

PODRĘCZNIK SZKOLENIOWY DLA UCZESTNIKÓW/UCZESTNICZEK KURSU SPECJALISTYCZNEGO OPIEKA NAD PACJENTEM WYMAGAJĄCYM WYSOKOPRZEPŁYWOWEJ TERAPII TLENEM dla pielęgniarek

Opracowano w związku z realizacją projektu
Wsparcie kształcenia podyplomowego pielęgniarek i położnych
w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój
na lata 2014 – 2020 (PO WER 2014-2020)
współfinansowanego z Europejskiego Funduszu Społecznego,
numer POWR.07.01.00-00-0004/22



PODRĘCZNIK SZKOLENIOWY DLA UCZESTNIKÓW/UCZESTNICZEK KURSU SPECJALISTYCZNEGO OPIEKA NAD PACJENTEM WYMAGAJĄCYM WYSOKOPRZEPŁYWOWEJ TERAPII TLENEM

dla pielęgniarek

Opracowano w związku z realizacją projektu
Wsparcie kształcenia podyplomowego pielęgniarek i położnych
w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój
na lata 2014 – 2020 (PO WER 2014-2020)
współfinansowanego z Europejskiego Funduszu Społecznego,
numer POWR.07.01.00-00-0004/22

Warszawa 2022

ISBN 978-83-67664-04-2

AUTORZY MATERIAŁÓW DYDAKTYCZNYCH:

dr n. med. Aleksandra Gutysz-Wojnicka

specjalista w dziedzinie pielęgniarstwa anestezjologicznego i intensywnej opieki, Katedra Pielęgniarstwa, Szkoła Zdrowia Publicznego, Collegium Medicum, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie;

dr n. med. Anna Małecka-Dubiela

specjalista w dziedzinie pielęgniarstwa ratunkowego i pielęgniarstwa zachowawczego, Kliniczny Oddział Ratunkowy Uniwersyteckie Centrum Kliniczne w Gdańsku, Zakład Pielęgniarstwa Internistyczno-Pediatrycznego, Gdański Uniwersytet Medyczny w Gdańsku, Konsultant krajowy w dziedzinie pielęgniarstwa ratunkowego;

dr n. o zdr. Mariola Rybka

specjalista w dziedzinie pielęgniarstwa anestezjologicznego i intensywnej opieki, pielęgniarstwa opieki długoterminowej oraz pielęgniarstwa geriatrycznego, Wydział Nauk o Zdrowiu, Państwowa Akademia Nauk Stosowanych we Wrocławku, Zakład Opiekuńczo-Lecznicy, Szpital Lipno Spółka z o.o, Konsultant krajowy w dziedzinie pielęgniarstwa opieki długoterminowej;

mgr Marzena Pęgiel

specjalista w dziedzinie pielęgniarstwa anestezjologicznego i intensywnej opieki, Klinika Intensywnej Terapii i Anestezjologii, 5 Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką w Krakowie, Konsultant wojewódzki w dziedzinie pielęgniarstwa anestezjologicznego i intensywnej opieki dla województwa małopolskiego.

RECENZENT:

dr n. med. Edyta Cudak-Kasprzak

Konsultant krajowy w dziedzinie pielęgniarstwa anestezjologicznego i intensywnej opieki, Zakład Pielęgniarstwa Anestezjologicznego i Intensywnej Opieki, Wydział Nauk o Zdrowiu, Uniwersytet Medyczny im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu.

SPIS TREŚCI

Cel kursu specjalistycznego Opieka nad pacjentem wymagającym wysokoprzepływowej terapii tlenem	4
Plan nauczania	4
Moduł I. Podstawy kliniczne i postępowanie terapeutyczne w niewydolności oddechowej	5
Moduł II. Wysokoprzepływowa terapia tlenem	21
Moduł III. Pielęgowanie pacjenta wymagającego wysokoprzepływowej terapii tlenem	29
Wykaz świadczeń zdrowotnych, do których jest uprawniona pielęgniarka po ukończeniu kursu specjalistycznego Opieka nad pacjentem wymagającym wysokoprzepływowej terapii tlenem	38
Wykaz literatury obowiązującej do zaliczenia kursu specjalistycznego Opieka nad pacjentem wymagającym wysokoprzepływowej terapii tlenem	39

CEL KURSU SPECJALISTYCZNEGO OPIEKA NAD PACJENTEM WYMAGAJĄCYM WYSOKOPRZEPŁYWOWEJ TERAPII TLENEM

Przygotowanie pielęgniarki do samodzielnego udzielania świadczeń zdrowotnych w zakresie pielęgnowania pacjenta wymagającego wysokoprzepływowej terapii tlenem.

PLAN NAUCZANIA

Lp.	Nazwa modułu	Liczba godzin teorii, w tym:		Miejsce realizacji stażu	Liczba godzin stażu	Łączna liczba godzin kontaktowych
		wykładów	ćwiczeń			
I	Podstawy kliniczne i postępowanie terapeutyczne w niewydolności oddechowej	10	-	-	-	10
II	Wysokoprzepływowa terapia tlenem	5	-	-	-	5
III	Pielęgnowanie pacjenta wymagającego wysokoprzepływowej terapii tlenem	12		Oddział anestezjologii i intensywnej terapii; Oddział chorób płuc	24	36
Łącznie		27	-		24	51*

* Organizator kształcenia w porozumieniu z kierownikiem kursu, ma prawo dokonać modyfikacji czasu trwania zajęć teoretycznych. Oznacza to, że 90% łącznej liczby godzin przeznaczonych na realizację programu nie podlega zmianie. Wskazane 10%, co stanowi nie więcej niż 5 godzin, może być wykorzystane na samokształcenie realizowane pod bezpośrednim nadzorem nauczyciela.

MODUŁ I

PODSTAWY KLINICZNE I POSTĘPOWANIE TERAPEUTYCZNE W NIEWYDOLNOŚCI ODDECHOWEJ

Cel modułu Przygotowanie pielęgniarki do rozpoznania objawów klinicznych, różnicowania rodzaju zaburzeń i udziału w procesie terapii pacjenta z niewydolnością oddechową.

W module zostaną omówione następujące zagadnienia:

1. Niewydolność oddechowa – definicja i kryteria rozpoznania.
2. Przyczyny ostrej niewydolności oddechowej.
3. Przyczyny ostrej hipoksemii i ostrej hipowentylacji.
4. Obraz kliniczny, diagnostyka i powikłania niewydolności oddechowej.
5. Zasady i metody monitorowania pacjenta z niewydolnością oddechową.
6. Leki stosowane w niewydolności oddechowej wymagającej ciągłej tlenoterapii.
7. Tlenoterapia (bierna/czynna) i wentylacja mechaniczna.
8. Analgosedacja stosowana w leczeniu pacjenta wymagającego wysokoprzepływowej terapii tlenem.

1. Niewydolność oddechowa

Niewydolność oddechowa – polega na zaburzeniach czynności układu oddechowego powodujących upośledzenie wymiany gazowej w płucach. Zaburzenia te prowadzą do obniżenia ciśnienia parcjalnego tlenu w składzie krwi tętniczej (PaO_2) < 60 mm Hg (8,0 kPa) i /lub wzrostu ciśnienia parcjalnego dwutlenku węgla (PaCO_2) ≥ 45 mm Hg (6,0 kPa). Niewydolność oddechowa może wystąpić nagle jako ostra postać, lub postępować powoli jako postać przewlekła.

Podział niewydolności oddechowej:

1. w zależności od przebiegu choroby:
 - ostra niewydolność oddechowa, do rozwoju pełnych objawów chorobowych dochodzi w ciągu 60 minut;
 - przewlekła niewydolność oddechowa;
2. w zależności od upośledzenia wymiany gazowej wyróżniamy:
 - niewydolność oddechowa hipoksemiczna;
 - niewydolność hipoksemiczno-hiperkapniczną;
3. klasyfikacja ostrej niewydolności oddechowej według Wooda:
 - I typ – ostra niewydolność hipoksemiczna, która powstaje na skutek zmian w miąższu płuc powodując zaburzenia wentylacji w przepływie płucnym, przeciekiem nieutlenowanej krwi oraz upośledzeniem dyfuzji tlenu;
 - II typ – ostra niewydolność wentylacyjna, powstaje wskutek hipowentylacji pęcherzykowej. Konsekwencją jest hiperkapnia wywołana spadkiem całkowitej wentylacji minutowej, zwiększeniem wentylacji przestrzeni martwej oraz zaburzeń centralnej regulacji oddechowej;
 - III typ – ostra niewydolność okołoperacyjna, związana jest z długim unieruchomieniem pacjenta w pozycji leżącej, zmniejszeniem pracy przepony oraz innych mięśni oddechowych, zalegającej wydzieliny w układzie oddechowym, w konsekwencji powoduje spadek czynnościowej pojemności zalegającej, niedodmę;
 - IV typ – ostra niewydolność hipoperfuzyjna, powstaje na skutek zmniejszenia przepływu krwi przez płuca.

2. Przyczyny niewydolności oddechowej

Tabela 1. Przyczyny niewydolności oddechowej

Ostra niewydolność oddechowa	Przewlekła niewydolność oddechowa
• Przyczyny płucne: – choroby zapalne płuc; – zachłyśnięcie treści żołądkowej; – różnego rodzaju urazy klatki piersiowej; – inhalacje toksyn i dymu; – przytupienie; – naświetlanie promieniami RTG klatki piersiowej; – stany zapalne naczyń płucnych; – uszkodzenie płuc wskutek prowadzenia wentylacji mechanicznej.	• Schorzenia związane z obturacją oskrzeli: – POCHP; – mukowiscydoza; – rozstrzenie oskrzeli.
• Przyczyny pozapłucne: – wstrząs o różnej etiologii; – sepsa; – uraz wielonarządowy; – ostre zapalenie trzustki; – oparzenia; – zatory różnego pochodzenia; – mnogie złamania kości; – zatrucia; – urazy czaszkowo-mózgowe; – ostre poprzetoczeniowe uszkodzenie płuc (TRALI – transfusion related acute, lung injury); – powikłania po zastosowaniu krążenia pozaustrojowego.	• Schorzenia śródmiąższowe płuc: – marskość płuc; – pozapalne zwłóknienia płuc o różnej etiologii; – sarkoidoza; – idiopatyczne włóknienie płuc; – pylice płuc.
	• Choroby nowotworowe i przerzutowe układu oddechowego. • Różnego rodzaju zniekształcenia klatki piersiowej. • Schorzenia układu nerwowego i mięśniowego. • Zatorowość płucna przewlekła. • Schorzenia układu krążenia.

Opracowano na podstawie: „Interna Szczeklika” – 2022 r.

Przyczyny ostrej hipoksemii i ostrej hipowentylacji

Niewydolność oddechowa hipoksemiczna lub częściowa – pojawia się, gdy poziom parcjalny tlenu jest mniejszy od 60 mm Hg, a ciśnienie parcjalne dwutlenku węgla spada poniżej 45 mm Hg. Do charakterystycznych objawów należy: zasadowica oddechowa, kwasica metaboliczna. Najczęstszą przyczyną są: ARDS, zator tętnicy płucnej, zatorowość płucna, zapalenie płuc, wstrząs o różnej etiologii, obrzęk płuc pochodzenia kardiogenego, urazy płuc, krwotok płucny.

- Niewydolność oddechowa typu I (hipoksemiczna) – $\text{PaO}_2 < 60 \text{ mm Hg}$ ($< 8 \text{ kPa}$).
- Niewydolność oddechowa typu II (hiperkapniczna) – $\text{PaCO}_2 > 50 \text{ mm Hg}$ ($> 6,65 \text{ kPa}$).
- Hiperkapnia $\text{PaCO}_2 > 45 \text{ mm Hg}$ ($> 6 \text{ kPa}$) w krwi tętniczej (gazometria).
- Kwasica – $\text{pH} < 7,35$ zwiększone osoczowe stężenia mleczanów $> 2 \text{ mmol/l}$.

Niewydolność oddechowa hipoksemiczno-hiperkapniczna albo całkowita – występuje w przypadku obniżenia ciśnienia parcjalnego tlenu poniżej 60 mm Hg, ciśnienie parcjalne dwutlenku węgla wzrasta powyżej 50 mm Hg. Pojawia się kwasica oddechowa lub mieszana kwasowo-zasadowa, następuje wskutek zaburzonej wymiany gazowej. Spowodowana jest: upośledzeniem ośrodkowego układu nerwowego, zatruciem lekami, wzrostem ciśnienia śródczaszkowego, w chorobach układu nerwowo-mięśniowego, zaburzeniami elektrolitowymi, przewlekłymi schorzeniami płuc, zmianami w klatce piersiowej.

3. Obraz kliniczny i diagnostyka niewydolności oddechowej

Etjopatogeneza

Wyróżnia się następujące zaburzenia:

- Uogólniona hipowentylacja pęcherzykowa – całkowita niewydolność oddechowa – jest to stan, w którym dochodzi do spadku prężności tlenu we krwi tętniczej (hipoksemia) przy jednoczesnym wzroście prężności dwutlenku węgla (hiperkapnia).
- Zaburzenia dystrybucji – polega na zaburzonym stosunku wentylacji do perfuzji płuca, mechanizm ten może doprowadzić do całkowitej niewydolności oddechowej lub częściowej niewydolności oddechowej przy mniejszym zaburzeniu.
- Zaburzenia dyfuzji – jest to niedostateczne przenikanie tlenu z pęcherzyków płucnych do naczyń włosowatych. Konsekwencją tego mechanizmu jest zmniejszona podaż tlenu do krwi.

3.1. Ostra niewydolność oddechowa

Ostra niewydolność oddechowa jest stanem zagrożenia życia, obraz kliniczny rozwija się nagle i bardzo szybko narastają objawy, jest potencjalnie odwracalna.

Objawy ostrej niewydolności oddechowej:

W zależności od przyczyny można zaobserwować:

- duszność;
- tachykardię;
- tachypnoe;
- sinicę;
- ból w klatce piersiowej;
- kaszel;
- gorączkę;
- wzmożoną pracę dodatkowych mięśni oddechowych;
- paradoksalne ruchy oddechowe klatki piersiowej oraz brzucha;
- drażliwość;
- splątanie;
- utratę świadomości;
- śpiączkę.

Zespół ostrej niewydolności oddechowej (ARDS – Acute Respiratory Distress Syndrome) spowodowany jest uszkodzeniem bariery pęcherzykowo-włośniczkowej, które prowadzi do rozlanego uszkodzenia pęcherzyków płucnych. Wskutek procesu zapalnego z nagłym zaburzeniem równowagi między cytokinami pro/przeciwzapalnymi, a także naciekiem granulocytów obojętnochłonnych dochodzi do uwolnienia enzymów i mediatorów uszkadzających tkankę. Zjawisko to prowadzi do przesiąkania z naczyń płynu bogatobiałkowego i krwinek do pęcherzyków płucnych. Następuje zniszczenie surfaktantu, a jego produkcja zostaje zaburzona przez uszkodzone pneumocyty typu II. Co z kolei prowadzi do zapadania się pęcherzyków płucnych i wzrostu przepuszczalności bariery pęcherzykowo-włośniczkowej. Dochodzi do powstania obszarów obrzęku i niedodmy pęcherzykowej – jest to faza wysiękowa ARDS. W tym samym czasie następuje zatykanie drobnych oskrzeli płynem, resztkami złuszczonych komórek nabłonkowych i pneumocytów, co w konsekwencji powoduje nacieki zapalne w sąsiednich tkankach. Następuje uszkodzenie przegród pęcherzykowych, rozsianych zmian w płucach. Konsekwencją zmian w pęcherzykach płucnych oraz w przegrodach międzypęcherzykowych są zaburzenia wymiany gazowej, upośledzenie sprawności wentylacyjnej typu restrykcyjnego i zwiększenie pracy oddechowej oraz nadciśnienie płucne.

3.2. Przewlekła niewydolność oddechowa

Przewlekła niewydolność oddechowa jest to schorzenie, które rozwija się stopniowo, często występuje jako zaostrenie choroby układu oddechowego i nie jest odwracalna.

Przyczyny przewlekłej niewydolności oddechowej przedstawiono w tabeli nr 1. Do czynników ryzyka zalicza się: palenie tytoniu, narażenie na dymy, szkodliwe gazy i pyły, częste zakażenia górnych dróg oddechowych.

Objawy:

- duszność początkowo wysiłkowa, a następnie spoczynkowa;
- ból, zawroty głowy;
- senność;
- objawy choroby podstawowej, np.: kaszel z odksztuszczeniem płwociny;
- tachypnoe;
- tachykardia;
- sinica;
- palce pałeczkowate;
- objawy niewydolności prawokomorowej.

Rozpoznanie niewydolności oddechowej

• Badania laboratoryjne:

Gazometria – jest to badanie polegające na analizie krwi tętniczej i obejmuje pomiar pH oraz ciśnienia parcjalnych tlenu (O_2) i dwutlenku węgla (CO_2) we krwi tętniczej oraz stężenia wodorowęglanów. Jest podstawowym badaniem służącym do rozpoznawania niewydolności oddechowej.

O niewydolności oddechowej świadczy zmniejszenie ciśnienia parcjalnego tlenu poniżej 60 mm Hg i lub podwyższenie ciśnienia parcjalnego dwutlenku węgla powyżej 50 mm Hg.

W kwasicy oddechowej niewyrównanej – obserwuje się spadek pH, wzrost ciśnienia parcjalnego dwutlenku węgla, w normie utrzymują się wodorowęglany.

W kwasicy oddechowej wyrównanej – następuje wzrost ciśnienia parcjalnego dwutlenku węgla i wzrost wodorowęglanów, w normie utrzymuje się pH.

W zasadowicy oddechowej niewyrównanej obserwuje się wzrost pH, spadek poziomu ciśnienia parcjalnego dwutlenku węgla, w normie występują wodorowęglany.

W zasadowicy oddechowej wyrównanej następuje spadek poziomu dwutlenku węgla i wodorowęglanów, w normie utrzymuje się pH.

Do badania gazometrycznego pobiera się krew z tętnicy, w niektórych sytuacjach można pobrać krew włosniczkową, najrzadziej dopuszcza się pobieranie krwi żyłnej. Można pobrać krew z jam serca i dużych naczyń podczas cewnikowania serca. Oznaczenie badania gazometrycznego wykonuje się za pomocą analizatora do pomiarów krytycznych.

Morfologia krwi obwodowej oraz badania biochemiczne – wyniki mogą być znacznie zmienione w zależności od przyczyny niewydolności oddechowej.

• Badania obrazowe:

Badanie radiologiczne klatki piersiowej – wykazuje zmiany w zależności od rodzaju niewydolności oddechowej. Jest to badanie podstawowe w chorobach układu oddechowego. Umożliwia rozpoznanie zmian makroskopowych oraz pozwala na ocenę fizjologii narządu oddychania.

