



# PODRĘCZNIK SZKOLENIOWY DLA UCZESTNIKÓW/UCZESTNICZEK KURSU SPECJALISTYCZNEGO PIELĘGNOWANIE PACJENTA DOROSŁEGO WENTYLOWANEGO MECHANICZNIE 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  
PIELĘGNOWANIE PACJENTA DOROSŁEGO  
WENTYLOWANEGO MECHANICZNIE  
  
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 978-83-67664-01-1

## AUTOR MATERIAŁÓW DYDAKTYCZNYCH

### **mgr Ewa Piskała**

specjalista w dziedzinie pielęgniarstwa anestezjologicznego i intensywnej opieki, specjalista w dziedzinie pielęgniarstwa zachowawczego, Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Samodzielny Publiczny Wojewódzki Szpital Specjalistyczny w Chełmie, Zespół Długoterminowej opieki domowej dla dorosłych, dzieci i młodzieży wentylowanych mechanicznie

## RECENZENT MATERIAŁÓW DYDAKTYCZNYCH

### **dr n. med. Agata Zajęc**

specjalista w dziedzinie Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Samodzielny Publiczny Wojewódzki Szpital Specjalistyczny w Chełmie



## SPIS TREŚCI

Cel kursu specjalistycznego Pielęgowanie pacjenta dorosłego wentylowanego mechanicznie	4
Plan nauczania	4
Moduł I. Fizjologia układu oddechowego. Patofizjologia zaburzeń oddechowych	5
Moduł II. Podstawy kliniczne niewydolności oddechowej	15
Moduł III. Wentylacja mechaniczna	23
Moduł IV. Farmakoterapia niewydolności oddechowej	47
Moduł V. Pielęgowanie pacjenta wentylowanego mechanicznie	56
Wykaz świadczeń, do których jest uprawniona pielęgniarka po ukńczeniu kursu specjalistycznego Pielęgowanie pacjenta dorosłego wentylowanego mechanicznie	76
Literatura	77

# CEL KURSU SPECJALISTYCZNEGO PIELEGNOWANIE PACJENTA DOROSŁEGO WENTYLOWANEGO MECHANICZNIE

Przygotowanie pielęgniarki do samodzielnego udzielania świadczeń zdrowotnych w zakresie pielęgnowania pacjenta dorosłego wentylowanego mechanicznie w warunkach stacjonarnej opieki zdrowotnej i w warunkach domowych.

## PLAN NAUCZANIA

Lp.	Nazwa modułu	Liczba godzin teorii	Miejsce realizacji stażu	Liczba godzin stażu	Łączna liczba godzin kontaktowych
I	Fizjologia układu oddechowego. Patofizjologia zaburzeń oddechowych	10			10
II	Podstawy kliniczne niewydolności oddechowej	10			10
III	Wentylacja mechaniczna	15			15
IV	Farmakoterapia niewydolności oddechowej	5			5
V	Pielęgnowanie pacjenta wentylowanego mechanicznie	16	Oddział anestezjologii i intensywnej terapii	28	
			Oddział chorób płuc Poradnia domowego leczenia tlenem	21	
<b>Łącznie</b>		<b>56</b>		<b>49</b>	<b>105*</b>

\* 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 10 godzin, może być wykorzystane na samokształcenie.

# MODUŁ I

## FIZJOLOGIA UKŁADU ODDECHOWEGO.

## PATOFIZJOLOGIA ZABURZEŃ ODDECHOWYCH

### Cel modułu

Zapoznanie uczestnika kursu z fizjologią układu oddechowego i patofizjologią zaburzeń oddechowych w kontekście stosowania wentylacji mechanicznej.

### 1. Fizjologia i zaburzenia oddychania

#### Regulacja oddychania

**Regulacja oddychania** – jej zadaniem jest dopasowanie wentylacji do zapotrzebowania metabolicznego (utrzymanie na stałym poziomie  $\text{PaO}_2$ ,  $\text{PaCO}_2$ , pH).

**Ośrodek oddechowy** zlokalizowany jest w rdzeniu przedłużonym, dzieli się na neurony wdechowe i wydechowe. Obie grupy nerwowe są naprzemiennie aktywowane.

Do ośrodka oddechowego docierają impulsy z: kory mózgowej, receptorów rozciągania (mechanoreceptorów) płuc i ściany klatki piersiowej, chemoreceptorów (obwodowych i centralnych) receptorów rozciągania mięśni oddechowych.

**Inne czynniki wpływające na regulację oddychania:**

- receptory rozciągania (proprioceptory) w mięśniach i ścięgnach,
- baroreceptory,
- temperatura ciała,
- hormony.

#### Regulacja przez chemoreceptory

**Obwodowe** (tętnicze) receptory znajdują się w łuku aorty i w miejscu podziału tętnicy szyjnej wspólnej.

Obwodowe chemoreceptory są stymulowane przez:

- spadek  $\text{PaO}_2$  (hipoksyczna stymulacja oddychania),
- wzrost  $\text{PaCO}_2$  (hiperkapniczna stymulacja oddychania),
- spadek pH.

Centralne chemoreceptory zlokalizowane są w rdzeniu przedłużonym na dnie IV komory.

Centralne receptory stymulowane są przez:

- wzrost  $\text{PaCO}_2$  (hiperkapniczna stymulacja oddychania),
- spadek pH.

#### $\text{PaCO}_2$ jest najważniejszym czynnikiem regulacji oddychania

Pacjenci z przewlekłą obturacyjną chorobą płuc (POChP) mają zmniejszoną wrażliwość na  $\text{PaCO}_2$  z powodu przewlekłej hiperkapni. U pacjentów z POChP występuje hipoksyczna stymulacja oddychania. Spadek  $\text{pO}_2$  stymuluje oddech. Wysokie stężenie wdechowe tlenu może prowadzić do hipowentylacji, retencji  $\text{CO}_2$  i śpiączki hiperkapnicznej.

**Receptory rozciągania (proprioceptory)** w płucach i ścianie klatki piersiowej wraz ze zwiększeniem objętości płuc na drodze odruchowej ograniczają wdech (odruch Heringa-Breuera) oraz nadmierne rozciąganie pęcherzyków.

**Baroreceptory** biorą udział w regulacji krążenia i oddychania, spadek ciśnienia krwi wywołuje hiperwentylację, wzrost ciśnienia ogranicza napęd oddechowy.

Ból, stres, strach prowadzą do hiperwentylacji.

Hipertermia stymuluje oddychanie.

**Hormony** takie, jak adrenalina, tyroksyna, progesteron prowadzą do stymulacji ośrodka oddechowego.

### Fizjologiczne parametry oddechowe u dorosłych:

• częstość oddechów (f)	12–20/min
• objętość oddechowa (TV)	7–8ml/kg
• opór (R)	1-3 cmH <sub>2</sub> O/l/s
• podatność (C)	70-100 ml/cmH <sub>2</sub> O
• anatomiczna przestrzeń martwa (VD)	2ml/kg
• płucny przeciek prawo-lewy (Qs/Qt)	3–5%
• pęcherzykowo-tętnicza różnica	10–20 mmHg, FiO <sub>2</sub> 0,21
• ciśnienie parcjalnych tlenu (AaDO <sub>2</sub> )	25–65 mmHg, FiO <sub>2</sub> 1,0
• pojemność życiowa (VC)	4,5–5l
• czynnościowa pojemność zalegająca (FRC)	2,5-3l
• natężona pierwszosekundowa pojemność wydechowa (FEV1) >=75%VC	
• dostarczanie tlenu (DO2I)	550–650 ml/min/m <sup>2</sup>
• zużycie tlenu (VO2I)	120–160 ml/min/m <sup>2</sup>

### Mechanika oddychania

**Mechanika oddychania** opisuje zależność pomiędzy ciśnieniem, objętością i przepływem (prędkość przepływu gazów oddechowych) w czasie cyklu oddechowego.

**Wentylacja płuc** to naprzemienne wykonywanie wdechów i wydechów powodujących przemieszczanie się gazów oddechowych pomiędzy pęcherzykami płucnymi a atmosferą.

**Siła napędowa wentylacji** to różnica ciśnień pomiędzy pęcherzykami płucnymi i atmosferą podczas wdechu i wydechu.

Podczas wdechu ciśnienie w pęcherzykach płucnych (ciśnienie wewnątrzpłucne) pozostaje niższe od ciśnienia atmosferycznego.

Podczas wydechu ciśnienie w pęcherzykach płucnych (ciśnienie wewnątrzpłucne) pozostaje wyższe od ciśnienia atmosferycznego.

Wzrost objętości klatki piersiowej podczas wdechu prowadzi w następstwie do spadku ciśnienia wewnątrz klatki piersiowej.

Zmniejszenie objętości klatki piersiowej podczas wydechu lub spowodowane uniesieniem przepony prowadzi do wzrostu ciśnienia wewnątrz klatki piersiowej.

**Przepona** stanowi najważniejszy mięsień wdechowy i jest unerwiona przez nerw przeponowy (C3 i C4). Podczas spokojnego oddychania 2/3 zmiany objętości klatki piersiowej związane jest ze skurczem przepony. Pozostałą część wykonują mięśnie międzyżebrowe zewnętrzne unoszące żebra.

Podczas wdechu mięśnie pokonują:

- opory elastyczne (siły retrakcji) płuc i ściany klatki piersiowej,
- opory przepływu wewnątrz dróg oddechowych,
- opory tarcia wywołane ruchami tkanki płucnej i ściany klatki piersiowej.

### Ciśnienie śródopłucnowe

Pomiędzy dwoma blaszkami opłucnej (trzewną i ścienną) jest warstwa płynu uniemożliwiająca oddzielenie się od siebie blaszek opłucnej (płuca podążają za ruchami klatki piersiowej). Ciśnienie pomiędzy blaszkami opłucnej to ciśnienie śródopłucnowe. Podczas spokojnego oddychania jest niższe od ciśnienia atmosferycznego i waha się od -4 do -8 cm H<sub>2</sub>O. W miarę zwiększania siły wdechu różnica ciśnień wzrasta, a **ciśnienie śródopłucnowe** może osiągnąć -40 cmH<sub>2</sub>O. Podczas nasilonego wydechu może ono przyjmować wartości dodatnie, dochodząc do +40 cmH<sub>2</sub>O. Ciśnienie śródopłucnowe u szczytu płuc wynosi 10 cmH<sub>2</sub>O, zaś u podstawy wynosi 2,5 cmH<sub>2</sub>O.

Pęcherzyki w obszarach przypodstawnych są bardziej uciśnięte, gdyż ciśnienie przezścienne (różnica śródopłucnowego i pęcherzykowego) jest mniejsze niż u szczytu.

**Odma opłucnowa** – powietrze dostaje się do jamy opłucnowej, rozdziela blaszki, płuco nie porusza się zgodnie z ruchami klatki piersiowej, lecz zapada się pod wpływem działania własnych sił sprężystych.

## Oddychanie spontaniczne a sztuczna wentylacja

**Oddychanie spontaniczne** to wdech inicjowany przez wzrost objętości klatki piersiowej.

Podczas wdechu ciśnienie śródopłucnowe przyjmuje wartości ujemne, co wspomaga powrót krwi żyłnej do serca.

**Sztuczna wentylacja** to generowanie dodatniego ciśnienia w drogach oddechowych.

Podczas wdechu ciśnienie śródopłucnowe przyjmuje wartości dodatnie, co upośledza powrót krwi żyłnej do serca.

**Wydech jest bierny zarówno w oddychaniu spontanicznym, jak i sztucznym** (siły retrakcji płuc i ścian klatki piersiowej).

