzenia lub niepowodzenia wysokoprzepływowej terapii donosowej

Wskaźnik ROX jest to pomocne narzędzie służące do oceny skuteczności HFNT. Stanowi on iloraz trzech parametrów: SpO₂, FiO₂ i częstotliwość oddychania. Wartości <5 mogą sugerować niepowodzenie leczenia. [10]

Donosowa terapia o wysokim przepływie (HFNT) jest szeroko stosowana u pacjentów z hipoksemiczną niewydolnością oddechową. Według niektórych źródeł naukowych może ona zmniejszyć częstość intubacji dotchawiczej u pacjentów z ostrą niewydolnością oddechową w porównaniu z konwencjonalną tlenoterapią [1-3]. Jednak niepowodzenie HFNT może powodować opóźnioną intubację i zwiększoną śmiertelność [4]. Dlatego przewidywanie niepowodzenia HFNT i określenie odpowiedniego czasu intubacji dotchawiczej są ważnymi strategiami leczenia HFNT.

Niektóre objawy kliniczne pacjenta mogą być przydatne przy ocenie skuteczności terapii wysokoprzepływowej i późniejszej potrzeby wdrożenia wentylacji mechanicznej. Na przykład brak poprawy saturacji lub utrzymujące się tachypnoe, a także asynchronia pierświowo-brzuszna były wczesnymi wskaźnikami niepowodzenia leczenia. Nie były one jednak wystarczająco jednoznaczne, aby zidentyfikować pacjentów wymagających późniejszej intubacji. Poza parametrami oddechowymi, za istotny czynnik niepowodzenia HFNT uznano również obecność dodatkowych niewydolności narządowych, takich jak niewydolność hemodynamiczna lub neurologiczna.[11]

Badania przeprowadzone przez naukowców Roca i wsp. potwierdzają dokładność i przydatność wskaźnika ROX w przewidywaniu powodzenia terapii wysokoprzepływowej przez kaniule donosowe w przypadku niewydolności oddechowej związanej m.in. z zapaleniem płuc: wskaźnik ROX większy lub równy 4,88 mierzony po 2, 6 lub 12 godzinach od wdrożenia terapii jest wyznacznikiem powodzenia HFNT. Ponadto wyznaczono wartości w różnych punktach czasowych wskaźnika ROX, które przewidują niepowodzenie terapii wysokim przepływem. Ponieważ wskaźnik ROX można łatwo zmierzyć i powtórzyć przy łóżku chorego, wykazano, że zmiany wskaźnika w czasie mogą prognozować odpowiedź pacjenta na terapię HFNT. Wskaźnik ten warto zatem włączyć do codziennego procesu podejmowania decyzji klinicznych u pacjentów w stanie krytycznym leczonych wysokim przepływem donosowym. [12]

Przeciwwskazania do terapii wysokoprzepływowej

Przeciwwskazaniem do stosowania terapii wysokoprzepływowej są przede wszystkim wskazania do intubacji dotchawiczej. Jeżeli pacjent wymaga wyższych wartości ciśnienia w drogach oddechowych (powyżej 5-6 cmH₂O), intubacja lub terapia NIV nie powinna być odwlekana. [13]

Jak niedawno doniesiono w badaniu obserwacyjnym, u pacjentów z ARF leczonych HFNT, pacjenci zaintubowani po ponad 48 godzinach leczenia mieli wyższą śmiertelność niż zaintubowani w ciągu 48 godzin. [14] Kaniule donosowe nie są anatomicznie dopasowane. Każde deformacje, jak np. krzywa przegroda nosowa może ograniczać swobodny przepływ. [15]

Podsumowując, przeciwwskazania do stosowania HFNT są podobne, jak w przypadku NIV prowadzonej przez maskę nosową, maskę ustno – nosową czy maskę pełnotwarzową. HFNT nie powinien opóźniać wentylacji mechanicznej u osób z ciężką niewydolnością oddechową, szczególnie w przypadku niewydolności oddechowej typu II. Ponadto, nie należy go stosować u osób z obniżonym poziomem świadomości lub u pacjentów niewspółpracujących. Dodatkowo krwawienie z nosa, nieodbarczona odma, uraz twarzy lub niedrożność dróg oddechowych powinny wykluczać jego stosowanie.