Podstawowe zdjęcia RTG klatki piersiowej to badanie w projekcji tylnoprzodnej (PA) oraz bocznej. W ostrej niewydolności oddechowej (ARDS) obserwuje się nieswoisty obraz obrzęku płuc – liczne rozlane zagęszczenia oraz zacienienia z negatywnym bronchogramem uwidocznionym od części obwodowych płuc do ich wnętrza. Wiadoczną są nacieki zapalne płuc, może wystąpić niedodma, odma opłucnowa oraz płyn w jamie opłucnej.

Tomografia komputerowa klatki piersiowej – jest to badanie obrazowe układu oddechowego. Służy do oceny gęstości tkanki płucnej, homogenności płuc, różnego rodzaju zmiany zapalne, zmiany w oskrzelach i węzłach chłonnych i anomalie naczyniowe. W ostrej niewydolności oddechowej może być przydatne w wyjaśnieniu przyczyny powstania tego schorzenia.

Badanie elektrograficzne (EKG) – jest badaniem nieinwazyjnym polegającym na zapisie aktywności elektrycznej serca. Badanie standardowe polega na przeprowadzeniu zapisu z 12 odprowadzeń. W niewydolności oddechowej mogą wystąpić objawy niedokrwienia mięśnia sercowego oraz objawy nadciśnienia płucnego.

Inne badania:

Pulsoksymetria – jest to badanie nieinwazyjne, służy do monitorowania wysycenia tlenem hemoglobiny

krwi tętnicznej i częstotliwości tętna. Jest to podstawowa metoda monitorowania pacjenta w przypadku podejrzenia wystąpienia niewydolności oddechowej. Czujniki do saturacji pacjentom zakłada się na palec, małżowinę uszną, na czoło, skrzydełko nosa. Na rynku są dostępne różne modele pulsoksymetrów. Proste pulsoksymetry przedstawiają poziom SpO_2 oraz tętno, bardziej złożone przedstawiają jeszcze krzywą pletyzmograficzną. Prawidłowe wyniki: SpO_2 wynosi od 95 do 98%, u osób po 70. roku życia od 94 do 98%. W trakcie stosowania tlenu saturacja wynosi od 99 do 100% SpO_2 . Parametry poniżej 90% SpO_2 odpowiadają ciśnieniu parcjalnemu tlenu poniżej 60 mm Hg – i wskazują na niewydolność oddechową.

Kapnometria – jest to badanie mające na celu określenie pomiaru stężenia lub ciśnienia parcjalnego dwutlenku węgla (PCO_2) we krwi lub w powietrzu wydechowym.

Kapnografia – przedstawia krzywą zmian dwutlenku węgla podczas oddychania.

Monitorowanie

Monitorowanie stanu pacjenta jest procesem ciągłym i ma na celu nadzorowanie pomiaru parametrów życiowych w regularnych odstępach czasu:

- układ nerwowy – ocena stanu przytomności: wg skali Glasgow, wg skali AVPU;
- układ oddechowy – ocena częstości i głębokości oddechów, pulsoksymetria, kapnografia, gazometria;
- układ krążenia – ocena tętna, nieinwazyjny pomiar ciśnienia krwi, EKG;
- układ moczowy – ilość, jakość wydalanego moczu;
- układ termoregulacji – pomiar temperatury.

Powikłania niewydolności oddechowej

- **Następstwa hipoksemii:** kwasica mleczanowa, niewydolność wielonarządowa, nadciśnienie płucne, niewydolność prawokomorowa serca, poliglobulia, palce pałeczkowate oraz osteoartropatia.
- **Następstwa hiperkapnii:** kwasica oddechowa, splątanie, śpiączka hiperkapniczna, powikłania zakrzepowo-zatorowe, krwawienie z górnego odcinka przewodu pokarmowego z owrzodzeń stresowych lub wskutek krwotocznego zapalenia błony śluzowej żołądka, niedożywienie i wyniszczenie.

3.3. Zapalenie płuc spowodowane przez SARS-CoV-2 (COVID-19)

Do zakażenia dochodzi drogą kropelkową. Zapalenie płuc spowodowane przez SARS-CoV-2 ma charakter śródmiąższowy. Spowodowany jest bardzo wysokimi poziomami cytokin prozapalnych. Konsekwencją są martwiczko-krwotoczne zmiany w mięszu płucnym. Jeżeli chory wyzdrowieje – zmiany pozapalne zwłóknieją.

Do czynników ryzyka ciężkiego przebiegu i rozwoju covidowego zapalenia płuc należą: wiek powyżej 60 lat, przewlekła niewydolność krążenia, choroby sercowo-naczyniowe, nadciśnienie tętnicze, choroby metaboliczne, przewlekłe choroby płuc, stany związane z obniżeniem odporności, np.: choroby nowotworowe.

Objawy:

- kaszel;
- ogólne rozbicie, znaczne osłabienie;
- duszność;
- dreszcze;
- gorączka;
- bóle mięśniowe;
- spadek saturacji poniżej 94%;
- zaburzenia ze strony układu krążenia: kołatanie serca, zawał mięśnia sercowego, zapalenie mięśnia sercowego;
- zaburzenia ze strony układu pokarmowego: biegunka, nudności i wymioty;
- bezsenność;
- zaburzenia świadomości.

Na skutek rozwoju choroby dochodzi do zespołu ostrej niewydolności oddechowej (ARDS), czemu może towarzyszyć wstrząs septyczny i/lub dysfunkcja wielonarządowa.

Rozpoznanie opiera się na wykonaniu testu umożliwiającego rozpoznanie zakażenia SARS-CoV-2. Tomografia komputerowa obrazuje cechy śródmiąższowego zapalenia płuc, ponadto występują wysokie stężenia parametrów stanu zapalnego: CRP, prokalcytonina, enzymów wątrobowych, kinazy kreatynowej i dimeru D oraz zmniejszenie liczby białych krwinek.

4. Leczenie stosowane w niewydolności oddechowej

• Leczenie przyczynowe

Główne kierunki postępowania terapeutycznego w niewydolności oddechowej to leczenie przyczynowe oraz postępowanie objawowe.

Leczenie przyczynowe polega na ustaleniu przyczyny będącej podłożem wystąpienia ostrej niewydolności oddechowej i wdrożenie leczenia ukierunkowanego na eliminację tej przyczyny, np. leczenie zespołu ostrych zaburzeń oddechowych u dorosłych (ARDS), zatorowości płucnej, stanu astmatycznego. W przypadku stwierdzenia procesów zapalnych toczących się w oskrzelach postępowanie farmakologiczne obejmuje m. in. włączenie leków z grupy glikokortykosteroidów (GKS) podawanych drogą dożylną, doustną lub wziewną. Leki te (np. Budezonid, Flutikazon) mają silne działanie przeciwzapalne i przeciwalergiczne, hamują proces zapalny toczący się w oskrzelach. Glikokortykosteroidy podawane ogólnoustrojowo (doustnie lub dożylnie) mogą powodować liczne i poważne skutki uboczne. Natomiast podawane wziewnie, bezpośrednio do oskrzeli, są w dużej mierze pozbawione ogólnoustrojowych działań niepożądanych.

• Leczenie objawowe

4.1. Farmakoterapia

Bronchodilatory – leki rozszerzające oskrzela – adrenergiczne i antycholinergiczne

Leki bronchodylatacyjne pozwalają na złagodzenie objawów, poprawiają tolerancję wysiłku i zmniejszają dynamiczną hiperinflację, zwłaszcza u chorych w bardziej zaawansowanych stadiach choroby.

Leki (adrenergiczne) to farmaceutyki wpływające na rozszerzenie światła dróg oddechowych, przy zastosowaniu odpowiednich zabiegów zalegająca wydzielina jest ewakuowana z dróg oddechowych. W przebiegu ostrej niewydolności oddechowej leki powodujące rozkurcz światła oskrzeli podawane są najczęściej drogą wziewną (nebulizacja z obwodu respiratora). Główne grupy leków stosowane w celu poprawy przepływu powietrza w drogach oddechowych to:

- β_2 sympatykomimetyki krótko działające podawane drogą wziewną, np. salbutamol, fenoterol;
- leki cholinolityczne, np. bromek ipratropium.

Leki antycholinergiczne to leki hamujące wydzielanie śliny, treści oskrzelowej oraz potu. Stosowane w profilaktyce i leczeniu nadmiernego wydzielania śliny i treści oskrzelowej.

Leki mukolityczne

Leki mukolityczne rozrzedzają gęstą i lepłą wydzielinę, która zalega w drogach oddechowych podczas infekcji. Ze względu na działanie dzielą się na: mukolityki, leki sekretolityczne i glikokortykosteroidy wziewne. Mukolityki stosuje się w przypadku uporczywego, męczącego mokrego kaszlu, flegmy zalegającej w gardle i problemów z odksztuszaniem.

Sterydy to grupa steroidów stworzonych na wzór kortykosteroidów, hormonów występujących naturalnie w organizmie człowieka. Sterydy są stosowane w leczeniu szeregu chorób.

Dexaven – substancją czynną preparatu jest deksametazon, syntetyczny glikokortykosteroid, o bardzo silnym i długotrwałym działaniu przeciwzapalnym, przeciwalergicznym i immunosupresyjnym. Podobnie jak inne leki z tej grupy powodują zmniejszenie objawów, nie wpływając na ich przyczynę. W działaniu wszystkich glikokortykosteroidów pośredniczą specyficzne receptory. Receptory te znajdują się w cytoplazmie komórki docelowej i po związaniu ze steroidem regulują ekspresję odpowiednich genów, prowadząc w efekcie do osłabienia odpowiedzi zapalnej i immunologicznej.

Preparat jest wskazany do stosowania u dorosłych i dzieci po ukończeniu 1. miesiąca życia:

- w leczeniu ostrych stanów zagrożenia życia wymagających podania glikokortykosteroidów;
- w sytuacjach klinicznych wymagających zastosowania glikokortykosteroidów celem leczenia i/lub łagodzenia objawów choroby podstawowej lub jej powikłań;
- w profilaktyce i leczeniu powikłań po zabiegach chirurgicznych, w tym głównie nudności i wymiotów;

- w leczeniu Covid-19 u dorosłych i młodzieży po ukończeniu 12. roku życia o masie ciała wynoszącej co najmniej 40 kg, którzy wymagają tlenoterapii.

Corhydron – stosuje się do leczenia chorych w ciężkim stanie, wymagających szybkiego podania glikokortykosteroidu, np. pierwotna lub wtórna niewydolność kory nadnerczy, wstrząs (pourazowy, pooperacyjny, kardio-geny, anafilaktyczny, poprzetoczeniowy, pooparzeniowy), ciężkie stany spastyczne oskrzeli (stan astmatyczny), ostre stany alergiczne (obrzęk naczynioruchowy), ciężka postać rumienia wielopostaciowego (zespół Stevensa i Johnsona), ostre postaci chorób autoimmunologicznych, ostra reakcja nadwrażliwości na leki. Dorośli i dzieci po 14. r.ż. dawka jednorazowa wynosi zwykle 100–250 mg do 1,5 g/d. W stanach ciężkich 100–500 mg i.v., powoli w ciągu 1–10 min. W razie potrzeby dawkę można powtórzyć po 2, 4 lub 6 h. Leczenie dużymi dawkami glikokortykosteroidów trwa zazwyczaj nie dłużej niż 48–72 h. Dzieci do 12. m.ż. 8–10 mg/kg mc. Dzieci 2.–14. r.ż. 4–8 mg/kg mc./d. W uzasadnionych przypadkach można stosować większe dawki. U dzieci nie stosuje się dawek <25 mg/d. Lek podaje się i.v. we wstrzyknięciu albo wlewie kroplowym lub i.m. Jeżeli konieczne jest kontynuowanie leczenia glikokortykosteroidami, rozważyć podawanie leku co drugi dzień. Dawka poranna (podawana między godz. 6.00 i 8.00) powinna stanowić 50%, południowa – 20%, a wieczorna – 30% dawki dobowej.

Solu-Medrol

Glikokortykosteroidy powinny być stosowane tylko objawowo, z wyjątkiem przypadków zaburzeń endokrynologicznych, kiedy są stosowane w leczeniu substytucyjnym.

4.2. Tlenoterapia

Podstawowym postępowaniem terapeutycznym w niewydolności oddechowej jest tlenoterapia. Zadaniem wdrożenia tlenoterapii jest eliminacja niedotlenienia i zaburzeń ogólnoustrojowych wywołanych niedotlenieniem tkanek. Należy dążyć do osiągnięcia stężenia tlenu we krwi tętniczej (PaO_2) na poziomie co najmniej 60 mm Hg i/lub wysycenia hemoglobiny tlenem (saturacji krwi) na poziomie co najmniej 90%. Cele terapeutyczne należy osiągnąć, stosując możliwie niskie stężenie tlenu w mieszance oddechowej (FiO_2), przez możliwie krótki okres czasu. Zasada ta pozwala zapobiegać wystąpieniu toksycznego działania tlenu. Jeżeli tlenoterapia bierna nie przynosi oczekiwanych rezultatów, rozważa się decyzję o wentylacji nieinwazyjnej lub intubacji i zastosowaniu wentylacji mechanicznej inwazyjnej.

Tlen jest niezbędny do utrzymania procesów życiowych w organizmie. Zaburzenia w zakresie utlenowania tkanek i narządów stanowią stan bezpośredniego zagrożenia życia pacjenta. Wystąpienie tych zaburzeń nakłada na pielęgniarkę opiekującą się pacjentem z ostrą niewydolnością oddechową obowiązek holistycznego i profesjonalnego monitorowania, pielęgowania oraz współdziałania w procesie leczenia i rehabilitacji. Tlenoterapia to jedna z metod terapeutycznych polegająca na zastosowaniu tlenu poprzez zwiększenie jego stężenia w powietrzu wdechowym.

Tlen zawarty w atmosferze nie jest bezpośrednio dostępny dla komórek i tkanek organizmu ludzkiego. Proces oddychania podzielony patofizjologicznie na wentylację i dyfuzję oraz transport głównie przy pomocy cząsteczki hemoglobiny, która umożliwia dostarczenie tlenu do komórek i tkanek, tam zachodzą procesy utleniania. Prawidłowe ciśnienie parcjale tlenu we krwi tętniczej (PaO_2) wynosi 75–100 mm Hg podczas oddychania powietrzem (zawartość tlenu FiO_2 – 0,21). Przy takim ciśnieniu 100 ml krwi przenosi 5,4 ml O_2 (pojemność tlenowa krwi), oddając do tkanek około 3,4 ml. Wszystkie komórki organizmu wymagają stałego dostarczania tlenu. Niektóre komórki, przede wszystkim neurony, są szczególnie wrażliwe na niedotlenienie. Przerwanie dostarczania tlenu do mózgu na ok. 5 minut prowadzi do nieodwracalnych zmian. Zasadniczym celem tlenoterapii jest poprawa dostarczania tlenu do komórek i tkanek. Należy pamiętać, że tlen jest lekiem, dlatego zastosowanie i podaż musi się odbywać w uzasadnionych przypadkach medycznych oraz uwzględniać korzyści i skutki uboczne. Podczas podawania tlenu należy zwrócić uwagę, aby podawany był tylko tlen medyczny z atestem, tlen powinien być ogrzany do temperatury ciała i o wilgotności 100%. Tlen powinien być stosowany z dala od źródła prądu, otwartego ognia, odzieży wełnianej, alkoholu, grzejników, nie należy przemieszczać butli tlenowej ani dotykać jej tłustymi rękoma. Po każdej zmianie stężenia tlenu należy w sposób ciągły monitorować SpO_2 przez min. 5 minut.

Tlenoterapia bierna

Tlenoterapia bierna polega na oddychaniu powietrzem o zwiększonej zawartości tlenu, *fraction of inspired oxygen* (FiO_2) w granicach od 0,22 do 1,0 (22% do 100%). W wyniku niewydolności oddechowej w przebiegu COVID-19 u pacjentów może pojawić się hipoksemia.

Celem terapeutycznym zastosowanej tlenoterapii u pacjentów z COVID-19 jest utrzymanie saturacji na poziomie 93-96%, u pacjentów bez przewlekłych chorób pulmonologicznych oraz u pacjentów z POChP poziom saturacji powinien być utrzymany na poziomie 88-92%. Stężenie tlenu powinno być podwyższone do 92-95% szczególnie u pacjentów, których SpO_2 spada często poniżej 89% podczas dziennej aktywności. $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ jest czułym i adekwatnym wskaźnikiem wydolności oddechowej. Stabilność i możliwość monitorowania FiO_2 jest bardzo ważna w przypadku pacjentów z progresją choroby i ze wskaźnikiem oksygenacji $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ poniżej 300 mm Hg. Kontrolowana tlenoterapia jest preferowanym działaniem. Tlenoterapia za pomocą kaniuli nosowej o wysokim przepływie (HFNC – high flow nasal cannula) jest rekomendowana dla pacjentów z następującymi parametrami: $\text{SpO}_2 < 92\%$; $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 300$ mm Hg (1 mm Hg = 0.133 kPa); częstość oddechów > 25 razy/min w łóżku; lub z zauważalną progresją w obrazowaniu rentgenowskim. Podczas terapii HFNC pacjenci powinni nosić maseczkę chirurgiczną. Przepływ powietrza w terapii HFNC powinien rozpoczynać się od niskiego poziomu i rosnać do 40-60 l/min, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ pomiędzy 200-300 mm Hg, tak aby pacjent nie odczuwał ucisku w klatce piersiowej i duszności. Początkowy przepływ na poziomie min. 60 l/min powinien zostać niezwłocznie ustawiony u pacjentów z wyraźną niewydolnością oddechową. Tlenoterapia może ją korygować, zmniejszając tym samym wtórne uszkodzenia innych narządów.

Tlenoterapia czynna

Tlenoterapia czynna – polegająca na wtłaczaniu mieszaniny oddechowej za pomocą oddechu wymuszonego (np. respiratora).

W wyniku niewydolności oddechowej u pacjentów z niskim wskaźnikiem oksygenacji (< 100 mm Hg), ale zależnym od tempa progresji choroby, stanu ogólnego i występujących komplikacji, może pojawić się zasadność intubacji dotchawiczej pacjenta stabilnego. Natomiast intubacja dotchawicza powinna być przeprowadzona tak wcześnie, jak to tylko możliwe u pacjentów ze wskaźnikiem oksygenacji < 150 mm Hg, z pogarszającymi się objawami niewydolności oddechowej lub niewydolnością wielonarządową w ciągu 1-2 godzin po wysoko-przepływowej (60 l/min) i wysoko skoncentrowanej ($> 60\%$) tlenoterapii przy użyciu HFNC. Starsi pacjenci (> 60 r.ż.) z wieloma komplikacjami lub $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ mniejszym niż 200 mm Hg powinni być leczeni na oddziałach intensywnej terapii.