W odróżnieniu od oddychania spontanicznego, podczas sztucznej wentylacji wartość ciśnienia wewnątrz klatki piersiowej jest podwyższona w trakcie całego cyklu oddechowego. Powstają нефizjologiczne stosunki ciśnień.

**Ciśnienie przezścienne płuc** to przezścienna różnica ciśnień pomiędzy ciśnieniem pęcherzykowym i śródopłucnowym. Określa ono objętość napełnienia i w rezultacie rozprężenie pęcherzyków płucnych.

Ujemne ciśnienie przezścienne płuc prowadzi do zapadania się pęcherzyków (**niedodma**).

**Oddychanie spontaniczne i wentylacja mechaniczna powodują:**

- podczas wdechu – wzrost ciśnienia przezściennego płuc,
- podczas wydechu – obniżenie ciśnienia przezściennego płuc.

Wzrost ciśnienia w klatce piersiowej (ciśnienie śródopłucnowe) w następstwie podwyższonego ciśnienia wewnątrzbrzusznego (otyłość, niedrożność jelit, wodobrzusze) prowadzi do spadku ciśnienia przezściennego płuc.

Ujemne ciśnienie przezścienne płuc prowadzi do powstania niedodmy w okolicy grzbietowo-przypodstawnej.

## Opór dróg oddechowych

**Opór dróg oddechowych** to różnica ciśnień pomiędzy otoczeniem (atmosferą) i pęcherzykami płucnymi przypadająca na jednostkę objętości gazu przepływającą w jednostce czasu (prędkość przepływu). Jego norma to **1–3 cmH<sub>2</sub>O/l/s**. Opór dróg oddechowych rośnie u osób zaintubowanych. W chorobach obturacyjnych (**POCHP, astma oskrzelowa**) może wzrosnąć 10-krotnie.

**Przyczyny wzrostu oporu dróg oddechowych:**

- nadmierna ilość wydzieliny,
- rurka dotchawicza,
- obrzęk błony śluzowej (astma, zapalenie oskrzeli, obrzęk płuc),
- skurcz oskrzeli,
- rozedma płuc (dynamiczny ucisk dróg oddechowych),
- ciało obce.

## Podatność – miara rozszerzalności płuc

**Podatność (C – compliance)** to zmiana objętości płuc przypadająca na jednostkę zmiany ciśnienia pęcherzykowego. Zależy od struktury płucnych włókien elastycznych (maleje w zwłóknieniu), wewnątrzpłucnej zawartości wody (maleje w obrzęku płuc), aktywności surfaktantu. Zmniejszona podatność płuc i klatki piersiowej jest cechą charakterystyczną restrykcyjnych schorzeń płuc. Podatność rośnie w rozedmie (utrata tkanki mięszkowej).

**Przyczyny obniżenia:**

- uszkodzenie mięszu płucnego (ARDS, zapalenie płuc, obrzęk płuc, zwłóknienie),
- zaburzenia czynności surfaktantu (ARDS, pęcherzykowy obrzęk płuc, niedodma, aspiracja),
- spadek objętości płuc (odma opłucnowa, uniesienie przepony).

## Praca oddychania

**Praca oddychania (WOB – work of breathing)** to iloczyn ciśnienia i objętości.

Podczas oddychania spontanicznego pracę spontaniczną dzielimy na:

- pracę sprężystą (na pokonanie podatności, ciśnienia wywołanego przez siły retrakcji –75% pracy) ,
- pracę niesprężystą (pokonanie sił tarcia, czyli oporu przepływu gazów stawianego przez drogi oddechowe



– 25% pracy).

Im bardziej „sztywne” płuca i im węższe są drogi oddechowe tym większa jest praca.

Choroby restrykcyjne (zapalenie płuc) zwiększają pracę sprężystą.

Choroby obturacyjne (astma oskrzelowa, POChP) zwiększają pracę niesprężystą.

### **Przestrzeń martwa**

**Przestrzeń martwa** to część dróg oddechowych, która nie bierze udziału w wymianie gazowej.

**Anatomiczna przestrzeń martwa to:**

- jama nosowo-gardłowa,
- tchawica,
- oskrzela,
- oskrzeliki.

**Pęcherzykowa przestrzeń martwa to:**

- nieperfundowane pęcherzyki płucne.

**Czynnościowa przestrzeń martwa = anatomiczna + pęcherzykowa**

**Wskaźnik przestrzeni martwej (VD/VT)** to stosunek objętości przestrzeni martwej do objętości oddechowej (norma 0,3, jeśli >0,5 - retencja dwutlenku węgla, 0,7–0,8 – konieczne wspomaganie oddychania).

Wentylacja minutowa przestrzeni martwej to iloczyn objętości przestrzeni martwej i częstości oddechów  $VD \cdot f$ .

Spadek objętości oddechowej i wzrost częstości oddechów przy niezmienionej wentylacji minutowej powoduje zwiększenie wentylacji przestrzeni martwej i spadek wentylacji pęcherzykowej.

**Przyczyny zwiększenia wentylacji przestrzeni martwej.**

Zwiększenie **anatomicznej** przestrzeni martwej:

- wentylacja przez maskę,
- sztuczny nos do nawilżania i ogrzewania gazów.

Zwiększenie **pęcherzykowej** przestrzeni martwej:

- zespół hipoperfuzji – wstrząs,
- zatorowość płucna,
- ucisk na naczynia włosnaczkowe w czasie wentylacji mechanicznej związany z końcowo-wdechowym rozciągnięciem pęcherzyków.

### **Wymiana gazowa**

Wymiana gazowa zależy od:

- **wentylacji, czyli** (przemieszczania powietrza pomiędzy pęcherzykami płucnymi a atmosferą). Przyczyny zaburzeń: obturacyjne (astma oskrzelowa), restrykcyjne, mieszane, centralne,
- **dyfuzji, czyli** (przemieszczania się tlenu z pęcherzyków płucnych do krwi oraz dwutlenku węgla z krwi do pęcherzyków). Przyczyny zaburzeń: retencja płynu w przestrzeni śródmiąższowej płuc i pęcherzykach płucnych w obrzęku i zapaleniu płuc, zmniejszenie powierzchni wymiany gazowej w niedodmie lub odmie opłucnowej i przestrzeni włosnaczkowej w rozedmie lub zwłóknieniu płuc,
- **perfuzji, czyli** (przemieszczania się tlenu z krwi do tkanek). Przyczyny zaburzeń: zatorowość płucna (zakrzep, zator powietrzny, zator tłuszczowy), zaburzenia mikrokrażenia płucnego – powstawanie depozytów płytek, agregatów granulocytów, złogów fibryny w przebiegu sepsy, OZT, zapalenia otrzewnej, spadek rzutu serca (niewydolność serca, wstrząs).

### **Wykrywanie zaburzeń wymiany gazowej**

**Częściowa niewydolność oddechowa:**

- $PaO_2 < 65-70$  mmHg
- $PaCO_2 35-45$  mmHg lub  $< 35$  mmHg

#### Całkowita niewydolność oddechowa:

- $PaO_2 < 65-70$  mmHg
- $PaCO_2 > 45$  mmHg

**Pęcherzykowo-tętnicza różnica ciśnień parcjalnych tlenu** służy do oceny transportu przezściennego gazów i jest miarą stopnia ciężkości zaburzeń wymiany gazowej.

$$AaDO_2 = PAO_2 - PaO_2$$

**AaDO<sub>2</sub>** Różnica między ciśnieniem parcjalnemu tlenu w gazie pęcherzykowym i we krwi tętniczej.

- $FiO_2 = 0,21$  –  $AaDO_2 = 10-20$  mmHg (zależnie od wieku)
- $FiO_2 = 1,0$  –  $AaDO_2 = 25-70$  mmHg

#### Przyczyny podwyższenia pęcherzykowo-tętnicznej różnicy ciśnień parcjalnych tlenu:

- zaburzenia dyfuzji przez błonę pęcherzykowo – włosniczkową,
- wzrost prawo-lewego przecieku (niedodma, zapalenie płuc, obrzęk płuc, zwłóknienie),
- przeciek wewnątrzsercowy,
- wysokie  $FiO_2$  (prowadzi do niedodmy resorpcyjnej).

#### Wskaźnik Oksygenacji - Horowitza

- $OI = PaO_2 / FiO_2$
- $PaO_2$  = tętnicze ciśnienie parcjalne tlenu w mmHg
- $FiO_2$  = wdechowe stężenie tlenu

*$PaO_2 / FiO_2$ : wartość prawidłowa >450,*

*Patologia <350*

*ARDS <200*

#### Stosunek wentylacji do perfuzji (V/Q)

- Wentylacja pęcherzykowa – 4–5l/min Rzut serca 5l/min
- **Stosunek wentylacji do perfuzji w przybliżeniu 0,8 (optymalnie)**
- Odchylenie w kierunku 0 świadczy o przecieku płucnym (niedodma)
- Odchylenie w kierunku nieskończoności świadczy o wentylacji przestrzeni martwej (zatorowość płucna).

Siły grawitacji mają wpływ na wentylację i perfuzję.

Zarówno wentylacja jak i perfuzja są najniższe w szczytach płuc.

Występuje wzrost ciśnienia śródopłucnowego (średnio – 4–6 cmH<sub>2</sub>O) o 0,25 cmH<sub>2</sub>O na każdy cm od szczytu do podstawy.

#### Perfuzja płuc

**Płucne ciśnienie perfuzyjne = średnie ciśnienie w tętnicy płucnej – ciśnienie w lewym przedsionku serca.**

Wartość prawidłowa: **10 mmHg**

**Perfuzja płuc** zależy od czynnościowej pojemności zalegającej – FRC (opór naczyń płucnych jest najniższy przy prawidłowym FRC).

Zwiększenie FRC (rozedma, ucisk kapilar) i zmniejszenie FRC (niedodma, hipowentylacja i hipoksyczny skurcz naczyń płucnych) prowadzą do wzrostu oporu płucnego.

Hipoksja pęcherzykowa, hiperkapnia, kwasica prowadzą do obkurczenia naczyń płucnych.

Hipokapnia prowadzi do rozszerzenia naczyń płucnych.

Jeśli zniesione jest hipoksyczne obkurczenie naczyń (nitrogliceryna, wziewne środki znieczulające, opioidy, hipo i hiperkapnia) rośnie przeciek krwi prawo-lewy i spada oksygenacja.

## **Płucny prawo-lewy przeciek krwi**

**Przeciek płucny** (shunt) to stosunek tej części rzutu serca, która przepływając przez płuca, nie bierze udziału w wymianie gazowej ( $Q_s$ ), do całkowitego rzutu serca ( $Q_t$ ). **Norma 3–5%**.

Jeśli pęcherzyk płucny jest prawidłowo perfundowany, lecz niewentylowany, przepływająca przezeń krew nie ulega utlenowaniu.

### **Perfuzja bez wentylacji = wzrost $Q_s/Q_t$**

Narastanie płucnego prawo-lewego przecieku krwi towarzyszy niemalże liniowy spadek  $PaO_2$ , natomiast  $PaCO_2$  narasta dopiero, gdy  $Q_s/Q_t$  przekracza 50%.

Zwiększony prawo-lewy przeciek krwi należy do najczęstszych przyczyn hipoksemii tętnicznej w intensywnej terapii.

Przy przecieku płucnym przekraczającym 35% rzutu serca zwiększenie  $FiO_2$  nie powoduje wzrostu  $PaO_2$ .

Krążenie hiperkinetyczne (sepsa, podwyższony rzut minutowy i obniżony opór systemowy) zwiększa przeciek.

Zadaniem nowoczesnej terapii oddechowej jest upowietrzenie – rekrutacja niedostatecznie lub wcale niewentylowanych obszarów płuc poprzez zastosowanie dodatniego ciśnienia końcowo-wydechowego w drogach oddechowych.