Podsumowanie

Terapia wysokoprzepływowa zwana High Flow Nasal Therapy nadal znajduje szerokie zastosowanie na oddziałach szpitalnych – przede wszystkim na Oddziale Intensywnej Terapii. Na podstawie szeregu badań naukowych oraz meta analiz, można zauważyć, że ta metoda wsparcia oddechowego wpływa na zmniejszenie częstości intubacji lub reintubacji, a także ułatwia postępowanie z pacjentem po ekstubacji oraz w przerwach w NIV. Jej mechanizmy działania obniżają wysiłek oddechowy, poprawiając tym samym oksygenację i komfort pacjenta. Nawilżenie i ogrzanie mieszaniny oddechowej zapobiega wysychaniu nabłonka i ułatwia odksztuszanie zalegającej wydzieliny, natomiast interfejs – czyli kaniule donosowe, wpływają pozytywnie na komfort pacjenta.

Każdy przypadek należy jednak traktować indywidualnie i prawidłowo ocenić powodzenie lub niepowodzenie terapii, czemu służyć ma indeks ROX. Opóźnienie intubacji może nieść za sobą negatywne konsekwencje dla zdrowia i życia pacjenta z niewydolnością oddechową, pomimo wielu zalet terapii wysokoprzepływowej.

Disclosure

Autorzy oświadczają, że nie mają żadnych konfliktów interesów finansowych lub niefinansowych, które mogłyby wpływać na interpretację wyników badania ani treść niniejszego manuskryptu. Praca ta została przeprowadzona niezależnie, bez zewnętrznego finansowania ani wsparcia.

Wkład autorski

Konceptualizacja: Michał Wyszkowski

Metodologia: Anna Jaremek

Oprogramowanie: Anna Pawlak

Sprawdzenie: Paweł Gregorek, and Norbert Kandefer, Michał Wyszkowski

Analiza formalna: Aleksandra Grabarczyk

Dochodzenie: Michał Wyszkowski

Zasoby: Norbert Kandefer

Przechowywanie danych: Michał Wyszkowski

Pisanie – przygotowanie zgrubne: Sylwia Grad

Pisanie – recenzja i redakcja: Anna Jaremek

Wizualizacja: Małgorzata Gregorek

Nadzór: Joanna Kępa

Administracja projektu: Michał Wyszkowski

Otrzymanie finansowania: Nie dotyczy

Wszyscy autorzy przeczytali i zgodzili się z opublikowaną wersją manuskryptu.

Oświadczenie o finansowaniu

The authors declare that there are no conflicts of interest or financial disclosures associated with this scientific work

Oświadczenie instytucjonalnej komisji rewizyjnej

Nie dotyczy

Oświadczenie o świadomej zgodzie

Nasza praca nie obejmowała bezpośrednich badań na ludziach ani uzyskiwania ich zgody na udział w badaniu

Oświadczenie o dostępności danych

Jako praca przeglądowa nasza praca nie zawiera nowych danych ani analiz. W związku z tym nie ma określonych zestawów danych ani dostępności danych do raportowania. Informacje i ustalenia przedstawione w tym przeglądzie opierają się na wcześniej opublikowanych badaniach, do których można uzyskać dostęp za pośrednictwem odpowiednich źródeł cytowanych w sekcji referencyjnej.

Oświadczenie o konflikcie interesów

Autorzy oświadczają, że nie występują istotne konflikty interesów związane z niniejszą pracą badawczą.