Niektóre ciężkie przypadki pacjentów szybko postępują do ARDS, wymagają zastosowania tlenoterapii czynnej poprzez wdrożenie nieinwazyjnej wentylacji mechanicznej (NIV). Jednak z wielką ostrożnością, ponieważ zbyt wysokie ciśnienie wdechowe może powodować rozdęcie żołądka i nietolerancję, które mogą doprowadzić do aspiracji treści żołądkowej oraz do większego uszkodzenia płuc. Krótkoczasowe (krótsze niż 2 h) użycie nieinwazyjnej wentylacji mechanicznej powinno być uważnie monitorowane, jeśli pacjent ma ostre uszkodzenie lewego serca, przewlekłą obturacyjną chorobę płuc (POChP) lub upośledzone jest działanie jego układu immunologicznego. Jeśli nie obserwuje się poprawy albo objawów niewydolności oddechowej, albo wskaźnika $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$, powinno się przeprowadzić intubację tak wcześnie, jak to możliwe.

Wskazania do tlenoterapii

Tlenoterapię stosuje się w ostrej i przewlekłej niewydolności oddechowej. Bezwzględny wskazaniem w stanach ostrych jest wysycenie tlenem hemoglobiny krwi tętniczej (SaO_2) $< 94\%$, wyjątek stanowi rozpoznana lub podejrzana hiperkapniczna niewydolność oddechowa. Tlenoterapię stosuje się u pacjentów, gdy zostanie rozpoznana niewydolność oddechowa organizmu, której przyczyną może być długotrwała choroba układu oddechowego, jak astma czy przewlekła obturacyjna choroba płuc (POChP), a także z przyczyn pozapłucnych. Wyróżnia się dwa rodzaje niewydolności:

- hipoksemiczna – gdy stężenie tlenu we krwi tętniczej pacjenta spada poniżej 60 mm Hg;
 - hiperkapniczna – gdy następuje podwyższenie ciśnienia parcjalnego dwutlenku węgla we krwi powyżej 50 mm Hg.
- W POChP przewlekła tlenoterapia jest zwykle konieczna u chorych w stadium IV z:
- ciśnieniem parcjalnym tlenu we krwi tętniczej (PaO_2) ≤ 55 mm Hg lub $\text{SaO}_2 \leq 88\%$ albo;
 - PaO_2 56–60 mm Hg, jeśli występują objawy nadciśnienia płucnego, obrzęki obwodowe wskazujące na zastoinową niewydolność serca lub hematokryt wynosi $> 55\%$.

Wskazaniem do tlenoterapii biernej jest ostra i przewlekła niewydolność oddechowa. Bezwzględnym wskazaniem w stanach ostrych jest wysycenie tlenem hemoglobiny krwi tętniczej (SaO_2) $< 94\%$, wyjątek stanowi rozpoznana lub podejrzana hiperkapniczna niewydolność oddechowa.

Przeciwwskazania

Przeciwwskazaniem do stosowania tlenoterapii biernej jest poprawa stanu klinicznego pacjenta i ustąpienie wskazań terapeutycznych do tlenoterapii biernej lub pojawienie się objawów klinicznych i wentylacyjnych wskazujących na konieczność wdrożenia inwazyjnych metod wspomagających oddychanie (tlenoterapia czynna).

Powikłania tlenoterapii

Działania niepożądane tlenu – ryzyko tym większe, im większe stężenie tlenu w mieszaninie oddechowej i dłuższy czas stosowania tlenoterapii. Stosowanie mieszaniny oddechowej z zawartością tlenu $> 50\%$ czyli $\text{FiO}_2 > 0,5$ ma działanie toksyczne dla tkanek, które m.in. jest uzależnione od czasu ekspozycji. Do najczęstszych objawów niepożądanych z tytułu stosowania wysokich stężeń tlenu oraz długookresowej tlenoterapii należy:

- obrzęk w układzie oddechowym, a następnie zwiększenie grubości bariery pęcherzykowo-łośniczkowej, doprowadzając do wzrostu gradientu pęcherzykowo-łośniczkowego (gradient A-a [PA-aO_2]). Z upływem czasu dochodzi do wydostawania się płynu, a następnie białek z naczyń kapilarnych krążenia płucnego do podścieliska i tworzenia błon szklistych. Działanie toksyczne tlenu jest jedną z przyczyn rozwoju dysplazji oskrzelowo-płucnej. Równocześnie dochodzi do zmian degeneracyjnych nabłonka dróg oddechowych i upośledzenia czynności rzęsek, co powoduje zaleganie śluzu i rozwój zmian obturacyjnych;
- niedodma absorpcyjna – podczas oddychania 100% tlenem dochodzi do wypłukiwania azotu, który zapobiega m.in. zapadaniu się pęcherzyków płucnych, a tlen zastępujący azot ulega szybkiej absorpcji;
- ostre uszkodzenie płuc;
- hemoliza, do której dochodzi w erytrocytach z powodu utleniania się białek błony komórkowej;
- zmniejszenie rzutu systemowego i przepływu mózgowego (skurcz tętnic) w układzie krążenia objawiające się sennością, apatią, zawrotami głowy;
- kwasica tkankowa w mózgu, która jest wynikiem rozwoju (przesunięcia krzywej dysocjacji hemoglobiny i utrudnionego transportu CO_2), która sprzyja wystąpieniu drgawek i stanu padaczkowego.

Następstwem długotrwałego oddychania suchą i zimną mieszaniną gazów jest:

- wysychanie i owrzodzenia błony śluzowej;
- upośledzenie transportu śluzowo-rzęskowego, zaleganie wydzieliny i zwiększenie jej gęstości (prowadzące do powstania ognisk niedodmy);
- skurcz oskrzeli;
- zakażenia.

Do pozostałych powikłań tlenoterapii związanej z wysokimi stężeniami podawanego gazu można zaliczyć: podrażnienie i ból krtani i tchawicy, kaszel, zapalenie oskrzeli, ból ucha, zablokowanie trąbki słuchowej, ból, zapalenie zatok obocznych nosa, bóle głowy, bóle zamostkowe, bóle stawów, zmniejszenie pojemności życiowej, przeczulice, zmiany psychiczne.

Terapia tlenem w swoim założeniu powinna przynosić korzyści choremu, jednak nieumiejętnie stosowana prowadzi do wielu niekorzystnych zmian. Podawanie 100% tlenu powoduje powikłania oddechowe już w pierwszej dobie stosowania, tj.:

- po 3 godzinach – suchość błony śluzowej, zmniejszenie szybkości oczyszczania śluzowo-rzęskowego tchawicy, zaleganie wydzieliny;
- po 6 godzinach – objawy zapalenia tchawicy;
- po 24 godzinach – wypłukiwanie azotu i zastępowanie go tlenem, a także zmniejszenie syntezy białek, martwica komórek śródbłonka i pneumocytów typu I, prowadzące do zapadania się pęcherzyków płuc i niedodmy;
- ekspozycja powyżej 36 godzin wiąże się ze zmniejszeniem podatności płuc i obrzękiem śródmiąższowym;
- po 48 godzinach dochodzi do pęcherzykowego obrzęku płuc.

Zawsze należy suplementować tlen o najniższym możliwym stężeniu i w najkrótszym czasie.

Źródła tlenu

Źródła tlenu możemy podzielić na szpitalne i pozaszpitalne. W warunkach szpitalnych tlen jest w postaci ciekłej, który magazynowany jest w dużych zbiornikach, które zlokalizowane są w pobliżu obiektu szpitalnego, skąd rozprowadzany jest przez centralną tlenownię do pomieszczeń, w których przebywają chorzy. Postać ciekła skupienia tlenu możliwa jest do osiągnięcia w temperaturze -183°C . Zmiana stanu skupienia tlenu pozwala na zgromadzenie większej jego objętości w mniejszym zbiorniku, gdyż z 1 litra tlenu w stanie ciekłym można uzyskać po ogrzaniu i rozprężeniu 840 litrów tlenu w stanie gazowym. W warunkach szpitalnych tlen medyczny przepływa systemem centralnym, pod ciśnieniem roboczym (ok. 4,5 atmosfery), do sieci gazów medycznych do poszczególnych pomieszczeń oddziałowych. W salach chorych tlen medyczny jest pobierany z zainstalowanych gniazd tlenowych. Wartość przepływu tlenu ustawiana jest za pomocą przepływomierza niskoprzepływowego posiadającego regulację przepływu. W przypadku, gdy szpital nie posiada centralnej instalacji tlenu ciekłego, tlen dostarczany jest chorym z dużych butli z tlenem sprężonym. Wymaga to częstych wymian butli, gdyż objętość zgromadzonego w nich tlenu jest względnie mała, biorąc pod uwagę potrzeby chorych z niewydolnością oddychania, którzy wymagają stałej, a często wysokoprzepływowej tlenoterapii.

W leczeniu pozaszpitalnym w warunkach domowych wykorzystuje się koncentratory tlenu, są to przenośne urządzenia, które przez sito jonowe wyłapują tlen z powietrza, zagęszczają go do stężenia 85–95% i dostarczają go w sposób ciągły choremu. Innym źródłem może być tlen gazowy sprężony w butlach lub tlen ciekły w butlach.

Cewnik donosowy, tzw. „wqsy tlenowe” – to najprostszy i najczęściej stosowany sposób/metoda podawania tlenu, który z uwagi na miejsce ułożenia pod nosem nazwany został wąsami tlenowymi. Cewnik donosowy służy do podawania tlenu poprzez jamę nosową, mocowany jest w wygodny sposób z tyłu głowy lub za małżowiny uszne. Zakres przepływu tlenu przez cewnik donosowy powinien wynosić od 0,5 do 6 l/min. Ten typ tlenoterapii umożliwia podanie FiO_2 do ok. 40%. Oddychanie przez otwarte usta nie powoduje zmniejszenia FiO_2 i nie może być uważane za przeciwwskazanie do tlenoterapii przy użyciu cewnika donosowego. Regulacja stężenia tlenu w mieszaninie oddechowej odbywa się poprzez zmianę wielkości przepływu tlenu przez kaniulę. Czysty tlen (100%), który wydostaje się z cewnika, miesza się w nozdrzach chorego z wdychanym powietrzem (21% zawartości tlenu), tworząc mieszaninę powietrza i tlenu. Metoda ta nie pozwala na precyzyjne ustawienie wielkości FiO_2 , gdyż zależy ono zarówno od wentylacji minutowej pacjenta jak również od wybranego przepływu tlenu. Ogólnie przyjęta metoda szacowania FiO_2 w takiej sytuacji (wzrost FiO_2 o 4% przy każdym zwiększeniu przepływu tlenu o 1 l/min.) może być zawodna u chorych z dużym napędem oddechowym i wysoką wentylacją minutową. Stężenie tlenu w mieszaninie wdechowej podczas oddychania przez cewnik donosowy można orientacyjnie wyliczyć, korzystając z równania: $20 + (4 \times \text{przepływ tlenu przez cewnik donosowy w l/min.})$. Szacunkową wielkość FiO_2 zależnie od przepływu tlenu przedstawiono w tabeli nr 2.

Tabela 2. Szacunkowa wartość FiO_2 w zależności od ustawionego przepływu tlenu oraz zastosowanego sprzętu.

Sprzęt	Przepływ (l/min)	FiO_2
Cewnik nosowy (tzw. wqsy tlenowe)	1	24
	2	28
	3	32
	4	36
	5	40
	6	44
	7	48
	8	52
Maska prosta	5 – 6	40
	6 – 7	50
	7 – 8	60
Maska z układem częściowo – zwrotnym i bezzwrotnym*	7	70
	8	80
	9 – 15	90–95(*100%)
Maska z zastawką Venturiego (w nawiasie podano kolor zastawki)	2 (niebieski)	24
	4 (biały)	25
	6 (pomarańczowy)	28
	8 (żółty)	35
	10 (czerwony)	40
	12 (zielony)	50
		60

Źródło: opracowano na podstawie Górecka D. Leczenie tlenem [W] Gajewski P. Interna Szczeklika. Wyd. Medycyna Praktyczna, Kraków, 2014; s. 802 oraz Kózka M; Podawanie tlenu. [W] Kózka M., Płaszewska-Żywko L. Procedury pielęgniarstwa. Podręcznik dla studiów medycznych. Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa, 2009, s. 613 – 614.

Skuteczność tlenoterapii prowadzonej przez cewnik donosowy zależy od:

- prawidłowego umiejscowienia końcówek cewnika w nozdrzach;
- drożności nosa – skrzywienie przegrody nosa, obrzęk błony śluzowej nosa, obecność polipów utrudniają uzyskanie pożądanego FiO_2 ;
- trybu oddychania – oddech przez otwarte usta wbrew intuicyjnym przypuszczeniom zwiększa FiO_2 , gdyż otwarta jama ustna tworzy dodatkowy rezerwuuar tlenowy.

W przypadku tlenoterapii przez cewnik donosowy chorego z COVID-19 należy rozważyć założenie pacjentowi maski chirurgicznej w celu minimalizacji ryzyka zakażenia personelu.

Maska tlenowa

Maska tlenowa to jeden z najprostszych sposobów podawania tlenu. Podaż tlenu przez maskę tlenową pozwala na bardziej skuteczne prowadzenie tlenoterapii biernej u chorych z większym uszkodzeniem płuc i cięższą hipoksemią niż w przypadku cewnika donosowego. Zapewnia stężenie tlenu w mieszaninie oddechowej 40–60% przy przepływie 5–8 l/min (5–6 l/min – 40%, 6–7 l/min – 50%, 7–8 l/min – 60%), nie należy stosować przepływu <5 l/min ze względu na ryzyko powtórnego wdychania wydychanego CO_2 i narastającego oporu podczas wdechu. Zaletą maski tlenowej, szczególnie istotną u chorych na COVID-19, jest możliwość zwiększenia FiO_2 do poziomu 0,4–0,6. Wadą tej metody prowadzenia tlenoterapii biernej jest, podobnie jak w przypadku cewnika donosowego, brak możliwości ścisłej kontroli poziomu FiO_2 , a dodatkowo ryzyko inhalacji zwrotnej CO_2 . Aby uniknąć tego ryzyka, należy stosować przepływ tlenu nie mniejszy niż 5 l/min, a optymalnie w przedziale 5–10 l/min.

Maski z zastawkami Venturiego

W przypadku, gdy cewnik donosowy lub maska tlenowa prosta nie są w stanie zapewnić odpowiedniego utlenowania krwi, należy zastosować maskę Venturiego. Kolor zastosowanej dyszy (złączki) decyduje o mieszanii się tlenu i powietrza w odpowiednich proporcjach. Ten rodzaj interfejsu umożliwia podanie dokładnego FiO_2 w zakresie od 24% do 60%. Zaletą zastosowania maski Venturiego jest możliwość podawania mieszaniny powietrza i tlenu o stałej i precyzyjnie dobranej zawartości tlenu w zakresie od 24% do 60% oraz możliwość stosowania wysokiego przepływu mieszaniny wdechowej (ok. 40-50 l/min), który zwykle przekracza przepływ wdechowy pacjenta. Dzięki temu chory wdycha wyłącznie podawaną mieszaninę gazów spod maski, bez aspiracji dodatkowo powietrza z otoczenia. O wielkości FiO_2 decyduje dobranie odpowiedniej dyszy i ustawienie odpowiedniego przepływu tlenu, który jest przypisany do danej średnicy dyszy. W celu zmiany FiO_2 należy dołączyć do maski odpowiednią złączkę i ustawić przepływ tlenu nie mniejszy niż podany na złączce.

Maska częściowo zwrotna i maska bezzwrotna

Jeśli tlenoterapia przez 60% maskę Venturiego jest niewystarczająca, należy zastosować tlenoterapię przez maskę częściowo zwrotną lub bezzwrotną. Napędzony tlenem rezerwuuar świadczy o skutecznej podaży tlenu z reduktora. Ten typ tlenoterapii umożliwia podanie FiO_2 w zakresie od 80%. Zasada działania tych masek polega na pobieraniu przy każdym wdechu czystego tlenu gromadzonego w rezerwuarze dołączonym do maski. W przypadku maski częściowo zwrotnej istnieje możliwość mieszania się powietrza z czystym tlenem, dlatego osiągane FiO_2 jest niższe niż w przypadku maski bezzwrotnej. Ta ostatnia natomiast jest wyposażona w system zastawek jednokierunkowych, które zapobiegają mieszanii się powietrza wydychanego z wdychanym. Warunkiem skutecznego leczenia jest szczelne dopasowanie maski do twarzy, tak aby zminimalizować zaciąganie powietrza spoza maski przy wdechu oraz tak szybkie napełnianie rezerwuaru tlenowego (objętość min. 1 litr), aby cała objętość wdechowa pochodziła z niego. Przy prawidłowym stosowaniu maski bezzwrotnej możliwe jest osiągnięcie FiO_2 na poziomie 0,8-0,95. Korzystanie z maski bezzwrotnej jest najbezpieczniejsze, jeśli chodzi o ryzyko zakażenia COVID-19 personelu, gdyż aerozol wydechowy rozpyla się na najmniejszą odległość od ust chorego, ok. 10 cm, pod warunkiem szczelnego założenia i prawidłowego dobrania maski.

Urządzenia do nawilżania i ogrzewania gazów oddechowych – są korzystne przy oddychaniu (zwłaszcza długotrwałym) przez maskę mieszaniną o dużym stężeniu tlenu. Mieszanina oddechowa musi być ogrzana do temperatury 37 st. C i nawilżona do 100% wilgotności względnej. Najwydajniejsze są aktywne układy nawilżania. Brak należytej higieny podczas nawilżania bywa przyczyną zakażeń układu oddechowego. Nie należy stosować urządzeń, w których tlen jest nawilżany poprzez przejście przez warstwę płynu z kaniuli umieszczonej na dnie zbiornika z cieczą, ponieważ nie ma dowodów na korzyści z takiego postępowania, a jednocześnie zwiększone jest ryzyko zakażenia.

Metody wentylacji mechanicznej (nieinwazyjna i inwazyjna)

Wentylacja nieinwazyjna (noninvasive ventilation, NIV) – wentylacja nieinwazyjna prowadzona jest u pacjenta, który oddycha samodzielnie, naturalnymi drogami oddechowymi, to metoda wspomagania oddechu pacjenta pozwalająca zrezygnować ze stosowania rurki intubacyjnej lub tracheotomijnej. Wentylacja nieinwazyjna pozwala uniknąć potencjalnych powikłań związanych z inwazyjną wentylacją mechaniczną oraz stanowi ekonomiczną terapię umożliwiającą krótszy pobyt pacjenta na OIT oraz zwiększającą szansę na przeżycie. Stosuje się ją u pacjentów z ostrą i przewlekłą niewydolnością oddechową, jak również w procesie odzwyczajania od respiratora i zapobiegania intubacji. Wentylacja NIV oznacza liczne korzyści dla pacjentów: mniejsza liczba powikłań, wentylacja nieinwazyjna skraca czas pobytu na OIT, wentylacja NIV poprawia jakość życia pacjentów. Nieinwazyjne wspomaganie oddechu obejmuje wentylację CPAP (ze stałym dodatnim ciśnieniem w drogach oddechowych z lub bez wspomagania ciśnieniowego).