### **Przyczyny prawo-lewego przecieku płucnego:**

– przeciek czynnościowy (norma-2% rzutu serca):

- niedodma,
- odma opłucnowa,
- krwiak opłucnej,
- wysięk opłucnowy,
- obrzęk płuc,
- zapalenie płuc,
- ARDS,
- wazodilatatory systemowe,
- wentylacja ze zbyt wysokim ciśnieniem szczytowym

– przeciek anatomiczny (norma-2% rzutu serca):

- żyły oskrzelowe,
- żyły opłucnowe,
- żyły Tebejusza,
- przecieki tętniczo-żylne m.in. wewnątrzsercowe.

## **Statyczne objętości płuc**

**Objętość oddechowa (VT - tidal volume)** to objętość dostająca się do płuc podczas wdechu i usuwana na zewnątrz podczas wydechu w trakcie spokojnego oddychania. Dla dorosłego wynosi 0,5-0,6l (lub 7–8 ml/kg).

**Zapasowa objętość wdechowa (IRV - inspiratory reserve volume)** to dodatkowa objętość, którą można wprowadzić do płuc po normalnym wdechu, czyli różnica objętości między maksymalnym a spokojnym wdechem.

Wynosi 2,5-3,1 l – około 2/3 VC.

**Zapasowa objętość wydechowa (ERV – expiratory reserve volume)** to dodatkowa objętość, którą można usunąć z płuc po normalnym wydechu, czyli różnica objętości między maksymalnym a spokojnym wydechem.

Wynosi 1–1,5 l – około 1/3 VC.

**Objętość zalegająca (RV – residual volume)** to objętość pozostająca w płucach po wykonaniu maksymalnego wydechu.

Wynosi 1,5–2,0 l.

**Czynnościowa pojemność zalegająca (FRC – functional residua capacity)** to objętość pozostająca w płucach po wykonaniu spokojnego wydechu.

Wynosi 2,5–3,0 l – około 40% TLC.

$$FRC = RV + ERV$$



FRC jest miarą powierzchni wymiany gazowej.

Obturacyjne choroby płuc prowadzą do wzrostu FRC.

Restrykcyjne choroby płuc prowadzą do spadku FRC.

**Pojemność życiowa (VC – vital capacity)** to różnica objętości płuc między maksymalnym wydechem a maksymalnym wdechem, czyli maksymalna objętość jaką można wciągnąć do płuc podczas wdechu i usunąć podczas wydechu.

Wynosi 4,5–5,0 l (65–75 ml/kg).

$$VC = VT + IRV + ERV$$

**Całkowita pojemność płuc (TLC – total lung capacity)** to maksymalna objętość powietrza znajdująca się w płucach.

Wynosi około 6l.

$$TLC = VC + RV$$

### **Dynamiczne objętości płuc**

**Wentylacja minutowa (MV – minute ventilation)** to iloczyn objętości oddechowej (TV) i częstości oddechów (f).  
Wynosi 6-8l.

**Natężona pojemność życiowa (FVC – forced vital capacity)** to objętość maksymalnie nasilonego wydechu po wykonaniu maksymalnego wdechu FVC nieco mniejsze od VC.

Wynosi 4,5–5l.

**Natężona objętość wydechowa pierwszosekundowa (FEV1 – forced expiratory volume)** to objętość wydechu dokonanego przy maksymalnym wysiłku w czasie pierwszej sekundy po wykonaniu maksymalnego wdechu 70–80% VC lub FVC (wskaźnik Tiffeneau).

FEV1 to decydujący wskaźnik w diagnostyce obturacyjnych zaburzeń wentylacji.

Zmniejszenie FEV1 świadczy o utracie elastyczności płuc i powstaniu rozedmy.

### **Transport tlenu we krwi**

**Saturacja** krwi tętniczej  $SO_2$  określa w procentach jaka część znajdującej się w krwinkach czerwonych hemoglobiny jest aktualnie wysycona tlenem. Wartość saturacji zależy od ciśnienia parcjalnego tlenu we krwi.

$$PaO_2 = 100 \text{ mmHg} = SO_2 = 97\%$$

Maksymalną wartość  $SO_2$  osiąga się przy  $PaO_2$  150 mmHg.

Wartości prawidłowe  $PO_2$  70–105 mmHg,  $PCO_2$  35–45 mmHg,  $SO_2$  95–98%.

$PO_2$  obniża się z wiekiem.

**Hipoksja** to spadek ciśnienia parcjalnego we krwi i/lub tkankach.

Leczenia wymagają nagłe spadki  $PaO_2$  do około 60 mmHg względnie  $SaO_2$  poniżej 90%, w przypadku przewlekłej hipoksji – COPD tolerowane są niższe wartości  $PaO_2$ .

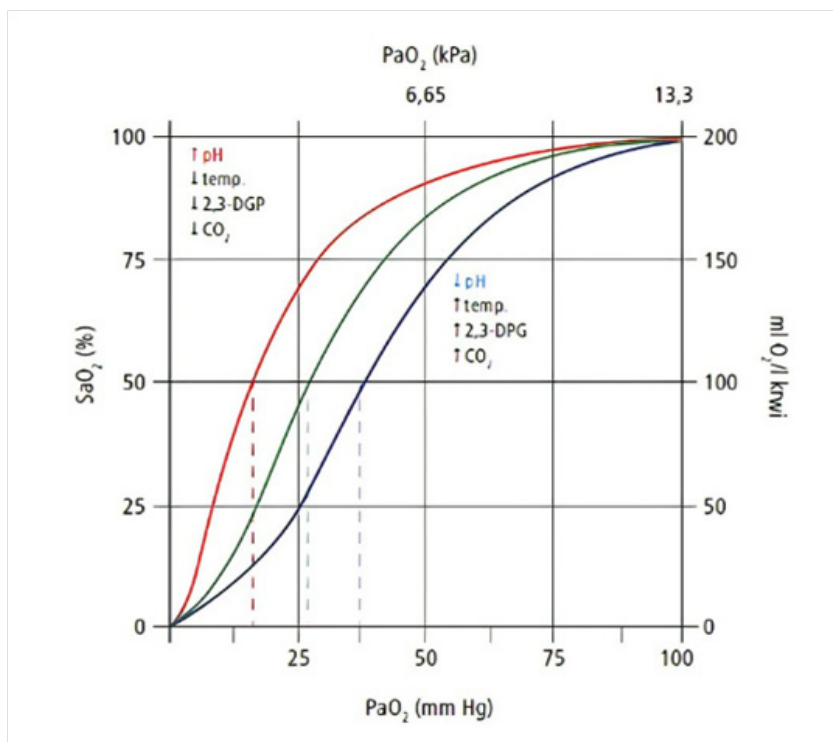
### **Krzywa dysocjacji hemoglobiny**

**Pojemność tlenowa** oznacza maksymalną ilość tlenu, która może zostać związana przez 1g hemoglobiny.

Maksimum osiągane przy ciśnieniu parcjalnym tlenu 150 mmHg wynosi 1,39 ml.

Po przekroczeniu 150 mmHg pozostała ilość tlenu we krwi jest w niej rozpuszczona tylko fizycznie i rośnie liniowo wraz ze wzrostem  $PaO_2$ .

Ryc.1. Krzywa dysocjacji hemoglobiny.



Źródło: Źródło: [www.mp.pl](http://www.mp.pl) (dostęp z dnia 02.12.2022 r.)

### Tętnicza zawartość tlenu (CaO<sub>2</sub>)

$$CaO_2 = (Hb \times 1,39) \times SaO_2 + (PaO_2 \times 0,0031)$$

Wartość prawidłowa: 18-20 ml O<sub>2</sub>/100 ml krwi (=180-200 ml/l krwi) = 18–20 vol%

**Hipoksemia** to spadek zawartości tlenu we krwi tętniczej.

Zależnie od przyczyny wyróżniamy:

- hipoksemię zastoinową (spadek perfuzji tkankowej),
- hipoksemię anemiczną,
- hipoksemię hipoksyczną (oddechową).

### Tętniczo-żylna różnica zawartości tlenu.

Ca-vDO<sub>2</sub> wynika z różnicy zawartości tlenu w we krwi tętniczej i krwi żylny mieszanej.

Ca-vDO<sub>2</sub> pośrednio odzwierciedla rzut serca.

Ca-vDO<sub>2</sub> >6% wskazuje na zmniejszony rzut serca.

### Dostarczanie tlenu (DO<sub>2</sub>)

DO<sub>2</sub> oznacza ilość tlenu, która jest transportowana z płuc do kapilar w ciągu minuty.

- DO<sub>2</sub> zależy od:
- rzutu serca (CO),
- wysycenia tlenem hemoglobiny we krwi tętniczej (SaO<sub>2</sub>)
- stężenia hemoglobiny (Hb).

$$DO_2 = CaO_2 \times CO$$

Wartość prawidłowa wynosi 600 +/- 50 ml/min/m<sup>2</sup>.

Wartość krytyczna wynosi 300 ml/min/m<sup>2</sup>.

## 2. Zespół bezdechu sennego

**Bezdech senny** to zanik przepływu powietrza przez drogi oddechowe.

Wyróżnia się dwa rodzaje bezdechu sennego:

- centralny bezdech senny, czyli całkowite zatrzymanie przepływu powietrza w czasie snu (obejmujące ruch oddechowy brzucha i klatki piersiowej), notuje się go u niewielkiego procenta osób chorujących,
- obturacyjny bezdech senny (OSA), charakteryzujący się zablokowaniem dróg oddechowych, w wyniku czego dochodzi do spłycenia oddechu i epizodów bezdechu podczas snu.

**Centralny bezdech senny** jest konsekwencją występowania innych chorób np. niewydolności serca, chorób układu nerwowego, uszkodzenia mózgu (np. po udarze lub wylewie).

**Obturacyjny bezdech senny (OSA)**. Najczęściej wynika z wad budowy twarzoczaszki (jednym z czynników może być zbyt mała lub cofnięta żuchwa), otyłości (mówi się o kryterium „kołnierzyka” – na chorobę narażone są osoby, których obwód karku przekracza 40 cm), nadciśnienia tętniczego, cukrzycy, choroby refluksowej przełyku, przerostu języka i migdałków, spożywania alkoholu oraz wspomnianej już menopauzy.

**Objawy OSA można podzielić na nocne i dzienne.**

**Objawy nocne OSA:**

- chrapanie,
- zauważone epizody bezdechów,
- wybudzenia z uczuciem duszenia się lub braku tchu,
- nykturię,
- nadmierną potliwość (głównie w zakresie górnej połowy ciała),
- przerywany sen,
- problemy z zaśnięciem z powodu lęku.

**Objawy dzienne OSA:**

- nadmierną senność w ciągu dnia,
- sen nieprzynoszący odpoczynku,
- suchość w jamie ustnej po przebudzeniu,
- poranne bóle głowy,
- trudności z koncentracją i pamięcią,
- zaburzenia libido,
- impotencję.

**W wielu badaniach wykazano korelacje między OSA a innymi schorzeniami, takimi jak:**

- nadciśnienie tętnicze,
- przewlekła niewydolność krążenia,
- choroba niedokrwienna serca,
- arytmie,
- udar mózgu.

„Złotym standardem” w diagnostyce OSA jest tak zwana stacjonarna **polisomnografia (PSG)**, ale urządzenia przenośne typu 3 (z min. 4 kanałami) również są akceptowalne w diagnostyce pacjentów wyjściowo obciążonych umiarkowanym lub wysokim ryzykiem OSA. Diagnostykę stawia się na podstawie wyników PSG i objawów. Na podstawie wyniku PSG można podzielić OSA na 3 grupy:

- łagodne,
- umiarkowane,
- ciężkie.