Lista piśmiennictwa

1. Papachatzakis Y, Nikolaidis PT, Kontogiannis S, Trakada G. High-Flow Oxygen through Nasal Cannula vs. Non-Invasive Ventilation in Hypercapnic Respiratory Failure: A Randomized Clinical Trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Aug 18;17(16):5994. [https://doi: 10.3390/ijerph17165994](https://doi.org/10.3390/ijerph17165994). PMID: 32824771; PMCID: PMC7459687.
2. Frat JP, Thille AW, Mercat A, Girault C, Ragot S, Perbet S, Prat G, Boulain T, Morawiec E, Cottreau A, Devaquet J, Nseir S, Razazi K, Mira JP, Argaud L, Chakarian JC, Ricard JD,

- Wittebole X, Chevalier S, Herbland A, Fartoukh M, Constantin JM, Tonnelier JM, Pierrot M, Mathonnet A, Béduneau G, Delétage-Métreau C, Richard JC, Brochard L, Robert R; FLORALI Study Group; REVA Network. High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure. *N Engl J Med.* 2015 Jun 4;372(23):2185-96. [https://doi: 10.1056/NEJMoa1503326](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1503326). Epub 2015 May 17. PMID: 25981908.
3. Renda T, Corrado A, Iskandar G, Pelaia G, Abdalla K, Navalesi P. High-flow nasal oxygen therapy in intensive care and anaesthesia. *Br J Anaesth.* 2018 Jan;120(1):18-27. [https://doi: 10.1016/j.bja.2017.11.010](https://doi.org/10.1016/j.bja.2017.11.010). Epub 2017 Nov 21. PMID: 29397127.
 4. Lodeserto FJ, Lettich TM, Rezaie SR. High-flow Nasal Cannula: Mechanisms of Action and Adult and Pediatric Indications. *Cureus.* 2018 Nov 26;10(11):e3639. [https://doi: 10.7759/cureus.3639](https://doi.org/10.7759/cureus.3639). PMID: 30740281; PMCID: PMC6358040.
 5. Möller, Winfried et al. “Nasal high flow reduces dead space.” *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. : 1985) vol. 122,1 (2017): 191-197. [https://doi:10.1152/jappphysiol.00584.2016](https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00584.2016)
 6. Tatkov S, Rees M, Gulley A, van den Heuij LGT, Nilius G. Asymmetrical nasal high flow ventilation improves clearance of CO₂ from the anatomical dead space and increases positive airway pressure. *J Appl Physiol* (1985). 2023 Feb 1;134(2):365-377. [https://doi: 10.1152/jappphysiol.00692.2022](https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00692.2022). Epub 2023 Jan 12. PMID: 36633864; PMCID: PMC9886347.
 7. Rochweg, Bram et al. “The role for high flow nasal cannula as a respiratory support strategy in adults: a clinical practice guideline.” *Intensive care medicine* vol. 46,12 (2020): 2226-2237. [https://doi:10.1007/s00134-020-06312-y](https://doi.org/10.1007/s00134-020-06312-y)
 8. Hernández G, Vaquero C, Colinas L, et al. Effect of Postextubation High-Flow Nasal Cannula vs Noninvasive Ventilation on Reintubation and Postextubation Respiratory Failure in High-Risk Patients: A Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2016;316(15):1565–1574. [https://doi:10.1001/jama.2016.14194](https://doi.org/10.1001/jama.2016.14194)
 9. Giulia Spoletini, Chiara Mega, Lara Pisani, Mona Alotaibi, Alia Khoja, Lori Lyn Price, Francesco Blasi, Stefano Nava, Nicholas S. Hill, 'High-flow nasal therapy vs standard oxygen during breaks off noninvasive ventilation for acute respiratory failure: A pilot randomized controlled trial, *Journal of Critical Care*, Volume 48, 2018, Pages 418-425, ISSN 0883-9441, <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2018.10.004>
 10. Nasiłowski J.: Zastosowanie wysokoprzepływowej tlenoterapii donosowej w ostrej niewydolności oddechowej. Omówienie wytycznych European Respiratory Society 2021. *Med. Prakt.* 2022; 1: 36 – 44 , [https://doi: 10.1183/13993003.01574-2021](https://doi.org/10.1183/13993003.01574-2021)