Do tego celu wykorzystuje się zewnętrzne interfejsy, takie jak maska nosowa, maska ustno-nosowa i maska pełnotwarzowa. Dobór właściwego rodzaju maski pozwala w znacznym stopniu ograniczyć występowanie bolesnych uszkodzeń skóry, odleżyn i zmian owrzodzeniowych. Wentylacja NIV poza intensywną terapią znajduje zastosowanie w leczeniu: chorób nerwowo-mięśniowych, między innymi stwardnienia zanikowego bocznego (ALS) czy rdzeniowego zaniku mięśni.

Kliniczne wskazania do NIV:

- chorzy z całkowitą niewydolnością oddychania wynikającą z hipowentylacji pęcherzykowej, która występuje najczęściej w przebiegu chorób nerwowo-mięśniowych;

- pacjenci, u których podstawowym problemem jest uszkodzenie płuc. W tym przypadku podstawowe zjawisko patofizjologiczne stanowi hipowentylacja pęcherzykowa nakładająca się na zaburzenie stosunku wentylacji do perfuzji w przebiegu POChP, rzadziej w śródmiąższowych chorobach płuc.

Niektórym z wymienionych chorób towarzyszą wtórne deformacje klatki piersiowej – najczęściej w postaci „beczkowatej” klatki piersiowej będące wynikiem rozdęcia płuc, które upośledzają zdolność wentylacyjną płuc nawet w przypadku utrzymanego prawidłowego napędu oddechowego. Zastosowanie NIV odciąża mięśnie oddechowe oraz poprawia mechanikę oddychania, co zmniejsza zużycie tlenu związane z oddychaniem i w efekcie powoduje redukcję duszności.

Kwalifikacja do NIV: chorzy z ciężką dusznością – częstość oddechów $> 24/\text{min}$ (dla chorego na POChP $> 30/\text{min}$), hipoksemiczna niewydolność oddychania z objawami zmęczenia mięśni oddechowych i/lub zwiększenia ich pracy. Chorzy są świadomi i współpracujący, uzyskują powyżej 8 pkt w skali Glasgow.

Do powikłań miejscowych stosowania maski należą podrażnienia skóry lub odleżyna na grzbiecie nosa, zapalenie spojówek spowodowane przeciekiem powietrza spod maski dmuchającego w kierunku oka, zapalenie zatok, uszkodzenie zębów, dziąseł.

Przeciwwskazania do zastosowania NIV to brak zgody chorego, obecność w drogach oddechowych dużej ilości wydzieliny, zaburzenia świadomości chorego.

Wentylacja inwazyjna – wentylacja inwazyjna to taka, która prowadzona jest u pacjenta za pomocą sztucznej drogi oddechowej przy pomocy tracheostomii lub intubacji. Do rurki tracheotomijnej podłączony jest układ rur respiratora. Wentylacja mechaniczna to metoda leczenia, w której urządzenie medyczne zwane respiratorem zastępuje czynność oddechową chorego. Zadaniem wentylacji mechanicznej jest wymuszenie ruchu gazów w drogach oddechowych i w płucach. Sprzęt stosowany do wentylacji mechanicznej (respiratory) przeszedł długą drogę od prostych urządzeń ciśnieniowo-zmiennych do urządzeń sterowanych mikroprocesorami, w których czujniki w sposób ciągły kontrolują z wdechu na wdech przepływ, ciśnienie i objętość gazu. Wentylację mechaniczną z dodatkim ciśnieniem można prowadzić, w zależności od sposobu podłączenia chorego do respiratora: metodami inwazyjnymi – sztuczna droga oddechowa oraz metodami nieinwazyjnymi – za pomocą interfejsów oddechowych. Wentylacja mechaniczna jest potrzebna w stanach, gdy wysilek oddechowy pacjenta nie jest wystarczający do zapewnienia odpowiedniej wymiany gazowej w płucach. Wentylacja płuc polega na ciągłym wykonywaniu wdechów i wydechów pomiędzy powietrzem atmosferycznym a pęcherzykami w płucach. Fizjologicznie przepływ gazów odbywa się zawsze z miejsca o wyższym ciśnieniu do ciśnienia niższego. Podczas spadku ciśnienia w klatce piersiowej (skurcz mięśni wdechowych) powietrze dostaje się do pęcherzyków. W wentylacji za pomocą aparatury ruch powietrza w kierunku pęcherzyków jest możliwy dzięki wytworzeniu dodatniego ciśnienia w drogach oddechowych (najwyższa wartość pod koniec wdechu). Wydech zarówno w wentylacji mechanicznej, jak i oddychaniu spontanicznym jest bierny.

4.3. Analgosedacja stosowana w leczeniu pacjenta wymagającego wysokoprzepływowego tlenu

Analgosedacja to podaż anestetyków i leków przeciwbólowych celem zmniejszenia świadomości pacjenta oraz ograniczenia bólu, strachu, lęku, niepokoju, jaki pojawia się m.in. u pacjenta z niewydolnością oddechową. Nasilający się stan niewydolności oddechowej powoduje obniżenie poziomu tlenu we krwi i wywołuje duszność oraz głód powietrza (uczucie, że nie można wdychać wystarczającej ilości powietrza), co powoduje niedotlenienie ośrodkowego układu nerwowego prowadzące do zaburzeń świadomości, dezorientacji, niepokoju, zaburzeń zachowania – pobudzenia. Analgosedacja różni się od znieczulenia ogólnego tym, jak głęboko zostanie ograniczona świadomość pacjenta. Opierając się na podziale sedacji według American Society of Anesthesiologists (ASA), pacjent w znieczuleniu ogólnym jest nieprzytomny, nie reaguje na żadne bodźce i zwykle wymaga wentylacji mechanicznej. Natomiast w trakcie głębokiej sedacji pacjent powinien samodzielnie oddychać i reagować na silne bodźce bólowe. ASA przedstawiło proponowany podział poziomów sedacji, podkreślając, że granica pomiędzy sedacją a znieczuleniem ogólnym jest płynna i łatwa do przekroczenia. Im więcej podamy anestetyków, tym głębiej sedujemy pacjenta. Aby złagodzić negatywne doznania zarówno fizyczne, jak i psychiczne stosuje się analgosedację.

Dobrze prowadzona analgosedacja zmniejsza wydatek energetyczny, przyczynia się do stabilizacji układu krążenia, poprzez zmniejszenie wyrzutu amin katecholowych. W analgosedacji stosowanych jest wiele grup leków takich, jak: benzodiazepiny, anestetyki dożylnie i wziewne, agoniści receptora alfa₂, leki znieczulające miejscowo, analgetyki nieopiodowe i opiodowe. Spośród opiodów stosowane są: morfina, fentanyl, nalbufina, alfentanyl, sulfentanil. Analgosedacja to jedna z form znieczulenia, polegająca na jednoczesnym zastosowaniu leków o działaniu uspokajającym i nasennym (sedacja) oraz leków o działaniu przeciwbólowym (analghezja). Do najczęściej stosowanych schematów analgosedacji należy połączenie benzodiazepin z opiodami, np. midazolamu z fentanylem lub morfiną.

Umiarkowana sedacja jest definiowana jako zmniejszenie stanu przytomności pacjenta wywołane podaniem leku. Pacjent poddany umiarkowanej sedacji może celowo reagować na polecenia słowne, oddech spontaniczny jest wydolny i nie ma ryzyka utraty drożności górnych dróg oddechowych. Leki najczęściej stosowane w celu uzyskania umiarkowanej sedacji to midazolam, deksmedetomidyna i inne benzodiazepiny lub ich połączenie z opiodem. Połączenie leku sedacyjnego z opiodem uspokaja pacjenta, minimalizuje ból, ale zwiększa ryzyko uzyskania niezamierzonej głębokiej analgosedacji i częstszej depresji oddechowej.

Benzodiazepiny to grupa leków często stosowanych do sedacji i wywołania niepamięci. Posiadają również działania przeciwdrgawkowe i rozluźniające mięśnie. Zwiększają działanie hamujące receptorów GABA. Benzodiazepiny mają różną charakterystykę farmakologiczną, np. jedne posiadają silniejsze działanie sedacyjne bądź inne silniejsze działanie anksjolityczne.

Midazolam jest benzodiazepiną krótkodziałającą, która nadal jest najczęściej stosowanym lekiem w sedacji. Zaczyna działać po 1-3 minutach, osiąga szczyt działania po 3-4 minutach, a czas działania po podaniu pojedynczej dawki wynosi 15-80 minut i zależy od takich czynników, jak: otyłość, zaawansowany wiek, choroby wątroby i nerek. Midazolam zwykle podawany jest w pojedynczej dawce 30-50 µg/kg mc. Zmniejszenie dawki zaleca się u pacjentów powyżej 60. roku życia. Konieczne jest zachowanie szczególnej ostrożności w przypadku stosowania sedacji płytkiej u pacjentów z upośledzoną czynnością układu oddechowego.

Deksmedetomidyna jest najnowszym lekiem z tej grupy. Jest ona wysoce selektywnym agonistą receptorów α₂-adrenergicznych o właściwościach sedatywnych, sympatykolytycznych i przeciwbólowych. Okres półtrwania deksmedetomidyny po podaniu dożylnym w fazie dystrybucji wynosi ok. 6 minut, natomiast w fazie eliminacji – około 2 godzin. Zgodnie z zaleceniami producenta deksmedetomidyna powinna być stosowana w dożylnym wlewie ciągłym. Dawkę nasycającą wynoszącą 1 µg/kg należy podać w ciągu 10 min, po czym zalecany jest ciągły wlew dożylny z szybkością 0,2-0,7 µg/kg/h.

Propofol to lek o właściwościach sedacyjnych bez komponenty analgetycznej. Sedacja dorosłych pacjentów w oddziale anestezjologii wymagających poziomu sedacji nie głębszego niż pobudzenie w reakcji na głos (poziom od 0 do -3 w skali Richmond Agitation-Sedation, RASS). Propofol podajemy w dawce 1,5 – 2,0 mg/kg cc. i.v w indukcji znieczulenia jako główny anestetyk stosowany w ciągłym wlewie i.v w dawce 6-9 mg/kg cc./godz. przez 30 min po indukcji, a następnie szybkość wlewu zmniejsza o 50%. Po upływie 20-30 minut znieczulenia pacjenci odzyskują pełną sprawność psychomotoryczną.

Ketamina to szybko działający środek znieczulający ogólnie. Ketamina jest antagonistą receptorów muskarynowych w OUN, niekompetycyjnym antagonistą receptorów NMDA pobudzanych przez L-glutaminian, jak również oddziałuje z receptorami opiodowymi µ oraz σ. Lek działa przeciwbólowo, nasennie i wywołuje niepamięć (działanie amnestyczne). Ze względu na niezgodności ketaminy nie należy mieszać z barbituranami oraz diazepamem.

Opioidy to grupa leków zwanych także narkotykami, są silnymi środkami przeciwbólowymi. Stosowane u pacjentów odczuwających ból o nasileniu od umiarkowanego do silnego.

Fentanyl jest opiodem o krótkim, ale szybkim czasie działania. Początek działania występuje w czasie 1-2 min, szczyt działania w 3-5 min, a czas działania wynosi 30-60 min. Po użyciu fentanylu zaobserwowano szybszy powrót sprawności psychoruchowej pacjenta w porównaniu do grupy po użyciu midazolamu.

Alfentanyl jest krótkodziałającym opiodem, budową chemiczną zbliżonym do fentanylu, ale o mniejszej lipofilności. Alfentanyl posiada szybki początek działania. Szczytowe działanie analgetyczne i depresyjne na układ oddechowy występuje w czasie 1-2 min. Metabolizm alfentanylu odbywa się głównie w wątrobie i tylko 1% aktywnego leku wydala się przez nerki. W związku z takim metabolizmem pacjenci z dysfunkcją wątroby mogą wykazywać nasilone i przedłużone działanie alfentanylu. W zależności od podanej dawki leku uzyskuje się pożądaną stan współpracy i aktywności psychoruchowej.

Remifentanyl posiada cechy wspólne, jeśli chodzi o szybkość, czas działania do środków wziewnych. Pacjenci z ciężkim zaburzeniem czynności wątroby mogą być nieco bardziej wrażliwi na hamujący wpływ remifentanylu na ośrodek oddechowy. Przenika przez barierę łożyska. Okres półtrwania metabolitu u zdrowych osób dorosłych wynosi 2 godziny. Ponieważ remifentanyl jest swoistym agonistą receptora μ (μ), jego podstawowe działanie farmakologiczne odpowiada działaniu fentanylu, sufentanylu i alfentanylu. Stosowany u pacjentów w podeszłym wieku (powyżej 65 lat) klirens remifentanylu zmniejsza się (o około 25%). Dawka skuteczna jest mniejsza o około 50%. Pacjenci w podeszłym wieku (powyżej 65 lat) – początkowa dawka powinna stanowić połowę dawki zalecanej u dorosłych, następnie dawkowanie dostosowuje się do indywidualnych potrzeb pacjenta. W sedacji zazwyczaj stosuje się dawki od 0,02 do 0,25 mcg/kg/min. Znany jest depresyjny wpływ opioidów na układ oddechowy. Ich działanie poprzez receptory μ (μ) 1 jest głównie działaniem analgetycznym, natomiast poprzez μ (μ) 2 oraz przez κ (kappa) i δ (delta) działają one depresyjnie na ośrodek oddechowy, zmniejszając jego wrażliwość na wzrost stężenia CO_2 i zwalniając rytm oddechowy, poprzez działanie na ośrodek oddechowy w rdzeniu przedłużonym. Pod wpływem opioidów dochodzi do zwiększonego wydzielania w drzewie oskrzelowym oraz zwolnienia czynności rzęsek. Mogą obkurczać mięśnie gładkie oskrzeli na drodze uwalniania histaminy oraz powodować pobudzenie układu nerwowego przywspółczulnego. Analgosedacja z użyciem remifentanylu jest bardzo korzystna szczególnie u chorych wymagających wentylacji przez krótki okres czasu.

Oksykodon należy do silnie działających leków przeciwbólowych z grupy opioidów, zwanych narkotycznymi lekami przeciwbólowymi. Pod względem budowy chemicznej jest zbliżony do kodeiny. Oksykodon łączy się z receptorami opioidowymi κ , μ i δ , które znajdują się w organizmie i powoduje ich pobudzenie. Wykazuje również działanie uspokajające. Oksykodon podawany jest doustnie lub we wstrzyknięciach. Z tabletek o przedłużonym uwalnianiu uwalnia się dwufazowo: ok. 40% substancji czynnej uwalniane jest szybko, natomiast pozostałe 60% wolniej. Dzięki temu możliwe jest podawanie leku co 12 godzin. Wskazany w leczeniu bólu o nasileniu umiarkowanym do dużego.

Barbiturany

Tiopental – to jeden z najpopularniejszych anestetyków dożylnych. Podany dożylnie w dawce 4 do 5 mg/kg cc. Wywołuje sen trwający 5 do min., działa depresyjnie na układ krążenia bezpośrednio przez hamowanie układu współczulnego. Przed podaniem pełnej dawki leku obowiązuje podanie dawki próbnej, zwykle 50 mg, w celu uniknięcia nadmiernej depresji krążenia u osób nadwrażliwych. Pochodne siarkowe cechują się wysokim pH (powyżej 10,0), co jest wskazaniem do stosowania roztworu 2,5% (25 mg w 1 ml). Wysokie stężenia są drażniące i mogą powodować odczyn zapalny żył, a nawet martwicę.

Deksmedetomidyna to wybiórczy agonista receptorów adrenergicznych α_2 o właściwościach sedacyjnych. Po podaniu i.v. deksmedetomidyna wykazuje szybką dystrybucję z $t_{1/2}$ w fazie dystrybucji wynoszącym 6 min. Lek w 94% wiąże się z białkami osocza. Metabolizm następuje w wyniku bezpośredniego sprzęgania z kwasem glukuronowym oraz z udziałem izoenzymów cytochromu P-450. $t_{1/2}$ w fazie eliminacji – 2 h. Lek w 95% wydalany z moczem, w 4% z kałem w postaci metabolitów. U chorych z niewydolnością nerek po długotrwałych wlewach możliwa jest kumulacja metabolitów. U chorych z niewydolnością wątroby klirens deksmedetomidyny jest zmniejszony. Wykorzystywana dla dorosłych pacjentów przebywających na oddziałach intensywnej opieki medycznej wymagających poziomu sedacji nie głębszego niż pobudzenie w reakcji na głos (od 0 do -3 w skali RASS). Pacjenci zaintubowani i znieczuleni. Początkowo i.v. 0,7 mikrogramów/kg mc./h; dawkę dostosować w zakresie 0,2–1,4 mikrogramów/kg mc./h w zależności od reakcji na leczenie. U pacjentów osłabionych rozważyć zastosowanie mniejszej dawki początkowej. Nie stosować dawki > 1,4 mikrogramów/kg m.c./h.

Morfina jest silnym opioidowym lekiem przeciwbólowym, skutecznym w leczeniu bólów pochodzenia nocycetynowego. Działa poprzez receptory opioidowe rozmieszczone w ośrodkowym układzie nerwowym. Szczególne powinowactwo wykazuje do receptorów μ . Morfina działa przeciwbólowo poprzez ośrodkowy układ nerwowy. Wywołuje także senność, zmiany nastroju, obniżenie temperatury ciała. Morfina jest wskazana w bólu ostrym i przewlekłym o nasileniu od umiarkowanego do silnego, który nie ustępuje po zastosowaniu leków przeciwbólowych innych niż opioidowe. Morfina jest stosowana we wszystkich rodzajach bólu, w tym pooperacyjnych i przewlekłych, najczęściej pochodzenia nowotworowego, z wyjątkiem bólu spowodowanego skurczem mięśni gładkich, np. dróg żółciowych.