Według aktualnych wytycznych i publikacji CPAP jest leczeniem pierwszego wyboru w umiarkowanej i ciężkiej postaci OSA. Strategia lecznicza w przypadku bezdechu łagodnego zależy od zdrowia pacjenta, schorzeń współistniejących i indywidualnych decyzji chorego. Innymi opcjami leczenia są aparaty wewnątrzustne, leczenie pozycyjne i chirurgiczne, ale żadna z tych metod nie dorównuje korzyściom wynikającym z terapii CPAP.

W przesiewowej ocenie pacjentów przydatny może być również kwestionariusz STOP — BANG, którego schemat przedstawiono na rycinie 2.

Ryc.2. Kwestionariusz STOP-BANG

<b>S</b> Snoring (chrapanie)	<b>B</b> BMI > 35 kg/m <sup>2</sup>
<b>T</b> Tiredness (zmęczenie)	<b>A</b> Age (wiek) > 50 lat
<b>O</b> Observed apneas (zauważone epizody bezdechów)	<b>N</b> Neck (obwód szyi) > 40 cm
<b>B</b> Blood Pressure – Hypertension (nadciśnienie tętnicze)	<b>G</b> Gender (płeć) – męska
TAK = 1 NIE = 0 Wynik ≥ 3 pkt. wiąże się ze zwiększonym ryzykiem OSA	

Źródło: [www.journals.viamedica.pl](http://www.journals.viamedica.pl) (dostęp z dnia 02.12.2022r.)

Z jakim prawdopodobieństwem zasnąłbyś/zasnęłabyś w następujących sytuacjach:				
0 – nie zasnę nigdy				
1 – małe prawdopodobieństwo zaśnięcia				
2 – prawdopodobnie zasnę				
3 – na pewno zasnę				
	0	1	2	3
Siedzenie lub czytanie				
Oglądanie telewizji				
Bierne siedzenie w miejscu publicznym (poczekalnia, kino)				
Podczas godzinnej jazdy samochodem jako pasażer				
Po południu, leżąc				
Podczas rozmowy, siedząc				
Po obiedzie, leżąc				
Prowadząc samochód, podczas oczekiwania na światłach, w korku				
Interpretacja wyniku: 0-10 pkt. – norma; 11-14 pkt. – łagodna senność; 15-18 pkt. – umiarkowana senność; > 18 pkt. – ciężka senność				

Ryc. 2. Kwestionariusz STOP-BANG

# MODUŁ II

## PODSTAWY KLINICZNE NIEWYDOLNOŚCI ODDECHOWEJ

### Cel modułu

Przygotowanie uczestnika kursu do rozpoznawania i oceny stopnia ciężkości niewydolności oddechowej oraz współuczestniczenia w jej leczeniu.

### 1. Układ oddechowy



W płucach odbywa się wymiana gazowa zaś kompartмент mechaniczny zapewnia wentylację.

### 2. Ocena stanu świadomości

Świadomość może zostać zaburzona z wielu powodów (urazy głowy, działanie leków, alkoholu, zaburzenia metaboliczne, neurologiczne, infekcje, niewydolność narządów ważnych do życia). Do oceny poziomu świadomości stosuje się **Skala Glasgow Coma Scale (GCS)**. Zaprojektowali ją dwaj neurochirurdzy: Brian Jennet i Graham Teasdale.

#### SKALA GLASGOW

Ocenię podlega:

– otwieranie oczu:

- 4 punkty – spontaniczne
- 3 punkty – na polecenie
- 2 punkty – na bodźce bólowe
- 1 punkt – nie otwiera oczu

– kontakt słowny:

- 5 punktów – odpowiedź logiczna, pacjent zorientowany co do miejsca, czasu i własnej osoby



- 4 punkty – odpowiedź splątana, pacjent zdezorientowany
- 3 punkty – odpowiedź nieadekwatna, nie na temat lub krzyk
- 2 punkty – niezrozumiałe dźwięki, pojękiwanie
- 1 punkt – bez reakcji

– **reakcja ruchowa:**

- 6 punktów – spełnianie ruchowych poleceń słownych, migowych
- 5 punktów – ruchy celowe, pacjent lokalizuje bodziec bólowy
- 4 punkty – reakcja obronna na ból, wycofanie, próba usunięcia bodźca bólowego
- 3 punkty – patologiczna reakcja zgięciowa, odkorowanie (przywiedzenie ramion, zgięcie w stawach łokciowych i ręki, przeprost w stawach kończyn dolnych)
- 2 punkty – patologiczna reakcja wyprostna, odmóżdzenie (odwiedzenie i obrót ramion do wewnątrz, wyprost w stawach łokciowych, nawrócenie przedramion i zgięcie stawów ręki, przeprost w stawach kończyn dolnych, odwrócenie stopy)
- 1 punkt – bez reakcji

Uwzględnia się najlepszą uzyskaną odpowiedź w każdej kategorii. Łącznie można uzyskać od 3 do 15 punktów, ale należy zaznaczyć z jakich składowych powstał wynik (np. GCS 12: 3/4 + 4/5 + 5/6).

Na podstawie skali Glasgow zaburzenia przytomności dzieli się na:

1. GCS 13–15 – łagodne
2. GCS 9–12 – umiarkowane
3. GCS 6–8 – brak przytomności
4. GCS 5 – odkorowanie
5. GCS 4 – odmóżdzeni
6. GCS 3 – śmierć mózgową

Skala Glasgow może być stosowana u dzieci, które już dobrze mówią, tj. od 4. roku życia.

W niektórych sytuacjach ocena stanu pacjenta wg skali Glasgow może być utrudniona, np. w afazji, niedowładzie i porażeniu. Należy pamiętać, że punktacja w skali Glasgow służy jedynie do oceny stopnia zaburzeń świadomości, nie jest zaś kryterium orzekania o śmierci mózgu.

### 3. Niewydolność oddechowa

**Niewydolność oddechowa** to patologiczny stan, w którym następuje znaczne upośledzenie wymiany gazowej w płucach.

**Objawy niewydolności oddechowej:**

- **niedotlenienie** – stan, gdy ciśnienie parcjalne tlenu (PaO<sub>2</sub>) we krwi tętniczej wynosi 40-50 mmHg (5,3–6,6 kPa), objawia się przyspieszonym i sptyconym oddechem oraz sinicą,
- **hiperkapnia** - stan patologicznie podwyższonego ciśnienia parcjalnego dwutlenku węgla (PaCO<sub>2</sub>) we krwi powyżej 45 mmHg (6,0 kPa), objawia się zaczerwienieniem skóry, zwiększoną potliwością, może powodować zwiększenie skurczu serca, podwyższenie ciśnienia tętniczego krwi oraz tendencje do zaburzeń rytmu serca.

**Kliniczne objawy niewydolności oddechowej będące wskazaniem do wentylacji zastępczej:**

- spocone, zmarszczone czoło z uniesionymi brwiami,
- otwarte usta, częste zwilżanie warg językiem,
- sinica wokół ust,
- uruchomienie mięśni oddechowych szyi,
- szybki, płytki, nieregularny oddech, trudności w mówieniu,
- nieefektywny kaszel,
- pobudzenie, apatia, dezorientacja,
- chłodzenie części dystalnych ciała, tachykardia, arytmia,
- obniżenie ciśnienia tętniczego.

**Podział niewydolności oddechowej:**

- postać obturacyjna, spowodowana zwężeniem dróg oddechowych,
- postać nieobturacyjna:
  - **restrykcyjna** będąca następstwem upośledzenia elastyczności płuc lub klatki piersiowej,

– hipodynamiczna będąca następstwem upośledzenia funkcji mięśni oddechowych pierwotnie lub wtórnie, na skutek chorób centralnego i obwodowego układu nerwowego.

W praktyce klinicznej najczęściej mamy do czynienia z postaciami mieszanymi.

#### **Przyczyny niewydolności oddechowej**

##### **1. Choroby związane głównie z retencją CO<sub>2</sub>**

###### **a) Choroby zaburzające czynność ośrodka oddechowego**

- hipowentylacja pochodzenia ośrodkowego,
- organiczne uszkodzenie ośrodka oddechowego (guzy, udar),
- zatrucie lekami (narkotycznymi, uspokajającymi),
- przedłużone działanie leków anestetycznych,

###### **b) Choroby upośledzające mechanikę klatki piersiowej**

– Uszkodzenie nerwów i mięśni,

- zespół Guillain-Barre,
- stwardnienie rozsiane,
- miastenia,
- zapalenie rogów tylnych rdzenia kręgowego,
- ciężkie wyniszczenie,
- urazy rdzenia kręgowego,
- zatrucie jadem kiełbasianym,
- obniżenie poziomu potasu,
- obniżenie poziomu fosforu,

– Różne

- niedoczynność tarczycy,
- znaczna otyłość,
- skrzywienie kręgosłupa,
- wysięk otrzewnowy,
- wysięk opłucnowy,
- zwłóknienie opłucnej,
- złamanie żeber.

##### **2. Choroby związane głównie z utrudnionym natlenieniem (w stanach bardzo ciężkich również z retencją CO<sub>2</sub>)**

- ARDS,
- zatorowość płuc,
- odma opłucnowa,
- zapalenie płuc,
- niedodma,
- zwłóknienie płuc,
- astma oskrzelowa,
- przewlekły nieżyt oskrzeli,
- rozstrzenie oskrzeli.

###### **Czynniki ryzyka niewydolności oddechowej:**

- zachłyśnięcie kwaśną treścią pokarmową,
- ciężka infekcja płuc (*Pseudomonas aeruginosa*, *E. coli*, *Pneumocystis carinii*),
- posocznica pochodzenia pozapłucnego,
- wdychanie toksycznych gazów lub par,
- uraz (stłuczenie) płuca,
- tonięcie (prawie utopienie),
- wstrząs pourazowy,
- nadmierne przetoczenie krwi (>10 jednostek w ciągu 24 h).

#### 4. Patofizjologia pooperacyjnej i pourazowej niewydolności oddechowej

Zmiany w płucach w okresie pooperacyjnym i po urazach mogą dotyczyć:

- objętości płuc,
- zachowania prawidłowej zdolności wentylacji,
- zachowania prawidłowej zdolności wymiany gazowej,
- zachowania funkcji samooczyszczania drzewa oskrzelowego.

Częstość powikłań płucnych w zależności od rodzaju operacji:

- operacje w górnej połowie brzucha 30–60%,
- operacje w obrębie klatki piersiowej z resekcją płuca 30–60%,
- operacje w obrębie klatki piersiowej bez resekcji płuca 10–30%,
- operacje na dole brzucha 10–30%,
- operacje poza brzuchem i klatką piersiową 1%.

Czynniki zwiększające ryzyko wystąpienia powikłań płucnych:

- przewlekłe zapalenie oskrzeli z kaszlem,
- przewlekłe schorzenia o charakterze obturacyjnym z dusznością,
- palenie papierosów,
- wiek,
- nadwaga.

Tabela 1. Ryzyko wystąpienia niewydolności oddechowej w okresie pooperacyjnym zależnie od wieku pacjenta i rodzaju operacji.