11. Roca O, Messika J, Caralt B, García-de-Acilu M, Sztrymf B, Ricard JD, Masclans JR. Predicting success of high-flow nasal cannula in pneumonia patients with hypoxemic respiratory failure: The utility of the ROX index. *J Crit Care*. 2016 Oct;35:200-5. [https://doi: 10.1016/j.jcrc.2016.05.022](https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2016.05.022). Epub 2016 May 31. PMID: 27481760.
12. Roca O, Caralt B, Messika J, Samper M, Sztrymf B, Hernández G, García-de-Acilu M, Frat JP, Masclans JR, Ricard JD. An Index Combining Respiratory Rate and Oxygenation to Predict Outcome of Nasal High-Flow Therapy. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019 Jun 1;199(11):1368-1376. [https://doi: 10.1164/rccm.201803-0589OC](https://doi.org/10.1164/rccm.201803-0589OC). PMID: 30576221.
13. Polok K., Szczeklik W.: Praktyka kliniczna – intensywna terapia. Wysokoprzepływowa tlenoterapia donosowa – praktyczny przewodnik. *Med. Prakt.*, 2020; 5: 110–115
14. Kang BJ, Koh Y, Lim CM, Huh JW, Baek S, Han M, Seo HS, Suh HJ, Seo GJ, Kim EY, Hong SB. Failure of high-flow nasal cannula therapy may delay intubation and increase mortality. *Intensive Care Med*. 2015 Apr;41(4):623-32. [https://doi: 10.1007/s00134-015-3693-5](https://doi.org/10.1007/s00134-015-3693-5). Epub 2015 Feb 18. PMID: 25691263.
15. Maciejewski D. High flow oxygen therapy in intensive care and anaesthesiology. *Anaesthesiol Intensive Ther*. 2019;51(1):41-50. doi: 10.5603/AIT.2019.0012. PMID: 31280551.
16. Hernández G, Vaquero C, González P, Subira C, Frutos-Vivar F, Rialp G, Laborda C, Colinas L, Cuenca R, Fernández R. Effect of Postextubation High-Flow Nasal Cannula vs Conventional Oxygen Therapy on Reintubation in Low-Risk Patients: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2016 Apr 5;315(13):1354-61. doi: 10.1001/jama.2016.2711. PMID: 26975498.
17. Maggiore SM, Idone FA, Vaschetto R, Festa R, Cataldo A, Antonicelli F, Montini L, De Gaetano A, Navalesi P, Antonelli M. Nasal high-flow versus Venturi mask oxygen therapy after extubation. Effects on oxygenation, comfort, and clinical outcome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014 Aug 1;190(3):282-8. doi: 10.1164/rccm.201402-0364OC. PMID: 25003980.
18. Papazian L, Corley A, Hess D, Fraser JF, Frat JP, Guitton C, Jaber S, Maggiore SM, Nava S, Rello J, Ricard JD, Stephan F, Trisolini R, Azoulay E. Use of high-flow nasal cannula oxygenation in ICU adults: a narrative review. *Intensive Care Med*. 2016 Sep;42(9):1336-49. doi: 10.1007/s00134-016-4277-8. Epub 2016 Mar 11. PMID: 26969671.
19. Rochweg B, Granton D, Wang DX, Helviz Y, Einav S, Frat JP, Mekontso-Dessap A, Schreiber A, Azoulay E, Mercat A, Demoule A, Lemiale V, Pesenti A, Riviello ED, Mauri T, Mancebo J, Brochard L, Burns K. High flow nasal cannula compared with conventional oxygen therapy for acute hypoxemic respiratory failure: a systematic review and meta-

analysis. *Intensive Care Med.* 2019 May;45(5):563-572. doi: 10.1007/s00134-019-05590-5. Epub 2019 Mar 19. PMID: 30888444.

20. Biselli PJ, Kirkness JP, Grote L, Fricke K, Schwartz AR, Smith P, Schneider H. Nasal high-flow therapy reduces work of breathing compared with oxygen during sleep in COPD and smoking controls: a prospective observational study. *J Appl Physiol* (1985). 2017 Jan 1;122(1):82-88. doi: 10.1152/jappphysiol.00279.2016. Epub 2016 Nov 4. PMID: 27815367; PMCID: PMC5283854.
21. Slobod, Douglas et al. "Effects of an asymmetrical high flow nasal cannula interface in hypoxemic patients." *Critical care* (London, England) vol. 27,1 145. 18 Apr. 2023, doi:10.1186/s13054-023-04441-6