W oddziałach intensywnej terapii hospitalizowani są chorzy w stanie zagrożenia życia. Wymogi kompleksowego monitorowania przebiegu leczenia narażają ich na różnego rodzaju przykre doznania. Pobyt w OIT zmienia się niejednokrotnie w nieznosny koszmar z powodu wielu niekorzystnych czynników, z których najistotniejsze to: ból, lęk i bezsenność. Dodatkowo depresja, przykre sny, zaburzenia orientacji noc – dzień, uczucie duszności, zmęczenia, pragnienia i suchości w jamie ustnej, przymusowe ułożenie, hałas, ruch, światło, śmierć innych chorych, brak możliwości wykonania prostych czynności, a także wykonywane zabiegi i rękocyny pielęgnacyjne są niezwykle uciążliwe. Specyficzne, inwazyjne techniki lecznicze (kaniulacja żył centralnych, cewnikowanie pęcherza moczowego, zakładanie sondy do żołądka, tlenoterapia, intubacja tchawicy i wentylacja mechaniczna płuc, bronchoskopia, zabiegi fizjoterapeutyczne) mają również wpływ na niekorzystne doznania chorych. Pacjenci przebywający na oddziałach intensywnej terapii zazwyczaj wymagają sedacji z powodu skomplikowanego procesu leczenia i pielęgnacji. Sedację stosuje się, aby zmniejszyć stres spowodowany hospitalizacją, lęk oraz do minimum obniżyć ryzyko przypadkowego usunięcia, np. rurki dotchawiczej, linii naczyniowych, bądź cewników. Pożądany poziom sedacji należy określić na początku terapii i w regularnych odstępach czasu ponawiać tę ocenę wraz ze zmianami klinicznego stanu pacjenta.

Personel OIT powinien zapewnić chorym komfort psychiczny i wyeliminować przykre doznania somatyczne, gdyż jest to niezbędny warunek korzystnego przebiegu leczenia. Efekt ten można osiągnąć poprzez zastosowanie odpowiedniej sedacji lub analgosedacji. Głównym ich celem jest ochrona psychiki chorego, eliminacja bólu i kontrolowane, częściowe lub całkowite zniesienie świadomości. Prawidłowo prowadzona sedacja lub analgosedacja u chorych leczonych w OIT jest złożonym zadaniem zespołowym. Nie jest ono łatwe, gdyż poziom sedacji musi być adekwatny do stanu chorego, a jej nadzorowanie sprawia trudności. Aktualnie proponowane metody monitorowania sedacji często nie są potwierdzone przez klinicznie przekonywujące dowody. Dodatkowo, na poziom sedacji ma wpływ szereg czynników, w tym indywidualne zapotrzebowanie chorych na stosowane środki i szeroki zakres ich działania. Potencjalne zagrożenia związane z jakością sedacji (zbyt płytka lub zbyt głęboka) mogą powodować powikłania, prowadzące w konsekwencji do przedłużenia pobytu w OIT.

Stosowanie sedacji czy analgosedacji w ogólnym ujęciu tematu zależy w dużej mierze od lokalnych zwyczajów i osobistych doświadczeń w tym zakresie.

Zalecany sposób stosowania odpowiednich leków powinien być dostępny w formie pisemnej i cechować się pewną elastycznością, by umożliwić stopniowe docieranie do wartości końcowej, trzeba też przewidzieć fluktuacje potrzebnej sedacji w zależności od pory dnia.

Do oceny potrzebnej sedacji wykorzystuje się różne skale, m.in. Rikera, Richmonda, skale oceny aktywności ruchowej czy skalę Ramsaya. Należy pamiętać, że cele sedacji w tych skalach zakładają idealny stan, lecz w praktyce są nierealistyczne.

Sedację chorych przebywających na OIT uzyskują się poprzez podanie wielu leków. Najczęstszymi lekami wykorzystywanymi w tym celu są benzodiazepiny i opioidy.

MODUŁ II

WYSOKOPRZEPŁYWOWA TERAPIA TLENEM

Cel modułu Przygotowanie pielęgniarki do wykonania czynności związanych z przygotowaniem pacjenta, stanowiska i sprzętu niezbędnego do zastosowania wysokoprzepływowej tlenoterapii (High-Flow Nasal Oxygen Therapy, HFNOT), podłączeniem tego sprzętu i jego obsługą.

Aby uczestnik kursu mógł prawidłowo przygotować się do opanowania materiału w zakresie wysokoprzepływowej terapii tlenem, musi posiadać podstawowe wiadomości z zakresu anatomii i fizjologii układu oddechowego.

W module zostaną omówione następujące zagadnienia:

1. Istota wysokoprzepływowej terapii tlenem.
2. Wskazania i przeciwwskazania do stosowania HFNOT.
3. Sprzęt niezbędny do zastosowania wysokoprzepływowej terapii tlenowej.
4. Monitorowanie skuteczności i prawidłowego działania sprzętu do HFNOT.

1. Istota wysokoprzepływowej terapii tlenem

W trakcie pandemii wirusem COVID-19 u części osób zakażonych osób dochodzi do wystąpienia niewydolności oddechowej. Przyczyną niewydolności oddechowej jest blok pęcherzykowo-wołniczkowy o różnej dynamice. Oznacza to, że zaburzeniu ulega nie tyle sama mechanika oddechowa, a zdolność do natlenienia i w mniejszym stopniu – wentylacji (eliminacji dwutlenku węgla). Dlatego bardzo istotnym jest przewidywanie konieczności leczenia takich chorych. Już od samego początku należy podejmować czynności polegające na efektywnej tlenoterapii. W trakcie pandemii przekonaliśmy się, że u większości chorych hospitalizowanych istniały wskazania do efektywnej tlenoterapii, a jedynie w wybranych przypadkach do wentylacji mechanicznej inwazyjnej bądź nieinwazyjnej.

Współcześnie w warunkach polskich szpitali (z wyjątkiem oddziałów intensywnej terapii) wybór wśród technik natlenienia biernego nie jest duży i polega na wdrożeniu technik wysokoprzepływowych (maski twarzowe z zastawkami bezzwrotnymi i rezerwuarem tlenu) lub niskoprzepływowych (wąsy tlenowe, cewniki donosowe).

Zarówno techniki wysokoprzepływowe, a zwłaszcza niskoprzepływowe, nie zapewniają choremu podania mieszanki oddechowej zawierającej stuprocentowy tlen w trakcie terapii.

Im większa wentylacja chorego, tym niższe wdechowe stężenie tlenu. We wszystkich technikach tlenoterapii podejmowanych współcześnie nie ma możliwości oznaczenia stężenia wdechowego tlenu.

Niestety tlen stosowany w tychże technikach jest często słabo nawilżony, a przede wszystkim zimny (temperatura otoczenia).

W związku z powyższym wysusza i drażni górne drogi oddechowe, co powoduje, że na niewielką efektywność nakłada się dyskomfort pacjenta odczuwającego jeszcze większą duszność.

Rozwiązaniem tej sytuacji jest zastosowanie wysokoprzepływowej tlenoterapii, która zapewnia wysoki przepływ gazów w ogóle oraz możliwość uzupełniania składu mieszanki oddechowej tlenem o przepływie do 80 l/min. W związku z tym istnieje możliwość podania stuprocentowego tlenu w mieszaniu oddechowej. Istotny jest fakt, że dodatkowo możemy ogrzać mieszaninę oddechową od 29 do 37°C i 100% wilgotność.

Dysponując takim rozwiązaniem u chorych, u których występują zaburzenia natlenienia, mamy możliwość uniknięcia wentylacji mechanicznej z zastosowaniem sztucznej drogi oddechowej (intubacja, tracheostomia) i leczenia w warunkach oddziału intensywnej terapii.

Wysokoprzepływowa tlenoterapia donosowa (HFNOT) to stosunkowo nowa, bo stosowana od około 10 lat metoda suplementacji tlenu u chorych z niewydolnością oddechową. Jak już wspomniano powyżej, oferuje znaczące korzyści, których nie daje klasyczna tlenoterapia bierna z użyciem kaniul donosowych (masek prostych, masek z dyszami Venturiego czy masek z workiem rezerwuarowym).

Aparatura do HFNOT pozwala uzyskać duże (do 80 l/min – w aparatach do wysokoprzepływowej terapii tlenem High Flow Humidifier H-80M firmy Respicare) przepływy w kaniulach donosowych.

Pozwala na bardzo precyzyjne ustawienia dużych stężeń tlenu w mieszaniu wdychanych gazów (stężenie tlenu w mieszaniu oddechowej $[FiO_2]$ może sięgać 100%). Tak duży przepływ wiąże się z kolejną istotną zaletą tej metody

– generowaniem stałego dodatniego ciśnienia w drogach oddechowych (CPAP), które dodatkowo wspomaga leczenie niewydolności oddechowej dzięki utrzymywaniu drożności dróg oddechowych, rekrutacji pęcherzyków płucnych oraz zmniejszeniu pracy oddychania. Mieszanina oddechowa podawana pacjentowi zostaje nawilżona oraz ogrzana do wybranej temperatury. Nawilżenie i ogrzanie gazów istotnie zwiększa komfort chorego, poprawia oczyszczanie dróg oddechowych z zalegającej wydzieliny oraz ogranicza wysychanie błony śluzowej i związane z tym ryzyko podrażnienia, powstawania nadżerek i owrzodzeń oraz krwawień.

HFNOT prowadzi także do zmniejszenia anatomicznej przestrzeni martwej oraz wypłukiwania dwutlenku węgla z górnych dróg oddechowych, co zmniejsza pracę oddychania i zwiększa efektywność wentylacji.

2. Wskazania i przeciwwskazania do stosowania HFNOT

Wskazania do stosowania HFNOT stopniowo ewoluują. Najszerzej metodę tę wykorzystuje się u chorych z hipoksemiczną niewydolnością oddechową. W praktyce klinicznej wskazaniem do zastosowania HFNOT jest stwierdzenie w gazometrii krwi tętniczej ciśnienia parcjalnego tlenu (PaO_2) <60 mm Hg. Wyniki badań naukowych sugerują także skuteczność HFNOT w zapobieganiu ponownej intubacji zarówno w warunkach oddziału intensywnej terapii, jak i sali pooperacyjnej. Obecnie trwają badania kliniczne z randomizacją mające na celu ocenę skuteczności HFNOT w hipoksemiczno-hiperkapniczej niewydolności oddechowej.

Przeciwwskazania

Głównym przeciwwskazaniem do zastosowania HFNOT jest obecność wskazań do intubacji dotchawiczej pacjenta. Liczne badania naukowe jednoznacznie dokumentują pogorszenie wyników leczenia wskutek opóźnienia intubacji. Jeżeli zatem pomimo stosowania HFNOT obserwujemy stałe pogarszanie się stanu chorego (spadki wysycenia tlenem hemoglobiny krwi tętniczej mierzone za pomocą pulsoksymetru [SpO_2], narastanie hiperkapnii, utrzymujące się lub narastające przyśpieszenie oddechu, pogarszanie się stanu świadomości), konieczne może się okazać wezwanie zespołu wczesnego reagowania (ZWR, jeżeli jest dostępny w szpitalu) lub niezbędna będzie konsultacja anestezjologiczna w celu oceny wskazań do intubacji dotchawiczej. Warto podkreślić, że zbyt mała pojemność standardowych butli tlenowych uniemożliwia transport pacjenta podczas stosowania HFNOT.

3. Sprzęt niezbędny do zastosowania wysokoprzepływowej terapii tlenowej

Stosowanie HFNOT wymaga specjalistycznego sprzętu, składającego się z mieszalnika tlenu, generatora przepływu gazów oraz systemu ich ogrzewania i nawilżania. Do wyposażenia należą ponadto jednorazowego użytku systemy rur, dwukanałowe kaniule donosowe (dostępne w kilku rozmiarach, ewentualnie wraz ze specjalnie zaprojektowanymi przejściówkami umożliwiającymi stosowanie HFNOT u pacjentów z tracheostomią) oraz zbiornik na płyn służący do nawilżania mieszaniny oddechowej. Aparat służący do stosowania wysokoprzepływowej terapii tlenowej jest urządzeniem dość drogim (obecnie cena rynkowa to kilkanaście tysięcy złotych). Do zastosowania HFNOT niezbędny jest sam aparat, jak i części jednorazowe (które dla jednej terapii stanowią koszt kilkuset złotych), są zatem metodą znacznie bardziej kosztowną niż klasyczna tlenoterapia bierna, co ogranicza możliwości jej stosowania w gorzej finansowanych ośrodkach.

Ponadto do zastosowania wysokoprzepływowej terapii tlenowej niezbędna jest instalacja tlenowa, co znacznie uniemożliwia jej zastosowanie w warunkach domowych (możliwość podaży tlenu przez koncentrator maksymalnie do 5 l/min.) jak również zakładach opiekuńczo-leczniczych. W chwili obecnej można ją więc stosować w miejscach, które posiadają instalację tlenową, co ogranicza się wyłącznie do szpitali (należy nadmienić, iż nie wszystkie oddziały szpitalne w Polsce posiadają centralną instalację tlenową).

Firmy produkujące aparaty do wysokoprzepływowej terapii tlenowej dają możliwość zastosowania tego sprzętu w warunkach domowych lub zakładach opiekuńczo-leczniczych, ponieważ najmniejsza możliwość przepływu tlenu to 2 l/min. Niektóre modele przeznaczone są do stosowania w szpitalach i placówkach medycznych, jak również w warunkach domowych. Przy podłączeniu do instalacji gazów medycznych jego przepływ jest regulowany za pomocą przepływomierza z punktu poboru gazów medycznych. Możliwe jest również bezpośrednie podłączenie urządzenia do koncentratora tlenu lub butli gazowej.

Można taką technikę podaży tlenu stosować, ale wtedy nie są to wysokoprzepływowe techniki podaży tlenu, lecz techniki niskoprzepływowe z bardzo dobrym nawilżeniem i ogrzaniem mieszaniny oddechowej.

Używanie aparatów do wysokoprzepływowej terapii tlenem High Flow jest możliwe tylko ze zintegrowanymi nawilżaczami. Mają one dokładną kontrolę temperatury i wilgotności i chronią drogi oddechowe i poprawiają jakość leczenia.

Wszystkie dostępne na rynku aparaty HFNC posiadają funkcję przeglądu trendów leczenia najczęściej za pomocą karty pamięci SD.

Posiadają one funkcję ciągłego czuwania, co daje łatwość wznowienia terapii przez tego samego pacjenta i oszczędność tlenu. Nie posiadają natomiast akumulatora, a co za tym idzie wymagają ciągłego podłączenia do zasilania prądem. W związku z tym niemożliwe jest użycie aparatu w trakcie transportu chorego.



Rycina 1. Dostępne na polskim rynku urządzenia do HFNOT (zdjęcia udostępnione przez Fisher&Paykel).

Maska na nos Optiflow™+

- Miękkie, elastyczne wypustki.
- Konstrukcja z szerokim otworem minimalizuje zawirowania gazu.
- Kształt wypustek jest dopasowany do budowy nosa pacjenta.



Rurka do oddychania ogrzewanym powietrzem Airspiral™

- Podwójny spiralny przewód grzałki oraz unikalny wbudowany czujnik temperatury.
- Brak konieczności stosowania oddzielnych czujników temperatury ani łączników przewodu grzałki.



Regulowana temperatura i nastawienia przepływu

- Trzy ustawienia temperatury (37, 34, 31 °C) pomagają w zapewnieniu komfortu i zgodności.
- Wbudowany generator przepływu zapewnia szeroki zakres przepływu (2 – 60 L/min) zarówno dla pacjentów pediatrycznych, jak i dorosłych — nie jest wymagana instalacja doprowadzająca powietrze.

Dodatkowy tlen (jeśli jest wymagany)

- Dodatkowy tlen może pochodzić z instalacji doprowadzającej lub z butli tlenowej.
- Wbudowany ultradźwiękowy analizator tlenu nie wymaga kalibracji, serwisowania ani wymiany.

Rycina 2. Urządzenie do terapii wysokoprzepływowej MyAirvo 2 firmy Fisher&Paykel.



Rycina 3. urządzenia do HFNOT firmy Healthcare i Dutchmed [B].



Rycina 4. Aparat do wysokoprzepływowej terapii tlenem High Flow Humidifier H-80M (zdjęcia udostępnione przez firmę Respicare).

Tlenoterapia High Flow wykorzystuje specjalne wysokoprzepływowe kaniule nosowe, które podają ogrzaną mieszaninę powietrza z tlenem od 21% do 100% stężenia tlenu. Najczęściej aparaty High Flow cechują się przepływami w zakresie od 2 l/min do 80 l/min. Wysoka wartość przepływu zapewnia wyższe stałe stężenie tlenu podczas wdechu niż konwencjonalna terapia tlenowa i powoduje wytwarzanie dodatniego ciśnienia końcowo-wydechowego. Systemy High Flow stosowane są również w celu wydalania CO₂ podczas wydechu z przestrzeni martwej w drogach oddechowych. Tlenoterapia wysokoprzepływowa może być skuteczna w leczeniu pacjentów z łagodną i umiarkowaną hipoksemiczną niewydolnością oddechową. Badania kliniczne wykazały, że wysokoprzepływowa terapia tlenem jest skuteczniejsza i ogólnie lepiej tolerowana niż wentylacja nieinwazyjna. W ciągu pierwszych 24 godzin leczenia liczba interwencji pielęgnacyjnych w zakresie udrażniania dróg oddechowych w grupie High Flow była istotnie mniejsza niż w grupie NIV. Tolerowany czas stosowania urządzenia był istotnie dłuższy w grupie High Flow. Uszkodzenie skóry również było znacznie rzadsze w grupie High Flow niż NIV.



A



B



C

Rycina 5. Kaniule donosowe kompatybilne ze wszystkimi modelami do HFOT jak Fisher & Paykel healthcare F&P Airvo, Respicare Humid BM, do wysokoprzepływowej terapii tlenem [A, B]. Konektor podłączenia kaniuli do tracheostomii stosowany w wysokoprzepływowej terapii tlenem High Flow [C].

Kaniule nosowe do wysokoprzepływowej terapii tlenem High Flow (dostępne są rozmiarach S, M i L) – rozmiar kaniul jest dostosowany do wagi pacjenta oraz do przepływu mieszaniny oddechowej, najczęściej:

- rozmiar S – przepływ 4-60 l/min – waga pacjenta 30-50 kg;
- rozmiar M – przepływ 4-60 l/min – waga pacjenta 50-70 kg;
- rozmiar L – przepływ 4-60 l/min – waga pacjenta > 70 kg.

Kaniule donosowe do wysokoprzepływowej terapii tlenowej dostosowane są do współpracy z podgrzewanymi układami oddechowymi rur. Wyposażone są w regulowany pasek zakładany na głowę, umożliwiającą zamocowanie kaniuli na twarzy pacjenta w odpowiednich rozmiarach.

Dostępne są także łączniki tracheo do terapii tlenowej High Flow przystosowane do współpracy z podgrzewanymi układami oddechowymi (nie wszystkie urządzenia je posiadają).