Kategoria	Ryzyko	Ocena
A	Małe lub żadne	Wiek poniżej 30 lat bez istotnych czynników ryzyka
B	Średnie	Wiek poniżej 30 lat z klinicznymi czynnikami ryzyka Wiek powyżej 40 lat bez klinicznych czynników ryzyka Operacje w nadbrzuszu bez klinicznych czynników ryzyka
C	Duże	Operacje torakochirurgiczne Operacje w nadbrzuszu z klinicznymi czynnikami ryzyka Wiek powyżej 70 lat z klinicznymi czynnikami ryzyka

#### Metody profilaktyki hipoksemii w okresie pooperacyjnym

W celu zwalczania hipoksemii w okresie pooperacyjnych powinno stosować się rutynowo tlenoterapię przez trzy dni po operacjach w nadbrzuszu i przez cztery dni po torakotomiach.

Inne metody zwalczania hipoksemii w okresie pooperacyjnych:

- fizjoterapia,
- nebulizacja środkami rozszerzającymi oskrzela i zmniejszającymi lepkość wydzieliny,
- leczenie nadmiernego wzdęcia brzucha poprzez odsysanie treści żołądkowej i poprawę perystaltyki,
- obniżanie ciepłoty ciała farmakologicznie lub fizycznie w celu zmniejszenia zapotrzebowania na tlen.

Ocena wydolności układu oddechowego przed operacją zmniejsza częstość powikłań płucnych w okresie pooperacyjnych.

#### 5. Tlenoterapia

Tlenoterapia to leczenie tlenem. Metoda terapeutyczna polegająca na wykorzystywaniu tlenu w leczeniu poprzez zwiększenie stężenia tlenu w powietrzu wdychowym. Podawanie tlenu, obok farmakoterapii i rehabilitacji oddechowej jest podstawą leczenia nieinwazyjnego niewydolności oddechowej. Podczas stosowania tlenoterapii tlen może być podawany w stężeniu 21–100% oraz w zakresie przepływu od 0,25 litra/minutę (kaniula nosowa, inaczej cewnik nosowy, wąsy tlenowe) do 40–60 litrów/minutę (namiot tlenowy/kaniula nosowa). Tle-

noterapia jest zabiegiem leczniczym stosowanym rutynowo w sytuacjach zagrożenia lub wystąpienia zaburzeń wydolności oddychania. Tlen, jak każdy lek stosowany w praktyce klinicznej, powinien być precyzyjnie dawkowany, a jego zastosowanie dokumentowane. Nieprecyzyjne dawkowanie i brak dokumentowania zastosowania tlenu skutkują poważnymi działaniami niepożądanymi.

Wyróżniamy **tlenoterapię**:

- **bierną** – tlen pobierany jest dzięki własnemu oddechowi pacjenta,
- **czynną** – tlen jest wtłaczany poprzez tak zwany oddech zastępczy.

**Wskazaniem do tlenoterapii biernej jest** ostra i przewlekła niewydolności oddechowa. Bezwzględnym wskazaniem w stanach ostrych jest wysycenie tlenem hemoglobiny krwi tętniczej (SaO<sub>2</sub>) <94%, wyjątek stanowi rozpoznana lub podejrzana hiperkapniczna niewydolność oddechowa.

**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).

### **Toksyczność tlenu**

Stężenie tlenu w gazach wdychanych >0,6 przez okres dłuższy niż 24 godziny może spowodować jego **toksyczność** i prowadzić do ciężkich objawów ubocznych. Długotrwałe, niekontrolowane, pod zwiększonym ciśnieniem podawanie tlenu wykazuje działanie toksyczne – przede wszystkim płucne i ze strony ośrodkowego układu nerwowego. Może to powodować takie reperkusje, jak zmiany w tkance płucnej, zaburzenia oddychania, a u noworodków ślepotę. Ponadto duży przepływ suchego tlenu może wysuszać i drażnić śluzówkę oraz zmniejszać ruchomość rzęsek i utrudniać ewakuację wydzieliny. Zaleca się (zwłaszcza przy dłuższym stosowaniu) podawanie tlenu nie tylko nawilżonego, ale również ogrzanego do temperatury ciała. Nieprzestrzeganie tych zaleceń może wiązać się z powstawaniem owrzodzeń śluzówki, skurczem oskrzeli i predyspozycją do zakażeń.

Złota reguła głosi, że należy stosować najniższe stężenie tlenu, które utrzymuje pożądane nasycenie tlenem krwi pacjenta.

**Tlen podaje się przez:**

- cewnik nosowy,
- wąsy tlenowe,
- maskę twarzową,
- namiot tlenowy,
- przy użyciu respiratora.

W określonych przypadkach stosuje się tlen pod zwiększonym ciśnieniem (tlenoterapia hiperbaryczna) przy użyciu komory hiperbarycznej.

W tlenoterapii biernej można zastosować: rurki donosowe, maski twarzowe i maski z rezerwuarem. Rurki donosowe przeznaczone są do dostarczania pacjentowi mieszaniny o koncentracji tlenu około 24–35%, gdzie jama nosowo-gardłowa działa jak rezerwuuar magazynujący tlen. Cewnik perforowany, zwany również „wąsami” wprowadza się przez nozdrze na głębokość od 1 do 3 centymetrów.

Zwykłe maski twarzowe z otworami po bokach przeznaczone są do dostarczania pacjentowi mieszaniny o koncentracji tlenu maksymalnie do 50%, maski takie nie dają możliwości regulacji stężenia gazów.

Maski tlenowe do podawania wysokich stężeń posiadają dodatkowy worek oddechowy, który stanowi zbiornik, z którego pobierany jest tlen podczas wdechu. Wydech następuje do otoczenia poprzez specjalną zastawkę. Maski takie umożliwiają uzyskanie 100% stężenia tlenu w mieszaninie oddechowej i stosowana jest w leczeniu ostrego niedotlenienia. Maski tlenowe ze zwężkami Venturiego, przeznaczone są do stosowania w terapii tlenowej ze zmienną koncentracją tlenu. Zwężki te produkowane są w różnych kolorach symbolizujących wielkość przepływu tlenu.

### Monitorowanie utlenienia

Podstawowym badaniem monitorującym ilość tlenu jest **pulsoksymetria** przezskórna. To nieinwazyjna metoda pomiaru wysycenia krwi tętniczej tlenem. Saturację mierzy się na podstawie różnicy absorpcji światła przez oksyhemoglobinę (hemoglobinę utlenowaną) i dezoksyhemoglobinę (hemoglobinę odtlenowaną). Pulsoksymetry są wyposażone w czujniki zakładane na palec, małą końcówkę uszną, czoło lub skrzydełka nosa.

Drugim badaniem jest **gazometria** krwi tętniczej. Jest to badanie laboratoryjne krwi tętniczej lub kapilarnej, oceniające równowagę kwasowo-zasadową i wymianę gazową w organizmie.

## 6. Wskazania do wentylacji mechanicznej

Wskazania do wentylacji mechanicznej:

- niedotlenienie: ostra niewydolność oddychania,
- hipowentylacja,
- nadmierna praca oddechowa,
- zaburzenia hemodynamiczne,
- zatrzymanie czynności serca i oddechu,
- wstrząs oporny na leczenie,
- wzrost ciśnienia wewnątrzczaszkowego,
- wiotka ściana klatki piersiowej.

## 7. Monitorowanie pacjenta z niewydolnością oddechową

**Pulsoksymetria (SpO<sub>2</sub>)** to nieinwazyjna metoda pomiaru wysycenia krwi tętniczej (hemoglobiny) tlenem. Na wiarygodność pomiaru saturacji krwi ma wiele czynników klinicznych i technicznych. Pomiar określa wysycenie krwi tętniczej tlenem (hemoglobiny) i rejestruje tętno włóscinkowe. Rzetelność pomiaru SpO<sub>2</sub> zależy od obecności fali tętna w miejscu pomiaru, obecności prawidłowej hemoglobiny w krwince czerwonej (ilość hemoglobiny ma mniejsze znaczenie – do wartości 3g% – SpO<sub>2</sub> 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.

**Kapnometria** to pomiar stężenia dwutlenku węgla w powietrzu wydychanym. Pozwala określić w sposób nieinwazyjny skuteczność wentylacji, a także pośrednio wyciągać wnioski co do stanu układu krążenia. Precyzuje. Zapis graficzny zmian stężenia CO<sub>2</sub> zachodzących podczas oddychania określane jest jako **kapnografia**. Zasada działania kapnografu oparta jest na zjawisku spektrofotometrii – absorpcji promieniowania podczerwonego przez dwutlenek węgla. Urządzenie pomiarowe podłącza się do rurki dotchawiczej lub układu respiratora przy stałej wentylacji minutowej. Wynik pomiaru ściśle koreluje z rzutem serca. Może zostać użyta zarówno w przypadku zastosowania rurki intubacyjnej jak i nagłośniowych urządzeń do udrażniania dróg oddechowych (SAD), np. maska czy rurka krtaniowa. Prawidłowa wartość EtCO<sub>2</sub> zawiera się w przedziale 35–45 mmHg.

Przyczynami wzrostu poziomu CO<sub>2</sub> są:

- hipowentylacja (hiperkapnia – podwyższenie pCO<sub>2</sub> – niedostateczna częstość oddechów, zbyt mała objętość oddechowa),
- nadmierna produkcja CO<sub>2</sub> (hipertermia złośliwa, gorączka),
- wchłanianie CO<sub>2</sub> z jam ciała,
- zwiększona aktywność metaboliczna (niektóre zatrucia),
- sepsa,
- drgawki,
- przełom tarczycowy.

**Stopniowy spadek poziomu CO<sub>2</sub> jest wynikiem:**

- hiperwentylacji (hipokapnia),
- spadku produkcji CO<sub>2</sub>,
- pogłębiającego się wstrząsu,
- zatoru płucnego o mniejszej rozległości,
- hipometabolizmu (hipotermia, skrajna niedoczynność tarczycy, ostra niewydolność kory nadnerczy – przełom nadnerczowy).

Gazometria to pomiar prężności gazów oddechowych (tlenu – PaO<sub>2</sub> i dwutlenku węgla – PaCO<sub>2</sub>) 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<sub>2</sub> 35–45 mmHg
- PaO<sub>2</sub> 75–100 mmHg
- Saturacja SaO<sub>2</sub>: 95–98%
- BE: +/- 2,3 mEq/l
- HCO<sub>3</sub> 21–27 mmol/l.

Wynik gazometrii pozwala na rozpoznanie hiperkapnii (PaCO<sub>2</sub> >45 mmHg) i cech świadczących o jej metabolicznej kompensacji (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> >27 mmol/l). Gazometria krwi żyłnej jest pomiarem mniej inwazyjnym, ale nie zapewnia dokładnego oszacowania PaCO<sub>2</sub> i PaO<sub>2</sub>, pozwala jedynie na określenie wartości pH, mleczanu, glukozy, hemoglobiny, sodu i potasu.

Pomiar SpO<sub>2</sub> i gazometria krwi żyłnej mają ograniczone znaczenie w ocenie utlenowania u pacjentów z niewydolnością oddechową, złotym standardem jest gazometria krwi tętniczej.

## 8. Spirometria

**Dynamiczne objętości oddechowe** to wielkości zmieniające się w czasie (wykres zależności objętość/czas). Za pomocą spirometru, urządzenia służącego do pomiaru i graficznego przedstawienia objętości oddechowych, określa się, w jakim czasie pacjent może oddychać określoną objętością.

**Spirometria dynamiczna** pozwala między innymi dokonać pomiaru przepływu powietrza w poszczególnych fazach wydechu, jednocześnie z dokonaniem oceny natężonej pojemności życiowej płuc. Wykonując natężone wdechy i wydechy w warunkach dynamicznych, można sprawdzić na tej podstawie stan dróg oddechowych.