Przed przygotowaniem aparatów do pracy powinniśmy się zapoznać z instrukcją obsługi urządzenia i uczestniczyć w szkoleniu z zakresu obsługi aparatu, który będziemy stosować.

Możemy także posłużyć się krótkimi filmami instruktażowymi dostępnymi na stronach internetowych. Oto przykłady kilku takich filmów:

https://www.youtube.com/watch?v=apcHBK5EBFc&ab_channel=F%26PHealthcare

https://www.youtube.com/watch?v=ojVVpNY5X4k&ab_channel=FayezAfana

https://www.youtube.com/watch?v=qwFtSJMbmUA&ab_channel=BMCMedical

https://www.youtube.com/watch?v=e_TrXiSrBwk&ab_channel=SSEMMthembuMedical

https://www.youtube.com/watch?v=hlcl_V_CETY&ab_channel=NithinBesent

Aby przygotować urządzenie do pracy, należy upewnić się, że jest ono czyste i zdezynfekowane. W szpitalach najczęściej po ozonowaniu zostawia się w urządzeniu rurę do dezynfekcji urządzenia, a drugi otwór zamknięty jest korkiem. Innym sposobem informacji o czystości aparatu jest etykieta pozostawiona na aparacie informująca o dacie dezynfekcji.

Do takiego urządzenia możemy podłączać niezbędny osprzęt jednorazowy (należy zaznaczyć, iż każdy aparat ma swój system jednorazowych akcesoriów i nie są one kompatybilne z innym urządzeniem, wyjątek stanowią wazy tlenowe, które czasami są kompatybilne z różnymi układami oddechowymi).

W pierwszej kolejności musimy wybrać zestaw akcesoriów, w skład którego wchodzi: nawilżacz/podgrzewacz, podgrzewany układ oddechowy, interfejs do podłączenia tlenu pacjentowi. Należy także przygotować sterylą wodę destylowaną, którą napełnimy komorę podgrzewacza.

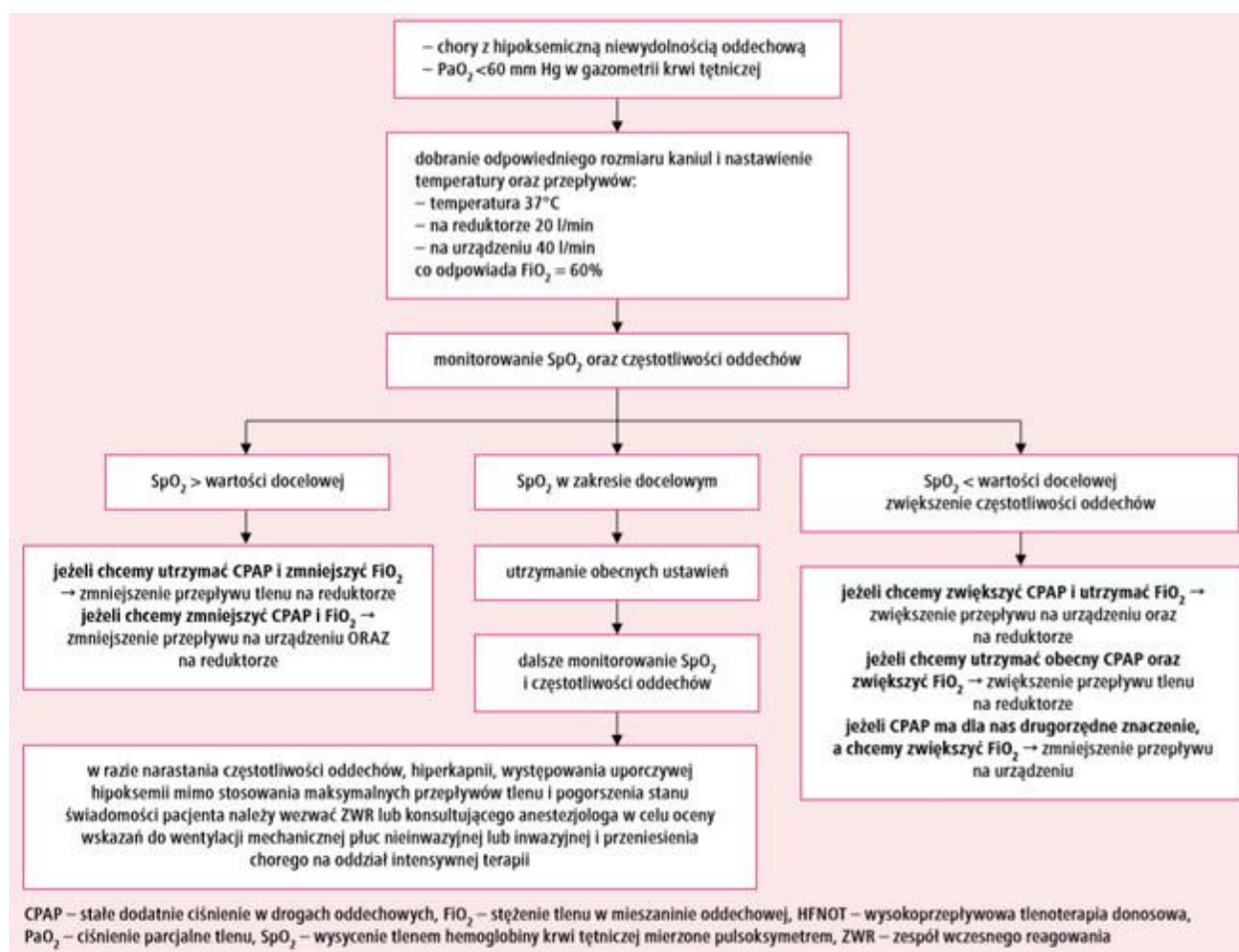
W pierwszym etapie ściągamy zabezpieczenia z podgrzewacza i wkładamy go do aparatu. W niektórych przypadkach musimy wcześniej zamontować na podgrzewaczu konektor, aby podłączyć go do aparatu. Do podgrzewacza podłączamy wodę destylowaną i sprawdzamy, aby podgrzewacz napełnił się nią co najmniej do stanu minimum i nie przekroczył maksymalnego napełnienia pojemnika.

Do głównego urządzenia montujemy układ rur i kaniulę (dobraną dla danego pacjenta). Następnie, gdy do zbiornik na płyn jest wypełniony, układ oddechowy podłączony, podpinamy do urządzenia wysokowydajne źródło tlenu (czasami wystarczy zwykły dren). Ogromne znaczenie ma tu odpowiedni reduktor, ponieważ uzyskiwanie wysokiego FiO_2 wymaga bardzo dużego przepływu tlenu ze źródła, do czego nie wystarczają starsze modele tych urządzeń.

Do uzyskania FiO_2 90% przy przepływie 60 l/min konieczny jest przepływ tlenu ze źródła wynoszący około 55 l/min. Jeżeli w takiej sytuacji zastosuje się klasyczny reduktor z maksymalnym przepływem około 17 l/min, można liczyć na uzyskanie FiO_2 około 40%, co jest niewystarczające u chorego z ciężką hipoksemiczną niewydolnością oddechową. W takiej sytuacji zwiększenie FiO_2 można uzyskać, zmniejszając przepływ generowany przez urządzenie, co zmniejsza rozcieńczenie tlenu dostarczanego ze źródła. Niestety w takiej sytuacji tracimy w dużej mierze jedną z głównych zalet HFNOT, czyli CPAP.

Jeżeli mamy gotowe urządzenie do pracy, możemy podłączyć je do pacjenta.

Poniżej przedstawiono schemat stosowania HFNOT.



Rycina 6. Schemat stosowania wysokoprzepływowej tlenoterapii donosowej (Polok K., Szczeklik W.: Praktyka kliniczna – intensywna terapia. Wysokoprzepływowa tlenoterapia donosowa – praktyczny przewodnik. Med. Prakt., 2020; s. 110–115).

Należy odpowiednio dobrać 3 parametry:

1. rozmiaru kaniuli – w celu minimalizacji przecieków, a przez to zwiększenia skuteczności leczenia oraz poprawy komfortu pacjenta;
2. temperatury mieszaniny oddechowej – zazwyczaj istnieje możliwość wyboru w zakresie 31–37°C, parametr ten nie ma większego wpływu na skuteczność terapii, ma natomiast istotne znaczenie z punktu widzenia komfortu pacjenta (należy ustalić z chorym, czy ustawiona temperatura nie jest zbyt wysoka);
3. przepływu mieszaniny oddechowej i FiO₂ – zwykle możliwe jest ustawienie przepływu między 10 a 70 l/min, przy czym sugeruje się, by rozpoczynać od większych wartości (np. 40 lub 50 l/min).

Uzyskane FiO₂ (aktualna wartość tego parametru jest widoczna na ekranie urządzenia) jest pochodną 2 parametrów: przepływu ustawionego na reduktorze przy źródle tlenu oraz przepływu ustawionego na aparaturze HFNOT. Należy mieć świadomość, że zwiększający się przepływ w urządzeniu HFNOT powoduje „rozcieńczanie” tlenu, a tym samym zmniejsza FiO₂. Jeśli przepływ w reduktorze ustawimy na przykład na 20 l/min, a na urządzeniu na 40 l/min, możemy się spodziewać FiO₂ około 60%. Gdy w takiej sytuacji obserwujemy zbyt małe SpO₂ i chcemy zwiększyć FiO₂, możemy to zrobić na dwa sposoby – zmniejszając przepływ w urządzeniu (zmniejszamy wówczas rozcieńczenie tlenu) lub zwiększając przepływ w reduktorze (zwiększamy zawartość tlenu w mieszaninie oddechowej). Oczywiście w sytuacji, w której duże znaczenie ma utrzymanie CPAP, preferowany będzie drugi sposób. Analogicznie, jeżeli zależy nam na zwiększeniu CPAP przez zwiększenie prze-

pływu na urządzeniu, musimy równocześnie zwiększyć przepływ na reduktorze w celu utrzymania pożądanej wartości FiO_2 .

Należy pamiętać, iż przy długotrwałym stosowaniu wysokoprzepływowej tlenoterapii konieczna jest wymiana części jednorazowych. Najczęściej podgrzewacz i układ oddechowy wymieniamy co 14 dni (zgodnie z zaleceniami producenta), a wazy tlenowe co 7 dni (zgodnie z zaleceniami producenta).

Istotnym także jest zmienianie wody destylowanej dostarczanej do podgrzewacza, zawsze w przypadku jej braku w butelce. Nie można dopuścić, aby zabrakło wody w komorze nawilzacza.

Po zakończeniu terapii myjemy i dezynfekujemy aparat, uwzględniając ozonowanie, które jest integralną częścią aparatury dostarczanej wraz ze sprzętem. Koniecznie musimy to wykonać, gdyż aparat nie posiada żadnego zabezpieczenia chroniącego maszynę przed zagrożeniami mikrobiologicznymi.

4. Monitorowanie skuteczności i prawidłowego działania sprzętu HFNOT

Monitorowanie skuteczności HFNOT, poza oceną komfortu związanego z nastawioną temperaturą mieszaniny oddechowej, w zasadzie nie różni się od monitorowania skuteczności konwencjonalnej tlenoterapii biernej. Należy regularnie oceniać:

- częstotliwość oddechów – zwolnienie oddychania świadczy o skuteczności leczenia, a przyspieszenie zwykle jest oznaką pogarszania się stanu chorego;
- SpO_2 – u pacjentów bez hiperkapnii lub cech kompensacji metabolicznej hiperkapnii ($\text{PaCO}_2 < 45$ mm Hg oraz prawidłowe stężenie HCO_3^-) docelowo powinno wynosić 92–96%, a u chorych z hiperkapnią ($\text{PaCO}_2 \geq 45$ mm Hg) lub cechami świadczącymi o jej kompensacji ($\text{HCO}_3^- > 27$ mmol/l) – 88–92%. Ta druga grupa wymaga kontroli pod kątem ewentualnego narastania hiperkapnii za pomocą kapnografii przezskórnej lub kontrolnej gazometrii krwi tętniczej, które umożliwiają ocenę wskazań do wdrożenia nieinwazyjnej lub inwazyjnej wentylacji mechanicznej;
- stan świadomości pacjenta – pogarszanie się stanu świadomości chorego, ocenianego za pomocą skali Glasgow, może świadczyć o nasilaniu się hipoksemii lub narastaniu hiperkapnii. W razie narastania częstotliwości oddechów, hiperkapnii, występowania uporczywej hipoksemii pomimo podawaniu tlenu w maksymalnym stężeniu i z maksymalnym przepływem mieszaniny oddechowej, a także gdy stan świadomości chorego się pogarsza, należy wezwać ZWR lub konsultującego anestezjologa w celu oceny wskazań do nieinwazyjnej lub inwazyjnej wentylacji mechanicznej płuc i przeniesienia chorego na oddział intensywnej terapii.

Aparaty HFNOT są wyposażone w układy alarmowe, które informują nas o nieprawidłowym działaniu sprzętu.

Najczęstszymi alarmami są:

- awaria zasilania;
- usterka urządzenia;
- odłączona rura;
- sprawdź wodę;
- FiO_2 za wysokie lub za niskie;
- port wlotowy zablokowany;
- niskie napięcie wejściowe;
- awaria podgrzewanego nawilzacza;
- nie można osiągnąć docelowego FiO_2 ;
- nie można osiągnąć celu temperatury;
- nie można osiągnąć przepływu docelowego;
- kaniula nosowa zablokowana;
- wyłącz źródło O_2 ;
- rura uszkodzona;
- wymień filtr;
- pełna karta SD;
- włóż ponownie kartę SD.

MODUŁ III

PIELĘGNOWANIE PACJENTA WYMAGAJĄCEGO WYSOKOPRZEPŁYWOWEJ TERAPII TLENEM

Cel modułu Przygotowanie pielęgniarki do rozpoznawania problemów pielęgnacyjnych, planowania, realizacji i oceny działań pielęgniarstwa podejmowanych na rzecz pacjenta wymagającego wysokoprzepływowej terapii tlenem.

W module zostaną omówione następujące zagadnienia:

1. Gromadzenie danych o stanie zdrowia pacjenta.
2. Rozpoznawanie problemów pielęgnacyjnych i objawów niepokojących.
3. Fizjoterapia u pacjentów wymagających tlenoterapii.
4. Edukacja i wsparcie rodziny/osób bliskich pacjenta wymagającego wysokoprzepływowej tlenoterapii.

1. Gromadzenie danych o stanie zdrowia pacjenta

Opieka pielęgniarstwa nad pacjentem wymagającym wysokoprzepływowej tlenoterapii powinna być realizowana metodą procesu pielęgnowania. Podstawą planowania i realizacji działań pielęgniarstwa jest ocena stanu pacjenta ukierunkowana na rozpoznawanie problemów pielęgnacyjnych pacjenta, ustalaniu czynników ryzyka i przyczyn aktualnych i/lub potencjalnych problemów wynikających ze stanu klinicznego pacjenta, stosowanych metod diagnostycznych, terapeutycznych oraz środowiska, w którym znajduje się pacjent.

1. Sytuacje kliniczne, w których zalecana jest wysokoprzepływowa terapia tlenem (HFNC), to:

1. Hipoksemiczna ostra niewydolność oddechowa u dorosłych pacjentów:
 - HFNC zalecana jest bardziej niż konwencjonalna tlenoterapia niskoprzepływowa;
 - HFNC zalecana jest bardziej niż nieinwazyjna wentylacja mechaniczna (noninvasive mechanical ventilation, NIV);
 - HFNC zalecana jest bardziej niż konwencjonalna tlenoterapia w przerwach w podłączeniu do wentylacji nieinwazyjnej (NIV).
2. Prewencja niewydolności oddechowej po ekstubacji u pacjentów niepoddawanych operacji z małym ryzykiem powikłań oddechowych HFNC zalecana jest bardziej niż konwencjonalna tlenoterapia.
3. Inne sytuacje kliniczne:
 - u pacjentów z POChP i ostrą niewydolnością oddechową z hiperkapnią zaleca się próbę użycia NIV przed zastosowaniem HFNOT;
 - w okresie pooperacyjnym u pacjentów z małym ryzykiem powikłań oddechowych zaleca się zarówno konwencjonalną tlenoterapię, jak i HFNOT;
 - w okresie pooperacyjnym u pacjentów z dużym ryzykiem powikłań oddechowych zaleca się zarówno HFNOT, jak i NIV;
 - u pacjentów niepoddawanych operacji z dużym ryzykiem powikłań oddechowych w celu prewencji niewydolności oddechowej po ekstubacji zaleca się raczej NIV niż HFNOT, chyba że istnieją względne bądź bezwzględne przeciwwskazania do NIV.

2. Objawy kliniczne ostrej niewydolności oddechowej:

- spłylenie i przyspieszenie oddechu (tachypnoe) powyżej 35/min;
- duszność, wzmożony wysiłek oddechowy (udział dodatkowych mięśni oddechowych w obrębie klatki piersiowej i szyi);
- niepokój, lęk, rozdrażnienie, splątanie;
- błądność lub sinica skóry;
- wzmożona potliwość;
- przyspieszenie pracy serca (tachykardia), nadciśnienie tętnicze, w miarę narastania objawów niedotlenienia

mięśnia sercowego mogą pojawić się objawy, takie jak: obniżenie ciśnienia tętniczego krwi, bradykardia, obniżenie rzutu serca, zaburzenia rytmu;

- patologiczne szmery oddechowe (świsty, rżenia) lub osłabiony szmer oddechowy nad polami płucnymi;
- sinica centralna (gdy we krwi znajduje się co najmniej 5 g/dl zredukowanej hemoglobiny);
- zaburzenia świadomości (senność, utrata przytomności – objaw późny).

Złotym standardem w rozpoznaniu niewydolności oddechowej jest badanie gazometryczne krwi tętniczej.

Na podstawie wyniku gazometrii rozpoznaje się:

- niewydolność oddechową typu I (hipoksemiczna) – $\text{PaO}_2 < 60 \text{ mm Hg} (< 8 \text{ kPa})$;
- niewydolność oddechową typu II (hiperkapniczna) – $\text{PaCO}_2 > 50 \text{ mm Hg} (> 6,65 \text{ kPa})$;
- hiperkapnię $\text{PaCO}_2 > 45 \text{ mm Hg} (> 6 \text{ kPa})$ w krwi tętniczej (gazometria),
- kwasicę – $\text{pH} < 7,35$, zwiększone osoczowe stężenia mleczanów $> 2 \text{ mmol/l}$.

Wysokoprzepływowa terapia tlenem stosowana jest we wczesnej fazie niewydolności oddechowej, u pacjentów oddychających samodzielnie. Opieka pielęgniarska obejmuje:

1. bieżącą ocenę stanu zdrowia i monitorowanie skuteczności HFNOT;
2. rozpoznawanie problemów pielęgnacyjnych/powikłań związanych ze stosowanymi procedurami leczniczo-diagnostycznymi oraz planowanie i realizację działań pielęgniarstwa;
3. usprawnianie leczenia pacjenta i zapobieganie skutkom unieruchomienia;
4. edukację pacjenta/osób bliskich.

Pielęgnowanie pacjenta wymagającego wysokoprzepływowej tlenoterapii

Ocena stanu zdrowia – dane z badania podmiotowego, przedmiotowego i pomiarów diagnostycznych.

1. Stan układu oddechowego:

- wysiłek oddechowy, udział dodatkowych mięśni oddechowych, duszność;
- ilość oddechów/min – zwolnienie oddychania świadczy o skuteczności leczenia, a przyśpieszenie zwykle jest oznaką pogarszania się stanu chorego;
- symetria ruchów klatki piersiowej i szmery oddechowe: osłuchiwanie porównawcze pól płucnych – obecność szmerów oddechowych, ich symetria, głośność, szmery patologiczne (świsty, rżenia, trzeszczenia);
- kaszel i charakter wydzieliny z dróg oddechowych: barwa, charakter, ilość, zapach oraz zapotrzebowanie na odsysanie wydzieliny z dróg oddechowych.

Objawy niepokojące: wzmożony wysiłek oddechowy, liczba oddechów $> 25/\text{min}$ z uruchomieniem dodatkowych mięśni oddechowych lub liczba oddechów $< 8/\text{min}$ mimo obecnej duszności.

2. Stan układu krążenia:

- zapis EKG – zapis elektrokardiograficzny pracy serca, aby rozpoznać ewentualne zaburzenia rytmu lub przewodnictwa (optymalnie odprowadzenie kończynowe II) i cechy niedokrwienia (odprowadzenia przedsercowe V1-6), należy ocenić, czy zapis przedstawia odpowiednio wysokie załamki P i zespoły QRS. Elektrody należy umieścić tak, aby umożliwiły przeprowadzenie defibrylacji i nie krępowały ruchu rąk pacjenta. Skóra powinna być odpowiednio przygotowana przed przyklejeniem elektrod;
- ciśnienie tętnicze krwi: średnie (MAP) oraz skurczowe i rozkurczowe;
- tętno na tętnicach głównych i obwodowych, rytm, napięcie, wypełnienie, chybkość, siła i symetria tętna na jednoimiennych tętnicach po obu stronach ciała;
- cechy wydolności krążenia obwodowego żylnego (obrzęki, sinica) i tętniczego (ucieplenie skóry, wilgotność, bledłość, krążenie włosniczkowe).

Niepokojące objawy kliniczne hipoperfuzji to: zimne, spocone kończyny, skąpomocz, splątanie, zawroty głowy, niskie ciśnienie tętna.

3. Stan świadomości:

- Stan świadomości wg skali Glasgow lub skali AVPU (Alert, Verbal, Pain, Unresponsive). W ocenie istotna jest reakcja ruchowa pacjenta i otwieranie oczu w odpowiedzi na bodźce słowne i bólowe, zdolność nawiązania i podtrzymania kontaktu wzrokowego, logiczne odpowiedzi na pytania. Pogarszanie się stanu świadomości chorego, ocenianego za pomocą skali Glasgow, może świadczyć o nasilaniu się hipoksemii lub narastaniu hiperkapnii.
- Poziom/głębokość sedacji (w przypadku, gdy stosowane są leki uspokajające). Zastosować należy wiarygodne narzędzia pomiaru, np. skala Ramsey Sedation Scale (RSS) lub Richmond Agitation-Sedation Scale, (RASS).

Poziom/głębokość sedacji powinien zapewnić pacjentowi komfort psychofizyczny i możliwość współpracy w zakresie stosowanej terapii.

- Poziom nasilenia lęku, niepokoju psychoruchowego, zdolność/gotowość pacjenta do współpracy z personelem. Niepokój psychoruchowy może świadczyć o narastaniu objawów niewydolności oddechowej.

4. Poziom bólu – w zależności od możliwości pacjenta wykorzystać należy standaryzowaną skalę numeryczną, np. NRS (Numerical Rating Scale), gdy to jest niemożliwe, uzyskać odpowiedzi typu tak/nie na pytanie zamknięte: czy boli?

5. Czynność przewodu pokarmowego

Stosowanie wysokoprzepływowej terapii w znaczny sposób utrudnia przyjmowanie pokarmów drogą doustną i dostarczenie wymaganego zapotrzebowania energetycznego. W takim przypadku niezbędne jest zastosowanie technik żywienia enteralnego przez zgłębnik żołądkowy (przez usta) lub PEG lub wdrożenie żywienia pozajelitowego. Niezbędna jest ocena i monitorowanie:

- brzucha (tkliwość, napięcie, wzdęcia);
- obecności perystaltyki jelitowej;
- zalegania treści w żołądku;
- regularności wypróżnień;
- tolerancji żywienia enteralnego (zaburzenia metaboliczne, biegunka, wymioty).

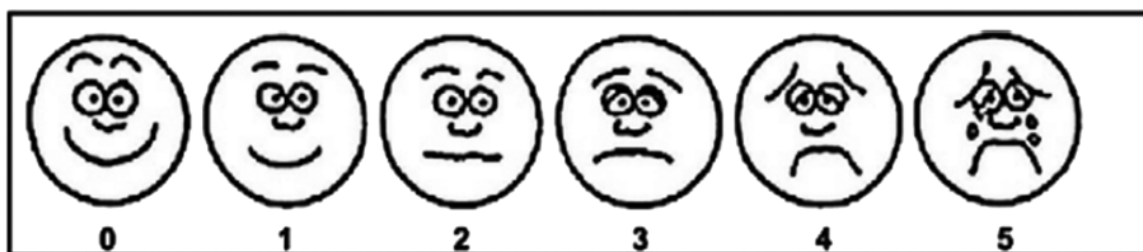
6. Aktywność ruchowa.

Wczesne uruchamianie i usprawnianie pacjenta ma duże znaczenie w profilaktyce powikłań związanych z unieruchomieniem i poprawia funkcjonowania układu oddechowego. Niezbędna jest regularna ocena ukierunkowana na ustalenie:

- gotowości pacjenta do wdrażania określonych zabiegów usprawniających, w tym ćwiczeń oddechowych (gotowość do współpracy);
- przeciwwskazań do wdrażania określonych elementów rehabilitacji ruchowej (niestabilny stan hemodynamiczny, brak tolerancji wysiłku fizycznego, cechy niedotlenienia, zakrzepowe zapalenie żył głębokich, hipotensja, wzrost ciśnienia wewnątrzczaszkowego, poważne zaburzenia elektrolitowe – K, Na).

7. Ocena komfortu pacjenta wymagającego wysokoprzepływowej tlenoterapii

Przyczynami zaburzenia komfortu pacjenta mogą być objawy związane ze stosowaniem HFNOT, takie jak: suchość w obrębie jamy ustnej, nosa, krtani, ból gardła, zaburzenia połykania, utrudniony wydech. Poczucie dyskomfortu jest objawem subiektywnym. Do oceny komfortu pacjenta wykorzystać można numeryczną/analogową skalę komfortu. W tym celu należy poprosić pacjenta o ocenę nasilenia dyskomfortu związanego z nieprzyjemnymi objawami w skali od 0 do 5, gdzie 0 to brak poczucia dyskomfortu, a 5 to dyskomfort nie do zniesienia.



Najczęstsze przyczyny dyskomfortu to:

- nietolerancja temperatury mieszanki oddechowej i/lub przepływu;
- hałas generowany przez urządzenie.

Temperatura podawanej mieszanki oddechowej może wpływać na poczucie komfortu pacjenta. Stwierdzono, że przy takich samych wartościach przepływu gazów w l/min niższa temperatura gazów była lepiej tolerowana. Stosowanie HFNOT zazwyczaj poprawia ogólny komfort pacjenta w porównaniu z konwencjonalną tlenoterapią, ponieważ zmniejsza duszność i suchość w jamie ustnej. Pacjenci mogą zgłaszać uczucie lekkiego dys-

komfortu przy wysokich przepływach gazów z powodu utrudnionego wydechu, co może powodować potrzebę otwarcia ust. Niektórzy autorzy donoszą, że większy przepływ gazów nie tylko nie obniżał poczucia komfortu, wręcz przeciwnie, w podgrupie pacjentów z cięższą hipokseją, wyższy przepływ poprawiał komfort pacjentów.

8. Pulsoksymetria

Pulsoksymetria (SpO_2) to nieinwazyjna metoda pomiaru wysycenia krwi tętniczej (hemoglobiny) tlenem (SaO_2). Na wiarygodność pomiaru saturacji krwi wpływ ma wiele czynników klinicznych i technicznych. Pomiar określa wysycenie krwi tętniczej tlenem (hemoglobiny) i rejestruje tętno włóśniczkowe. Czujnik umieszcza się na palcu lub płatkuszku usznym, nosie, paluchu. Rzetelność pomiaru SpO_2 zależy od obecności fali tętna w miejscu pomiaru, obecności prawidłowej hemoglobiny w krwince czerwonej (ilość hemoglobiny ma mniejsze znaczenie – do wartości 3 g % SpO_2 jest wiarygodne), wyboru właściwego miejsca pomiaru. Należy zwrócić uwagę na czynniki, które zaniżają wartość pomiaru, są to: bardzo ciemne zabarwienie skóry, zakłócenia optyczne, ostre światło skierowane na czujnik pulsoksymetru, lakier do paznokci, szczególnie kolor czarny, granatowy, zielony, sztuczne paznokcie, stany kliniczne przebiegające z niskim rzutem serca.

Pomiar SpO_2 i gazometria krwi żyłnej mają ograniczone znaczenie w ocenie utlenowania u pacjentów z niewydolnością oddechową, złotym standardem jest gazometria krwi tętniczej.

9. Gazometria

Gazometria to pomiar prężności gazów oddechowych (tlenu – PaO_2 i dwutlenku węgla – PaCO_2) we krwi tętniczej, kapilarnej arterializowanej lub żyłnej. Zaburzenia w zakresie prężności tych gazów we krwi wpływają na stan równowagi kwasowo-zasadowej ustroju. Zakres normy wyniku badania gazometrycznego krwi tętniczej to:

pH 7,35-7,45

PaCO_2 35-45 mm Hg

PaO_2 75-100 mm Hg

Saturacja SaO_2 : 95-98%

BE: +/- 2,3 mEq/l

HCO_3^- 21-27 mmol/l

Wynik gazometrii pozwala na rozpoznanie hiperkapnii ($\text{PaCO}_2 > 45$ mm Hg) i cech świadczących o jej metabolicznej kompensacji ($\text{HCO}_3^- > 27$ mmol/l).

Gazometria krwi żyłnej jest pomiarem mniej inwazyjnym, ale nie zapewnia dokładnego oszacowania PaCO_2 i PaO_2 , pozwala jedynie na określenie wartości pH, mleczanu, glukozy, hemoglobiny, sodu i potasu. Jednakże wartość ciśnienia parcjalnego dwutlenku węgla z krwi żyłnej (PaCO_2) < 40 mm Hg sugeruje, że hiperkapnia jest mało prawdopodobna, chociaż nie wykluczona.

Gazometria arterializowana (włóśniczkowa – pobrana z płatka ucha lub z opuszka palca) stanowi pomiar alternatywny, stosowany wtedy, gdy nie można uzyskać gazometrii krwi tętniczej. Pozwala ona uzyskać dokładne informacje o PaCO_2 i pH krwi, ale zaniża wartość PaO_2 . Niezbędne jest wówczas uzupełnienie danych o utlenowaniu z pomiaru pulsoksymetrii.

10. Czynniki ryzyka związane ze środowiskiem leczenia

Oceń należy:

1. Egzogenne czynniki ryzyka zakażeń dróg oddechowych.
2. Poziom hałasu generowanego przez aparat HFNOT.
3. Dostępność i kompletność zestawu do intubacji, worka samorozprężalnego i maski twarzowej, zestawu do tlenoterapii, sprawność ssaka i jego gotowość do pracy na stanowisku pacjenta.
4. Sprawność działania aparatu do HFNOT – zgodność nastawów temperatura/przepływ/ FiO_2 ze zleceniem lekarskim.

2. Rozpoznawanie problemów pielęgnacyjnych

2.1. Upośledzona wymiana gazowa – stan charakteryzujący się deficytem utlenowania i eliminacji dwutlenku węgla w obrębie błony pęcherzykowo-włóśniczkowej.

Objawy:

- nieprawidłowy wynik badania gazometrycznego;
- nieprawidłowy wzorzec oddychania (częstość, rytm, głębokość), tachypnoe;
- nieprawidłowe zabarwienie i wilgotność skóry (skóra biała, wilgotna, sinica);

- duszność, udział dodatkowych mięśni oddechowych w obrębie klatki piersiowej i szyi;
- wzmożona potliwość;
- niepokój, rozdrażnienie lub senność.

Zalecane cele SpO_2 przy stosowaniu HFNOT:

- 88%–92% to zalecany zakres docelowy (tj. podawać O_2 , gdy $SpO_2 < 88\%$) u pacjentów z przewlekłymi chorobami układu oddechowego, gdzie istnieje ryzyko hiperkapnii;
- 92%–96% jest zalecanym zakresem docelowym w innych sytuacjach klinicznych (podawać O_2 , gdy $SpO_2 < 92\%$).

Działania pielęgniarki:

1. Ocena stopnia ciężkości duszności z zastosowaniem skali Borga oraz ocena nasilenia duszności z wykorzystaniem Skali nasilenia duszności MRC (Medical Research Council).
2. Osluchiwanie płuc w celu oceny zalegania wydzieliny w drzewie tchawiczo-oskrzelowym co 1-2 godz. lub w razie potrzeby.
3. Obserwowanie w kierunku wystąpienia wczesnych objawów niedrożności dróg oddechowych (niepokój, lęk).
4. Ocena zdolności do wykonania głębokiego wdechu i kaszlu, ocena wydzieliny odkasływanej z dróg oddechowych. Ocenie podlegają takie cechy, jak: kolor, zapach, objętość, postać.
5. Zastosowanie zabiegów fizjoterapeutycznych ułatwiających ewakuację zalegającej wydzieliny: drenaż ułożeniowy – regularne zmiany ułożenia ciała w zależności od sytuacji klinicznej i zleceń lekarza, opukiwanie ścian klatki piersiowej każdorazowo przy zmianie ułożenia ciała.
6. Uruchamianie ruchowe pacjenta z uwzględnieniem aktualnego stanu klinicznego i tolerancji wysiłku (pozycja siedząca w łóżku, pozycja siedząca z opuszczonymi nogami).
7. Zachęcanie pacjenta do wykonywania okresowo głębokich wdechów i wydłużonego wydechu z próbą kaszlu.
8. Podawanie na zlecenie lekarza leków ułatwiających usuwanie wydzieliny zalegającej w drogach oddechowych. Jeżeli pacjent ma zleconych kilka leków o różnych mechanizmach działania, leki powinny być podawane w następującej kolejności:
 - leki rozszerzające oskrzela – cholinolityki, np. bromek ipratropium (Atrovent® roztwór do inhalacji) i β_2 -mimetyki, np. Ventolin, 0,5% Salbutamol;
 - leki mukolityczne – Acetylocysteina, Ambroksol (Mucosolvan roztwór do nebulizacji);
 - leki przeciwzapalne – np. budesonid (Pulmicort zawiesina do nebulizacji).

W przypadku pacjentów z przewlekłymi chorobami układu oddechowego, wymagającymi wysokoprzepływowej tlenoterapii, w razie potrzeby podania leku drogą wziewną preferowane jest użycie inhalatora z odmierzoną dawką leku z podażą leku wyzwalaną wdechem pacjenta lub z nebulizatora napędzanego powietrzem, należy utrzymać wysokoprzepływową tlenoterapię w trakcie inhalacji.

9. Monitorowanie skuteczności utlenowania:

- pulsoksymetria – pomiar ciągły;
 - badanie gazometryczne z próbki krwi tętniczej w sytuacji braku efektu terapeutycznego lub narastania cech niewydolności oddechowej;
 - ocena liczby oddechów i osłuchiwanie szmerów oddechowych co 1-2 godz.;
 - ocena w kierunku sinicy centralnej (jama ustna, język) w regularnych odstępach czasu.
10. Monitorowanie stabilności układu krążenia obejmuje czynność serca, zapis EKG na kardiomonitorze, ciśnienie tętnicze krwi (metoda nieinwazyjna) – pomiary w regularnych odstępach czasu.
 11. Ocena stanu psychicznego – obserwacja w kierunku wystąpienia pobudzenia psychoruchowego, lęku, bezsenności lub apatii i senności niezwiązanych z stosowaną farmakoterapią.

2.2. Ryzyko zaburzeń odżywiania i gospodarki wodno-elektrolitowej.

Przed wprowadzeniem leczenia żywieniowego u pacjenta z ostrą niewydolnością oddechową należy precyzyjnie określić stan jego odżywiania, zapotrzebowania na substancje odżywcze, a następnie monitorować przebieg żywienia. W grupie chorych z niewydolnością oddechową należy przede wszystkim starać się wdrożyć żywienie

dojelitowe, tak wcześnie, jak jest to możliwe. Jeśli po siedmiu dniach nie można zapewnić całkowitej podaży kalorycznej, należy włączyć suplementarne żywienie pozajelitowe. Chorzy z niewydolnością oddechową wymagają szczególnej uwagi pod kątem uzupełnienia niedoborów fosforu, potasu i magnezu, w niektórych przypadkach również składników odżywczych o działaniu antyoksydacyjnym, czyli witamin A i E oraz omega-3 – nienasyconych kwasów tłuszczowych.

Działania pielęgniarki:

1. Ocena podstawowych parametrów życiowych pacjenta – zaburzenia wodno-elektrolitowe mogą prowadzić do poważnych zmian parametrów życiowych, w tym do niedociśnienia ortostatycznego, bradykardii, tachykardii, zaburzeń oddychania oraz zmian zapisu EKG.
2. Ocena dobowego bilansu płynów, codzienny pomiar wagi ciała.
3. Ocena wzrostu obwodu brzucha i uczucia dyskomfortu w obrębie brzucha, pomiar ciśnienia śródbrzusznego w razie potrzeby.
4. Prowadzenie karmienia przez zgłębnik dożołądkowy (założony przez usta) – każdorazowo należy potwierdzić obecność zgłębnika w żołądku.
5. Podaż płynów drogą pozajelitową zgodnie ze zleceniem lekarskim.
6. Ocena tolerancji żywienia dojelitowego.

Kryteria rozpoznania dobrej tolerancji leczenia żywieniowego to brak zaburzeń metabolicznych (normoglikemia, normolipidemia, bez zaburzeń elektrolitowych).