**Parametry oceniane podczas badania spirometrycznego:**

- **FVC** to natężona pojemność życiowa, która odpowiada między innymi na ilość powietrza wydychanego w trakcie natężonego wydechu, po maksymalnym, powolnym wdechu. W przypadku, gdy FVC jest zaniżone, może to świadczyć o zmniejszonej ilości miększu płuc, co dotyczy niektórych schorzeń układu oddechowego.
- **FEV1** to natężona objętość wydechowa pierwszosekundowa, która dotyczy objętości powietrza wydychanego w pierwszej sekundzie natężonego wydechu. Dzięki temu parametrowi można ocenić między innymi drożność dróg oddechowych. Jeśli wynik jest poniżej normy, może świadczyć o chorobach związanych ze zwężeniem oskrzeli.
- **PEF** to przepływ szczytowy, a więc maksymalna prędkość przepływu powietrza, jaką osiągnąć można w trakcie maksymalnego wydechu.
- **MEF25, MEF50 i MEF75** są to wskaźniki, dzięki którym można ocenić przepływ powietrza w drobnych oskrzelach. Wyniki podawane są w litrach na sekundę. Jeśli MEF wynosi do 50%, określa on maksymalny przepływ wydechowy w połowie natężonej pojemności życiowej. Jeśli osiąga wartość <60% może określić nieprawidłowości ze strony drobnych oskrzeli.
- **Wskaźnik Tiffeneau** to wskaźnik, który określa między innymi stosunek FEV1 do pojemności życiowej – VC, który to wyraża się w procentach. Jeżeli wynik jest poniżej normy oznacza on między innymi obturację dróg oddechowych. Pozwala więc zdiagnozować między innymi ciężki przebieg astmy, jak również i wczesne objawy POChP.

Spirometry odgrywają niezwykle ważną rolę w kwestii badania i oceny stanu układu oddechowego. Spirometry pozwalają rozróżnić, czy choroba płuc ma charakter obturacyjny czy restrykcyjny.

Tabela 2. Choroby układu oddechowego.

<b>Zmiany restrykcyjne</b> (spowodowane chorobami miąższu płucnego i opłucnej)	<b>Zmiany obturacyjne</b> (zmiany chorobowe oskrzeli zwiększające opór w drogach oddechowych)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozedma płuc</li> <li>• pozapalne włóknienie miąższu płucnego</li> <li>• zapalenie płuc</li> <li>• nowotwory płuc</li> <li>• wysięk, przesiek, hemothorax</li> <li>• stwardnienie opłucnej</li> <li>• odma jamy opłucnowej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• skurcz oskrzeli</li> <li>• obrzęk błony śluzowej</li> <li>• nadmierne wydzielanie śluzu lub wytwarzanie śluzu • o zwiększonej lepkości</li> <li>• ciała obce</li> <li>• nowotwory</li> <li>• ucisk na oskrzela od zewnątrz</li> </ul>

## MODUŁ III

# WENTYLACJA MECHANICZNA

### Cel modułu

Przygotowanie uczestnika kursu do współuczestniczenia w procesie leczenia pacjenta dorosłego wentylowanego mechanicznie metodą inwazyjną i nieinwazyjną.

### 1. Utrzymanie drożności dróg oddechowych

Wyróżniamy bezprzyrządowe i przyrządowe metody utrzymania drożności dróg oddechowych.

#### Bezprzyrządowe:

- rękoczyn czoło-żuchwa (NIE stosujemy przy podejrzeniu urazu kręgosłupa szyjnego),
  - wysunięcie żuchwy,
  - wyczuć kąt żuchwy,
  - cztery palce ułożyć za kątami żuchwy,
  - wywierając stały nacisk przesuwaj żuchwę ku przodowi i do góry,
  - kciukami lekko otwórz usta poszkodowanego przemieszczając ku dołowi dolną wargę.

#### Przyrządowe:

##### 1. rurka ustno-gardłowa

Ryc. 3. Rurki ustno-gardłowe Guedela.



Źródło: [www.medykerka.eu](http://www.medykerka.eu)

Ryc. 4. Rozmiary rurek Guedela.

rozmiar size размер O.D. (mm)	kolor colour цвет	długość length длина (mm)
000		30
000		40
00		50
0		60
1		70
2		80
2		90
3		100
4		110
6		120

Źródło: [www.slideplayer.pl](http://www.slideplayer.pl)



Zapobiega przesuwaniu się języka do tyłu i w dół, odsuwając jego nasadę od tylnej ściany gardła, co zapewnia swobodny przepływ powietrza przez drogi oddechowe.

Umożliwia utrzymanie rozwartych ust, co zapewnia dostęp do jamy ustnej i swobodne odsysanie płynnej treści.

Pozwala na umocowanie rurki ustno-tchawiczej i zapobiega jej zagryzaniu.

**Wskazania do stosowania rurki ustno-gardłowej:**

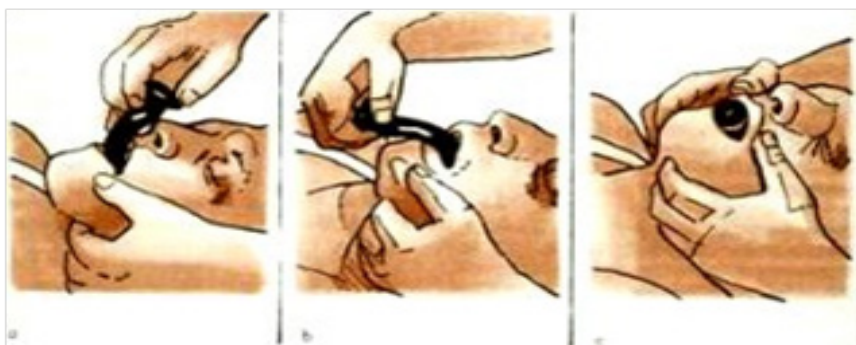
- utrzymywanie drożności dróg oddechowych u nieprzytomnego.

**Przeciwwskazania do stosowania rurki ustno-gardłowej:**

- zachowany odruch wymiotny,
- stany uniemożliwiające otwarczenie ust chorego.

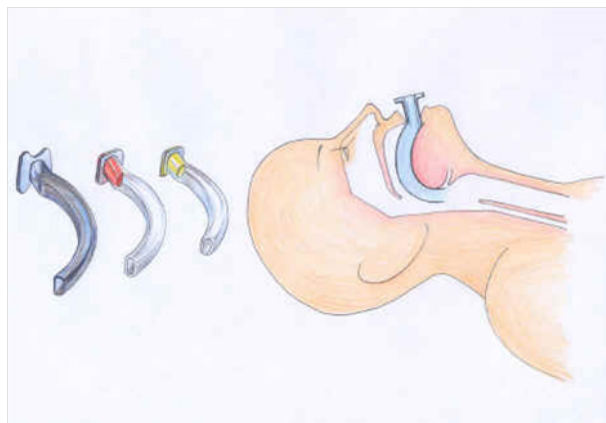
Rozmiar rurki należy dobrać tak, aby jej długość odpowiadała odległości od kącika ust pacjenta do kąta żuchwy.

Ryc. 5. Sposób zakładania rurki ustno-gardłowej.



Źródło: [www.slideplayer.pl](http://www.slideplayer.pl)

Ryc. 6. Prawidłowo założona rurka ustno-gardłowa.



Źródło: [www.slideplayer.pl](http://www.slideplayer.pl)

## 2. rurka nosowo-gardłowa

Ryc. 7. Rurka ustno-gardłowa.



Źródło: [www.slideplayer.pl](http://www.slideplayer.pl)

- Rozmiar rurki podaje się z milimetrach ich wewnętrznej średnicy.
- Długość rurki rośnie proporcjonalnie ze średnicą.
- U osób dorosłych najczęściej używa się rurek 6–7 mm.
- Średnica rurki powinna w przybliżeniu odpowiadać grubości małego palca pacjenta.
- Zbyt długa rurka może wyzwać odruchy z górnych dróg oddechowych, co grozi wymiotami lub kurczem głośni.

**Wskazania do założenia rurki nosowo-gardłowej:**

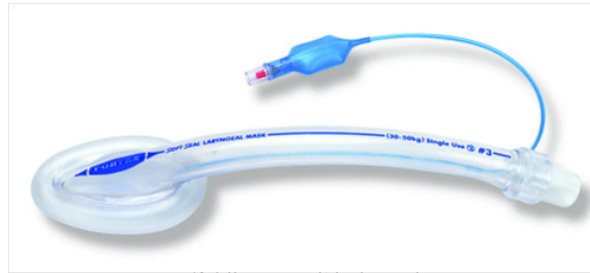
- pacjenci płytko nieprzytomni (rurka nosowo-gardłowa jest lepiej tolerowana, niż rurka Guedela),
- pacjenci z zaciśniętymi szczękami lub szczękościskiem,
- pacjenci z urazem szczękowo-twarzowym.

**Przeciwwskazania do założenia rurki nosowo - gardłowej:**

- pacjenci z podejrzeniem złamania podstawy czaszki, istnieje bowiem ryzyko wprowadzenia rurki przez szczelinę złamania do jamy czaszki.

**3. maska krtaniowa**

Ryc. 8. Maska krtaniowa LMA.



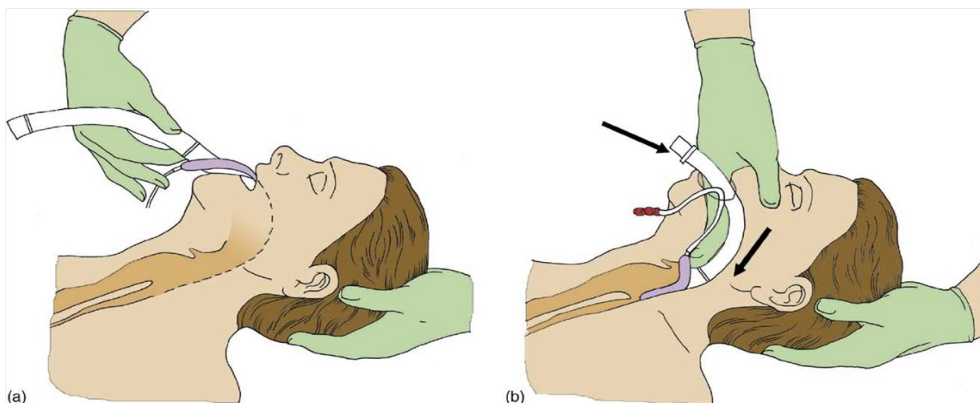
Źródło: [www.slideplayer.pl](http://www.slideplayer.pl)

Maska krtaniowa stanowi połączenie maski twarzowej i rurki intubacyjnej. Podczas RKO LMA zapewnia efektywną wentylację w 72–98 % przypadków. W porównaniu z wentylacją workiem samorozprężalnym i maską twarzową, zastosowanie worka samorozprężalnego i LMA podczas RKO zmniejsza występowanie regurgitacji.

**LMA dostępna jest w trzech rozmiarach:**

- 3 – dorosły o drobnej budowie,
- 4 – dorosły o przeciętnej budowie,
- 5 - dorosły o masywnej budowie.

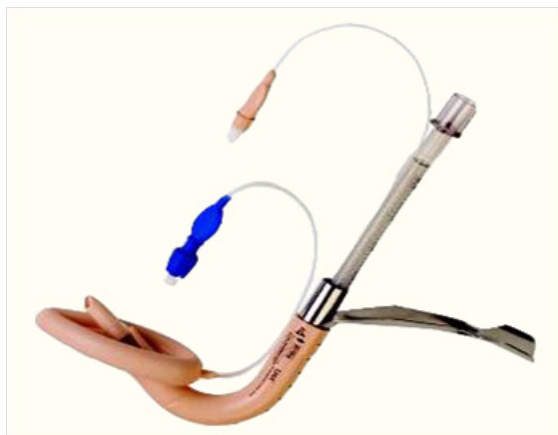
Ryc. 9. Zakładanie LMA.