Powikłania żywienia enteralnego mogą być:

- techniczne – związane z wprowadzeniem lub utrzymywaniem zgłębnika (odłезyny, perforacje, nieprawidłowe umieszczenie zgłębnika);
- metaboliczne – spowodowane nieodpowiednim doбором diety (hiperglikemia, hipertriglicerydemia);
- septyczne – związane z nieprzestrzeganiem zasad aseptyki (zakażenie diety).

2.3. Ryzyko uszkodzenia ciągłości błony śluzowej nosa, jamy ustnej i oczu związane ze stosowaną wysoko-przepływową techniką tlenoterapii.

Czynniki ryzyka:

- stosowanie wysokich przepływów mieszaniny oddechowej, co daje efekt wysuszający i może prowadzić do powierzchownego uszkodzenia błon śluzowych jamy ustnej, nosa i rogówki niespowodowanego infekcją;
- narażenie mechaniczne powodujące powierzchowne otarcia.

Działania pielęgniarki:

1. Przestrzeganie zasady odkażenia rąk środkami na podłożu alkoholu i używania rękawiczek przy wykonywaniu czynności pielęgnacyjnych w obrębie oczu, jamy ustnej i nosowej.
2. Regularna kontrola oczu 2-4 razy na dobę jasnym światłem za pomocą latarki medycznej w celu szybkiego wykrycia ewentualnych zmian zapalnych (zaczerwienienie, obrzęk lub zmętnienie lub uszkodzenie rogówki). Jeśli zmiany istnieją, należy poinformować lekarza (rozważyć konsultację okulistyczną).
3. Ocena ukierunkowana na identyfikację objawów tzw. „suchego oka”, czyli uczucia pieczenia, podrażnienia, dyskomfort przy mruganiu, niewyraźne widzenie.
4. Stosowanie substancji nawilżających oko, tzw. „sztuczne łzy” (krople, maści/żele), zgodnie z charakterystyką produktu leczniczego. Stosowanie maści nawilżających oko jest preferowane, ponieważ krople nie działają wystarczająco długo.
5. Stosowanie komórek nakrywkowych lub komórek wilgoci na oczy w celu zapobiegania uszkodzeniom rogówki z wysuszenia. Komory nakrywkowe wykazują wyższą skuteczność niż krople i maści nawilżające.
6. W przypadku gdy pacjent wymaga zastosowania kilku różnych kropli, nie należy aplikować ich w tym samym czasie, gdyż jedna kropla może wypłukać inną, zmniejszając w ten sposób jej skuteczność. Przerwy pomiędzy aplikowaniem różnych kropli powinny wynosić 5 minut lub co najmniej 1 minutę między każdym lekiem. Należy zawsze aplikować krople przed maścią.
7. W przypadku stwierdzenia cech infekcji oka (zaczerwienienie, ropna wydzielina) należy pobrać wymaz, oczy myć ciepłą wodą lub jałową solą fizjologiczną, aby usunąć wydzielinę ropną, używając oddzielnej gazy dla każdego oka i założyć maść z antybiotykiem zleconą przez lekarza (np. chloramfenikol). Przed następnym nałożeniem maści, oko powinno być oczyszczone z resztek wysuszonej maści i ocenione w kierunku zmniejszenia/nasilenia objawów infekcji.

8. Ocena i kompleksowa pielęgnacja jamy ustnej powinny się odbyć w ciągu 6 h od momentu przyjęcia pacjenta. Kompleksową pielęgnację jamy ustnej należy wykonywać co najmniej 2 razy na dobę, a pielęgnację z wykorzystaniem płukanki jamy ustnej należy wykonać 3-4 razy na dobę.
9. Przed wykonaniem pielęgnacji jamy ustnej należy wykonać odsłuzowanie jamy ustnej i oczyszczenie przewodów nosowych.
10. Niezbędny sprzęt do wykonania pielęgnacji jamy ustnej to: zestaw jednorazowy do toalety jamy ustnej dobrany w zależności od uzębienia pacjenta, w przypadku braku sprzętu specjalistycznego można się posłużyć miękką szczoteczką dla dzieci (z małą główką), ale należy ją traktować jak sprzęt jednorazowy, patyczki zaopatrzone w gąbkę do czyszczenia dziąseł, języka lub zębów, środek do dekontaminacji jamy ustnej, preparat do pielęgnacji czerwieni wargowej, np. pomadka pielęgnacyjna do ust, sterylna woda do płukania jamy ustnej, strzykawki, podkład jednorazowy, miękkie cewniki do odsysania.
11. Należy przestrzegać czasu działania preparatów stosowanych do dekontaminacji jamy ustnej oraz częstotliwości wykonywania kompleksowej pielęgnacji.
12. W przypadku występowania suchości jamy ustnej w okresie między toaletą jamy ustnej należy zastosować nawilżenie śluzówek preparatami zawierającymi np. glicerol, kwas hialuronowy, żel aloesowy, betainę, ksylitol, hydrolizat skrobi. Jeśli pacjent używa protez zębowych, w czasie odpoczynku nocnego protezy powinny być wyjęte z jamy ustnej. Protezy należy czyścić szczoteczką i zanurzać w płynie czyszczącym przynajmniej raz dziennie.
13. Należy udokumentować przeprowadzone działania.

2.4. Lęk

Lęk definiuje się jako niewyraźne, nieprzyjemne uczucie dyskomfortu lub zagrożenia, wyzwalane w wyniku odczuwania rzeczywistego lub wyobrażonego zagrożenia.

Lęk i strach zwiększają pracę oddychania i związane z tym zapotrzebowanie energetyczne. Nieskuteczna redukcja lęku i strachu prowadzą do zmęczenia mięśni oddechowych i wyczerpania fizycznego pacjenta.

Przyczyną wystąpienia lęku jest poczucie zagrożenia o własne życie wynikające z nasilonej duszności, przewidywania wystąpienia niepożądanych skutków i powikłań choroby, bólu, inwalidztwa oraz kontaktu ze skomplikowaną aparaturą i nieznanym środowiskiem.

Działania pielęgniarki:

1. Ocena nasilenia lęku i objawów współtowarzyszących wynikających ze zwiększonej aktywacji układu współczulnego objawiająca się podwyższeniem ciśnienia tętniczego krwi, tętna i zwiększonym zapotrzebowaniem na tlen.
2. Eliminacja lub redukcja poczucia lęku i strachu poprzez ustalenie przyczyny strachu i jej eliminacja, zapewnienie o stałej obserwacji pacjenta i dbałości o jego bezpieczeństwo, odwrócenie myśli pacjenta od poczucia strachu, koncentracja na innych czynnościach, nawiązanie kontaktu wzrokowego i nakłanianie do wspólnego, spokojnego oddychania, np. „patrz na mnie i oddychaj spokojnie tak jak ja”.
3. Budowanie zaufania do personelu i środowiska, budowanie poczucia bezpieczeństwa, „bycie przy pacjencie” w sytuacjach trudnych, pozostawienie przycisku alarmu w zasięgu ręki pacjenta. Pacjent, który czuje się bezpiecznie i ufa personelowi, może skoncentrować się na kontrolowaniu oddychania, a wsparcie personelu pomaga mu w zmniejszeniu lęku.
4. Wzmacnianie u pacjenta poczucia własnej wartości, pewności siebie i wiary w swoje możliwości. Informowanie o postępach, chwalenie, nakłanianie do przejmowania kontroli nad sytuacją, szczególnie kontrolowanie oddechu (rytm, głębokość, liczba).
5. Zapewnienie właściwego poziomu analgosedacji. Analgosedacja nie powinna upośledzać oddechu spontanicznego pacjenta, jednocześnie powinna zapewnić możliwość współpracy pacjenta i jego reakcję na bodźce, ułatwiać tolerancję terapii wysokoprzepływowej, zapewniać bezbolesność.
6. Ustalenie sposobów wezwania personelu w czasie pogorszenia stanu/poczucia zagrożenia.
7. Umożliwienie pacjentowi kontaktu i rozmowy z lekarzem/inym członkiem zespołu terapeutycznego oraz rodziną. Włączenie rodziny w proces terapii może mieć pozytywny wpływ na pacjenta.
8. Dokumentowanie działań pielęgniarki w indywidualnej dokumentacji pacjenta.

2.5. Ryzyko powikłań infekcyjnych

Każdy hospitalizowany pacjent jest potencjalnym źródłem zakażenia. Wykrywanie i powstrzymywanie przenoszenia drobnoustrojów chorobotwórczych jest kluczowym zadaniem w każdym szpitalu. Istotne jest oddzielenie źródła zakażenia od reszty szpitala i odcięcie drogi transmisji zakażenia poprzez izolację pacjentów, u których wyizolowano drobnoustrojów chorobotwórczy, poprzez stosowanie technik aseptycznych, które mają prowadzić do zapobiegania zakażeniom nabywanym w zakładach opieki zdrowotnej.

Szpitalne zapalenie płuc w OAiT każdorazowo poprzedzone jest kolonizacją jamy nosowo-gardłowej i żołądka florą bakteryjną specyficzną dla danego oddziału. Zakażenie ma najczęściej charakter bakteryjny, jednak pierwotne lub wtórne zaburzenia odporności mogą powodować pojawienie się drożdżaków *Candida sp.* oraz infekcji wirusowych wirusem *cytomegalii* lub *herpes*. Podstawowe działania profilaktyczne obejmują:

1. wykonywanie kompleksowej pielęgnacji jamy ustnej zgodnie z procedurą;
2. prowadzenie żywienia enteralnego w sposób zapobiegający zarzucaniu treści żołądkowej do dróg oddechowych (pozycja półwysoka, ocena tolerancji żywienia).

Ogólne zasady profilaktyki zakażeń szpitalnych obejmują:

1. higienę rąk;
2. stosowanie rękawic ochronnych – rękawice niejałowe zakładamy, gdy spodziewany jest kontakt z krwią, innymi płynami ustrojowymi, błonami śluzowymi oraz uszkodzoną skórą, jako ochrona pracownika przed zakażeniem powodowanym przez wirusy krwiopochodne, przed kontaktem z pacjentem poddanym izolacji kontaktowej, jako dodatkowa ochrona przed przeniesieniem drobnoustrojów niebezpiecznych z epidemiologicznego punktu widzenia;
3. stosowanie odzieży roboczej – zalecane jest stosowanie czystego ubrania roboczego zakładanego przed rozpoczęciem dnia pracy lub dyżuru. Stosowana odzież powinna mieć krótki rękaw;
4. w przypadku podejrzenia lub identyfikacji u pacjenta wieloopornych drobnoustrojów chorobotwórczych wskazane jest wdrożenie zasad izolacji. Rodzaj wdrożonej izolacji zależy od rodzaju zakażenia/kolonizacji.

Aktualne wytyczne ERS sugerują, aby HFNOT stosować u chorych z COVID-19 i hipoksemią utrzymującą się pomimo stosowania konwencjonalnej tlenoterapii biernej oraz aby w tej grupie pacjentów preferować stosowanie HFNOT w stosunku do nieinwazyjnej wentylacji mechanicznej. Podczas HFNOT powstaje aerozol, co się wiąże z ryzykiem transmisji wirusa, dlatego w takim przypadku personel medyczny musi mieć założone odpowiednie środki ochrony indywidualnej, a chory powinien – jeśli to możliwe – przebywać w pomieszczeniu z podciśnieniem. Niektórzy eksperci zalecają również, by u chorych z COVID-19 rozpoczynać HFNOT od stosunkowo małych przepływów (15–30 l/min) w celu minimalizacji wytwarzania aerozolu.

Stany nagłe wymagające pilnej interwencji medycznej

Należy pilnie wezwać lekarza/zespół wczesnego reagowania i zgłosić konieczność rozważenia zamiany HFNC na wentylację mechaniczną, jeśli wystąpią:

- niestabilność hemodynamiczna;
- objawy niewydolności oddechowej ze wzmożonym wysiłkiem oddechowym (udział dodatkowych mięśni oddechowych), hipoksemia utrzymująca się pomimo zastosowanej tlenoterapii, zaburzenia świadomości, utrzymująca się częstotliwość oddechu > 40 oddechów na minutę, znacząca ilość plwociny.

Niestabilność hemodynamiczna

Do objawów niestabilności hemodynamicznej (inaczej: objawów niepokojących) zalicza się:

1. wstrząs – hipotensja i objawy pobudzenia układu współczulnego (np. biała skóra, pocenie się);
2. niedokrwienie mięśnia sercowego;
3. splątanie, omdlenia (objaw niedokrwienia mózgu);
4. ciężką niewydolność serca – objawy zastojów w krążeniu płucnym – obrzęk płuc w przypadku niewydolności serca lewokomorowej lub zwiększenie ciśnienia w żyłach szyjnych w przypadku niewydolności serca prawokomorowej.

W przypadku wystąpienia u pacjenta objawów niestabilności hemodynamicznej należy natychmiast podjąć działania wstępne:

1. ocenić stan pacjenta wg schematu ABCDE (drożność dróg oddechowych, oddech, czynność serca, ocena wydolności układu nerwowego, ocena całego ciała);

2. wezwać pomoc;
3. zabezpieczyć drożność dróg oddechowych i wentylację;
4. monitorować zapis EKG na kardiomonitorze, ciśnienie tętnicze krwi, poziom utlenowania (saturacja);
5. uzyskać dostęp do żyły obwodowej;
6. wykonać 12-odprowadzeniowe EKG;
7. rozpoznać i leczyć odwracalne przyczyny, np. zaburzenia elektrolitowe, zaburzenia rytmu.

Zalecane jest regularna ocena pacjenta za pomocą skal wczesnych objawów ostrzegawczych, np. National Early Warning Score 2 – NEWS2, w celu rozpoznania nieskuteczności zastosowanej terapii odpowiednio wcześniej i wdrożenia odpowiednich interwencji medycznych w odpowiednim czasie.

3. Fizjoterapia

Wczesna mobilizacja pomaga pacjentom w bardziej pozytywnym postrzeganiu swojej sytuacji. Celem stosowania wybranych elementów kinezyterapii i zabiegów fizjoterapeutycznych jest ułatwienie ewakuacji zalegającej wydzieliny. Zabiegi te obejmują:

1. uruchamianie ruchowe pacjenta z uwzględnieniem aktualnego stanu klinicznego i tolerancji wysiłku (pozycja siedząca w łóżku, pozycja siedząca z opuszczonymi nogami);
2. zachęcanie pacjenta do wykonywania głębokich wdechów, wstrzymywania oddechu na kilka sekund i odkasływania wydzieliny przy otwartych ustach, z jednoczesnym napięciem mięśni brzucha;
3. oklepywanie/opukiwanie poszczególnych segmentów płuc przez minimum 3 min, w czasie wykonywania wdechów i wydechów, w połączeniu z zachęcaniem pacjenta do głębokiego oddychania. Podczas opukiwania nie należy opukiwać okolicy kręgosłupa, mostka, wątroby, nerek i piersi u kobiet. Opukiwanie stosuje się przy braku przeciwwskazań do tego zabiegu;
4. stosowanie ćwiczeń wibracyjnych w obrębie klatki piersiowej przy braku przeciwwskazań. Podczas ćwiczeń wibracyjnych należy poprosić pacjenta o wykonywanie głębokich wdechów i wydłużonych wydechów. W czasie wydechu ścianę klatki piersiowej wprowadza się za pomocą dłoni w delikatne drżenie. Wibracje należy stosować na każdą okolicę klatki piersiowej. Wibracje stosuje się przy braku przeciwwskazań do tego zabiegu.

4. Edukacja pacjenta i/lub jego rodziny

Obszary edukacji dotyczą:

1. technik usprawniania układu oddechowego (ćwiczenia oddechowe i kontrolowany kaszel, aktywność ruchowa i znaczenie uruchamiania);
2. znaczenia prawidłowego nawodnienia i odżywiania pacjenta;
3. rozpoznawania objawów nietolerancji wysiłku fizycznego i objawów pogorszenia wydolności oddechowej;
4. postępowania i współpracy z personelem w związku ze stosowaną wysokoprzepływową tlenoterapią.

**WYKAZ ŚWIADCZEŃ ZDROWOTNYCH, DO KTÓRYCH JEST UPRAWNIONA
PIEŁĘGNIARKA PO UKOŃCZENIU KURSU SPECJALISTYCZNEGO OPIEKA
NAD PACJENTEM WYMAGAJĄCYM WYSOKOPRZEPŁYWOWEJ TERAPII TLENEM:**

1. Przygotowanie urządzenia do wysokoprzepływowej terapii tlenem i odpowiedni dobór elementów sprzętowych, tj. przyłącza, kaniuli donosowej oraz elementów mocowania z uwzględnieniem wieku pacjenta.
2. Prowadzenie wysokoprzepływowej terapii tlenem u pacjenta z niewydolnością oddechową z dostosowaniem do jego stanu klinicznego.
3. Monitorowanie pacjenta z wysokoprzepływową tlenoterapią tlenem w zakresie przepływów tlenu, nawilżania i temperatury obwodu oddechowego i stężenia tlenu, współpracując ściśle z pacjentem oraz lekarzem prowadzącym.
4. Ocena stanu pacjenta i interpretacja monitorowanych parametrów oraz analiza wyników gazometrycznych krwi.

WYKAZ LITERATURY OBOWIĄZUJĄCEJ DO ZALICZENIA KURSU SPECJALISTYCZNEGO OPIEKA NAD PACJENTEM WYMAGAJĄCYM WYSOKOPRZEPŁYWOWEJ TERAPII TLENEM:

Literatura podstawowa:

1. Szczeklik A., Gajewski P.: Interna Szczeklika 2022. Medycyna Praktyczna 2022.
2. Polok K., Szczeklik W.: Praktyka kliniczna – intensywna terapia. Wysokoprzepływowa tlenoterapia donosowa – praktyczny przewodnik. Medycyna Praktyczna 2020; 5: s. 110–115.

Literatura uzupełniająca:

1. Oczkowski S., Ergon B., Bos L. i wsp.: ERS Clinical Practice Guidelines: High-flow nasal cannula in acute respiratory failure. Eur. Respir. J. 2021. <https://doi.org/10.1183/13993003.01574-2021>. Opracowanie wytycznych w języku polskim lek. Michał Długaszek. Wysokoprzepływowa tlenoterapia donosowa w ostrej niewydolności oddechowej <https://www.mp.pl/oit/wytyczne/291072,wysokoprzeplywowa-tlenoterapia-donosowa-w-ostrej-niewydolnosci-oddechowej#komentarze>
2. Dyk D., Gutysz-Wojnicka A.: Pielęgniarstwo anestezjologiczne i intensywnej opieki. Wydawnictwo Lekarskie PZWL 2018.

Akty prawne (odzwierciedlające aktualny stan prawny):

1. Ustawa z dnia 15 lipca 2011 r. o zawodach pielęgniarki i położnej.