Źródło: [www.slideplayer.pl](http://www.slideplayer.pl)

Podczas zakładania LMA szyja pacjenta powinna być lekko zgięta, a głowa odgięta (Ryc.10). Uwaga na podejrzanie urazu odcinka szyjnego kręgosłupa.

Ryc. 10. Maska krtaniowa typu Fastrach.

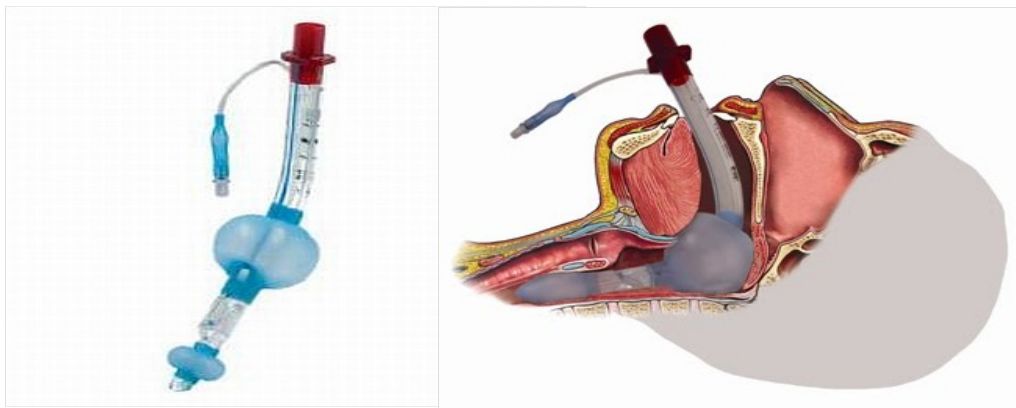


Źródło: [www.slideplayer.pl](http://www.slideplayer.pl)

Maska typu Fastrach zaprojektowana była dla trudnych intubacji i nieudanej laryngoskopii. Może być założona jedną ręką, szybko, na ślepo, w sytuacjach krytycznych i to bez względu na pozycję pacjenta. Zapewnia ciągłą wentylację podczas prób intubacji.

#### 4. rurka krtaniowa

Ryc. 11. Rurka krtaniowa, ryc. 12. Prawidłowo założona rurka krtaniowa.



Źródło: [www.slideplayer.pl](http://www.slideplayer.pl)

Stosowanie rurki krtaniowej jest prostsze w porównaniu z klasyczną LMA i innymi rodzajami LMA.

#### 5. obturator przełykowy (Combitube)

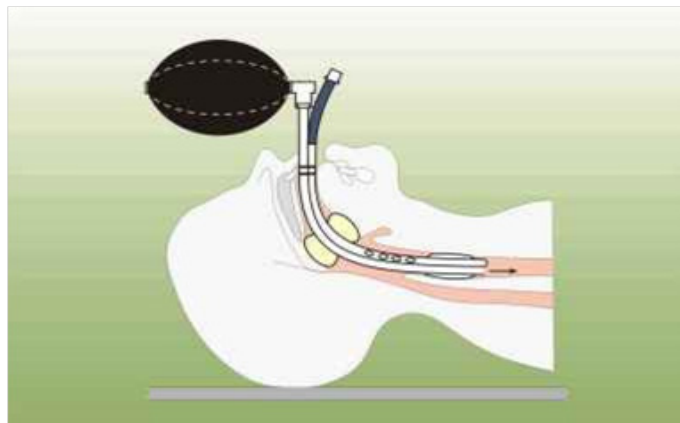
Ryc.13 Rurka Combitube.



Źródło: [www.slideplayer.pl](http://www.slideplayer.pl)

Rurka Combitube może być wkładana „na ślepo”. Niezależnie od pozycji gwarantuje wentylację.

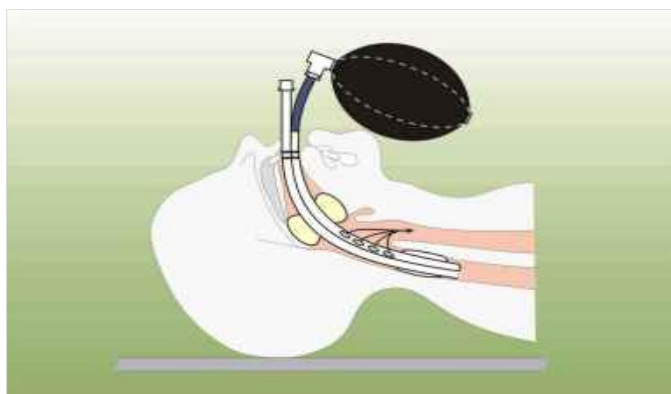
Ryc. 14. Umieszczenie rurki Combitube w tchawicy.



Źródło: [www.slideplayer.pl](http://www.slideplayer.pl)

Gdy rurka znajduje się w tchawicy (Ryc.14) wentylacja odbywa się przez kanał tchawiczy, którego dystalny koniec jest otwarty. Mankiet uszczelniający w gardle uniemożliwia wydostanie się powietrza przez usta.

Ryc. 15. Umieszczenie rurki Combitube w przełyku.



Źródło: [www.slideplayer.pl](http://www.slideplayer.pl)

Gdy rurka znajduje się w przełyku (Ryc. 15), pacjent jest wentylowany przez kanał przełykowy, za pośrednictwem jego bocznych otworów, znajdujących się na wysokości krtani. Mieszanka oddechowa nie może trafić do przełyku, gdyż światło kanału przełykowego jest zamknięte na końcu, a szczelność wokół rurki zapewnia dystalny mankiet uszczelniający. Może prowadzić to do rozdęcia żołądka, a to zagraża zarzucaniem treści pokarmowej i zachłyśnięciem.

#### Intubacja dotchawicza

- Najbardziej optymalna metoda udrażniania dróg oddechowych.
- Wykonywana przez odpowiednio wyszkolony personel.
- Zapobieganie aspiracji treści żołądkowej lub krwi.
- Zapewnienie odpowiedniej objętości oddechowej, mimo prowadzonych ucisków klatki piersiowej.
- Możliwość odsysania.

Intubację możemy podzielić na bezproblemową oraz trudną.

#### Intubacja bezproblemowa

1. Wykonana przy pierwszej próbie.
2. Z wykorzystaniem standardowego laryngoskopu.

3. Przy dobrej wizualizacji szpary nagłośni.
4. Bez pomocy drugiej osoby.

#### Intubacja trudna

1. Zniekształcenia: guz krtani, obrzęk krtani, wole, guzy nasady języka.
2. Dysproporcje: 3 lub 4 na skali Mallampatiego, zespół Downa, zespół Pierre'a Robina, niedorozwój żuchwy, mała odległość tarczowo-bródkowa, mała odległość gnykowo-bródkowa.
3. Ograniczona ruchomość w stawach: zespół Klippela i Feila, zeszywniające zapalenie stawów kręgosłupa, reumatoidalne zapalenie stawów.
4. Wystające górne siekacze.
5. Wygląd ogólny pacjenta – czynniki ryzyka trudnej intubacji: otyłość, ciąża, krótka szyja, nieproporcjonalnie duży język, mała przestrzeń żuchwowa.

### OBIEKTYWNE WSKAŹNIKI TRUDNEJ INTUBACJI

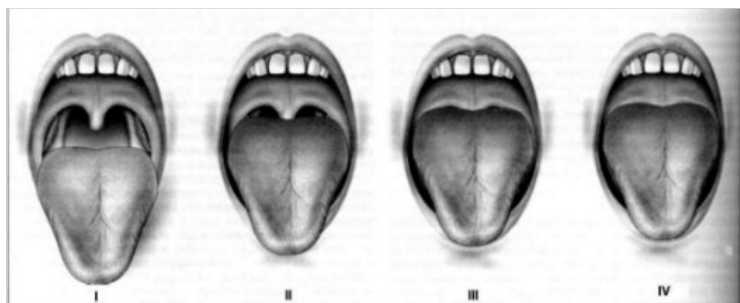
#### – Skala Mallampatiego

Stosowana w anestezjologii czterostopniowa skala określająca stopień trudności intubacji tchawicy uwarunkowanej budową anatomiczną jamy ustnej. W skali bierze się pod uwagę wzajemne relacje języczka, gardzieli i miękkiego podniebienia. 3 i 4 stopień w skali Mallampatiego oznacza, że intubacja może być utrudniona.

Skala przedstawia się następująco:

1. widoczne podniebienie miękkie, języczek, gardło i zarys migdałków,
2. widoczne podniebienie miękkie i języczek,
3. widoczne podniebienie miękkie i podstawa języczka,
4. nie widać podniebienia miękkiego.

Ryc. 16. Skala Mallampatiego



Źródło: [www.doctorsgates.blogspot.com](http://www.doctorsgates.blogspot.com) (dostęp z dnia 02.12.2022 r.)

- Odległość tarczowo-bródkowa < 6cm.
- Próba przygryzienia górnej wargi przez dolne zęby.

#### – Skala Cormack – Lehane

- Stopień I – pełna ekspozycja szpary głośni.
- Stopień II – widoczne tylko spoidło tylne szpary głośni.
- Stopień III – widoczna nagłośnia, niewidoczna szpara głośni.
- Stopień IV – nagłośnia i szpara głośni niewidoczne.

#### Intubacja ustno – tchawicza

- Intubacji dokonuje się po indukcji znieczulenia tj. po uśpieniu (dożylnie lub wziewne) i zwiotczeniu (scolina, tracrium, nimbex – w przypadku znieczulenia wziewnego nie używamy zwiotczaczy dożylnych).
- Przed intubacją należy natleniać pacjenta przez 3 do 5 minut 100% tlenem.
- Sprawdzić rurkę i laryngoskop.
- Głowę pacjenta ułożyć w pozycji „wąchania kwiatka”.
- Kciukiem i palcem wskazującym ręki prawej rozchylić usta pacjenta trzymając jednocześnie w lewej ręce laryngoskop.
- Włożyć laryngoskop do jamy ustnej od prawego kąca ust odsuwając język całkowicie na stronę lewą.

- Po uwidocznieniu krtani (pociągnięcie laryngoskopu do góry, pamiętając o nie wykonywaniu dźwigni) włożyć rurkę do tchawicy, prowadząc centralnie między struny głosowe.
- Rurkę wprowadzamy do ok. 22 cm, uszczelniamy, sprawdzamy położenie rurki, osłuchując równy szmer symetrycznie nad płucami.

#### **Intubacja nosowo – tchawicza**

- Można ją wykonać przy laryngoskopii bezpośredniej jak też na ślepo.
- Rurka musi mieć średnicę mniejszą niż do intubacji przez usta.
- Jamę nosową posmarować lidokainą.
- Wybieramy większy przewód nosowy – zwykle jest to prawy.
- Po podstawie przewodu nosowego wprowadzamy delikatnie rurkę do nosogardzieli, następnie do części ustnej gardła (gdy czujemy opór należy trochę wysunąć rurkę i odgiąć głowę nieco do tyłu).
- Gdy rurka znajdzie się w części krtaniowej gardła, wprowadzamy laryngoskop i uwidaczniamy krtani.
- Gdy szpara głośni jest już widoczna, wprowadzamy rurkę do tchawicy bez przyrządowo lub za pomocą kleszczyków Magilla.
- Intubacja przy kontroli wzroku jest o wiele prostsza niż „na ślepo”.

#### **Technika „szybkiej intubacji” – pacjent z pełnym żołądkiem**

**Szybka Intubacja** (Rapid Sequence Induction and Intubation *RSII*, *czasami RSI*) to technika, której zadaniem jest zmniejszenie szans na aspirację u pacjenta o wysokim ryzyku.

#### **Protokół sekwencji szybkiej intubacji**

- Trzymaj laryngoskop jedną ręką i wsuń go przez kącik ust, przesuając język i prowadząc laryngoskop do przodu i do góry.
- Następnie umieść końcówkę tego instrumentu w nagłośni.
- Aby zmniejszyć ryzyko wystąpienia aspiracji oskrzeli lub regurgitacji, inny specjalista powinien wykonać manewr Sellicka (uciskanie chrząstki pierścieniowej krtani podczas umieszczania rurki intubacyjnej w tchawicy). Należy go zastosować na cały czas trwania intubacji.
- W przypadku, gdy głośnia lub struny głosowe nie wyglądają dobrze, inna osoba musi wykonać manewr BURP (Backward, Upward, Rightward Pressure – ucisk na chrząstkę pierścieniową w kierunku do kręgosłupa, do góry i na prawo – poprawia uwidocznienie wejścia do krtani), aby je odsłonić. Umożliwi to prawidłowe wprowadzenie laryngoskopu i uniknie się zranienia dróg oddechowych.
- Gdy rurka jest już prawidłowo włożona, laryngoskop jest usuwany bez przesuwania rurki. Rurka zostanie natomiast unieruchomiona i podłączona do źródła tlenu.

#### **Sprzęt/zestaw do intubacji dotchawicznej:**

- worek samorozprężalny (resuscytator) z rezerwuarem i możliwością podłączenia tlenu,
- maski twarzowe do wentylacji w różnych rozmiarach,
- rurki ustno-gardłowe w różnych rozmiarach,
- laryngoskop z zestawem łyżek,
- rurki intubacyjne z mankietem (co najmniej w trzech najbardziej prawdopodobnych rozmiarach),
- prowadnica do rurki intubacyjnej,
- kleszczyki Magilla,
- strzykawka/manometr do pomiaru ciśnienia w mankiecie uszczelniającym rurki intubacyjnej, opatrunek do umocowania rurki intubacyjnej,
- stetoskop,
- urządzenie do odsysania z zestawem cewników,
- kapnometr (w celu potwierdzenia położenia rurki w drogach oddechowych),
- respirator.

Dodatkowo powinien być dostępny sprzęt ułatwiający intubację w przypadku wystąpienia trudności z założeniem rurki intubacyjnej do tchawicy w sposób klasyczny.

**Sprzęt ułatwiający intubację w przypadku trudności z założeniem rurki intubacyjnej, m.in.:**

- laryngoskop z łopatką z łamanym zakończeniem (McCoy),
- rękojęść krótka,
- maski krtaniowe w różnych rozmiarach,
- prowadnica długa i sprężysta (typ bougie),
- prowadnica światłowodowa lub video laryngoskop,
- rurki ustno-gardłowe,
- rurka krtaniowa,
- zestaw do konikopunkcji,
- zestaw do tracheotomii.

### **Trudna intubacja – postępowanie**

1. Przewidywana trudna intubacja złoty standard, użycie bronchofiberoskopu – lek obniżający wydzielanie śliny, lek obkurczający naczynia krwionośne błony śluzowej nosa, znieczulenie miejscowe z blokadą nerwu krtaniowego górnego w razie niepowodzenia: maska twarzowa, odłożenie w czasie i ponowna próba, ponowna próba po indukcji znieczulenia, chirurgiczny dostęp do dróg oddechowych, znieczulenia nasiękowa, blokady nerwów.
2. Trudna intubacja u pacjenta, u którego możliwa jest wentylacja płuc złote zasady: właściwe natlenienie przed każdą z prób, przy każdej próbie zmienić jeden element w postępowaniu, ograniczona liczba prób do 3–4 przy klasycznej intubacji alternatywy: maska krtaniowa, rurka krtaniowa, prowadnica Bugie, prowadnica trachlight, fiberoskop, intubacja wsteczna.
3. Kiedy intubacja i wentylacja są niemożliwe wezwać pomoc, jeśli pierwsza próba intubacji była niedoskonała, można podjąć drugą – ale i ostatnią, zastosować alternatywy: maska krtaniowa, rurka krtaniowa, wentylacja przez tchawicę.

### **Potwierdzenie umiejscowienia rurki w tchawicy**

- Wzrokowo - zawsze patrz, gdzie jest wkładana rurka.
- Osluchowo – w pięciu miejscach w kolejności: 1. nadbrzusze, 2. szczyty obu płuc, 3. podstawy obu płuc.
- Do 30% przypadków rurki w przełyku można wysłuchać odgłosy podobne do oddechowych nad polami płucnymi.
- Włożenie rurki intubacyjnej celowo „za głęboko” – osłuchiwanie i jeżeli słychać tylko po stronie prawej tzn. rurka na pewno w drogach oddechowych, w prawym oskrzeliu.
- Kapnograf (zapis kapnograficzny, w którym obserwujemy krzywą zawartości dwutlenku węgla w wydychanym przez pacjenta powietrzu).
- BULP – gruszką gumową podłączaną do rurki – należy nacisnąć i jeżeli łatwo ponownie napełnia się powietrzem tzn. rurka jest w tchawicy, jeżeli nie wypełnia się powietrzem tzn. rurka w przełyku.

### **Powikłania intubacji dotchawiczej:**

- powikłania lekkie tzn. ból gardła, obrzęk głośni pojawia się u prawie wszystkich pacjentów, którzy byli zaintubowani 48 godzin lub dłużej,
- zwężenie krtani lub tchawicy,
- obrzęk błony śluzowej dróg oddechowych – często u dzieci, gdy używamy zbyt dużych rurek
- zakażenia dróg oddechowych
- uszkodzenia traumatyczno-mechaniczne podczas intubacji:
  - wyłamania górnych siekaczy,
  - uszkodzenie podstawy języka,
  - uszkodzenie rogówki,
  - krwawienie z nosa,
  - perforacja przełyku lub gardła związane z użyciem prowadnicy,
- intubacja do przełyku, intubacja do oskrzela głównego,

- oderwanie części krtani,
- zwichnięcie chrząstki nalewkowatej,
- aspiracja,
- uszkodzenie rdzenia kręgowego,
- intubacja do przełyku: rozdęcie okolicy żołądka, narastająca sinica, brak ruchów klatki piersiowej, EtCO<sub>2</sub> do około 0,5%,
- intubacja do oskrzela głównego: niesymetryczne poruszanie się klatki piersiowej, osłabienie lub zniesienie szmeru oddechowego po jednej stronie, spadek SpO<sub>2</sub>,
- wyzwalanie odruchów:
  - wzrost RR,
  - tachyarytmie,
  - bezdech,
  - kurcz krtani,
  - spadek RR,
  - bradykardia,
  - wymioty,
  - kaszel,
  - ruchy tułowia i kończyn.

**Tracheotomia** jest jednym z zabiegów wykonywanych w celu udrożnienia dróg oddechowych. Polega ona na otwarciu przedniej ściany tchawicy w celu umożliwienia wentylacji. Tracheostomia to otwór w tchawicy powstały jako skutek zabiegu. Przez tracheostomię wprowadza się do tchawicy rurkę tracheostomijną, która zapewnia swobodne oddychanie z pominięciem górnych dróg oddechowych.

#### **Wskazania do wykonania tracheostomii :**

- mechaniczna niedrożność dróg oddechowych (m.in. guzy zamykające światło dróg oddechowych, np. rak krtani, urazy krtani i tchawicy, wady wrodzone krtani i tchawicy, ciała obce zamykające górne drogi oddechowe, obustronne porażenie fałdów głosowych),
- zaburzenia drożności dróg oddechowych z powodu zalegającej wydzieliny,
- brak możliwości wykonania intubacji lub przedłużająca się intubacja.

Rurka tracheostomijna ma wygięty kształt, z jednej strony posiada kołnierz, który umożliwia zamocowanie przewodu do opatrunku lub skóry. Dolna część rurki wyposażona jest w balonik, który po napełnieniu powietrzem poprawia przyleganie jej w tchawicy. Dzięki temu oddychanie staje się łatwiejsze, a wydzielina nie przedostaje się do oskrzeli czy płuc. Do przewodu może być dołączony również specjalny balonik, umożliwiający kontrolowanie ciśnienia wewnątrz.

Rurki różnią się zakrzywieniem, średnicą i długością. Dobór odpowiedniego modelu pozwala na redukcję ryzyka ocierania się tworzywa o tchawicę, co może prowadzić do odleżyn lub perforacji. Ze względu na sposób wykonania wyróżnia się rurki tracheostomijne metalowe i rurki z tworzyw sztucznych, na przykład z akrylu, plastiku lub silikonu.

#### **Pielęgnacja rurki tracheotomijnej**

Dbłość o rurkę tracheostomijną to bardzo ważna procedura, która pozwala na utrzymanie odpowiedniej wentylacji organizmu. Wydzielina powinna być regularnie usuwana z przewodu, ponieważ jej zaleganie grozi wystąpieniem powikłań i problemów z drożnością.

#### **Do podstawowych czynności pielęgnacyjnych należy:**

- częste odsysanie wydzieliny z dróg oddechowych,
- nawilżanie wdychanego powietrza,



- zmniejszenie gęstości wydzieliny z dolnych dróg oddechowych,
- znoszenie stanów skurczowych oskrzeli przez podawanie leków,
- osuszanie dolnych dróg oddechowych,
- leczenie tlenem,
- pielęgnacja rany,
- częste zmiany opatrunków, by były suche,
- kontrola ciśnienia w baloniku uszczelniającym.

#### **Wymiana rurki tracheotomijnej**

Rurka powinna być wymieniana co dwa tygodnie lub wcześniej, jeśli z jakiejś przyczyny dojdzie do jej niedrożności. Pierwsza wymiana powinna zostać przeprowadzona po wygojeniu rany lub w miarę potrzeby.

Pierwsze wymiany mogą być bolesne, szczególnie w momencie wkładania nowego przewodu. Wraz z upływem czasu pacjent przyzwyczaja się do noszenia rurki, a wymianę traktuje jako rutynę. Zmiana powinna odbywać się w obecności lekarza lub przeszkolonego personelu medycznego.

#### **Powikłania związane z tracheotomią**

Powikłania mogące wystąpić w trakcie tracheotomii to:

- krwawienie,
- nieprawidłowe umiejscowienie rurki,
- uszkodzenie nerwu krtaniowego wstecznego,
- uszkodzenie chrząstki pierścieniowatej,
- wytworzenie przetoki tchawiczo-przełykowej,
- odma opłucnowa,
- aspiracja treści żołądkowej.

Do powikłań pooperacyjnych związanych z tracheostomią należą:

- niedrożność rurki tracheostomijnej spowodowana jej wysunięciem z tchawicy,
- duszność związana z zatkaniem światła rurki przez zalegającą wydzielinę,
- skrzepy krwi,
- zwężenie krtani i tchawicy,
- zakażenie rany,
- odleżyny,
- przetoka tchawiczo-przełykowa,
- przetoka skórno-tchawicza
- zaburzenia połykania.

## **2. Techniki wentylacji**

**Respirator** to podstawowe urządzenie podtrzymujące funkcje oddychania. Znalazł on zastosowanie na oddziałach intensywnej terapii, blokach operacyjnych, salach intensywnego nadzoru poznieczuleniowego, ośrodkach wentylacji długoterminowej i w warunkach domowych. Respirator jest urządzeniem sterowanym mikroprocesorowo, samodzielnym, który do swojej pracy potrzebuje sprężonych gazów, najczęściej powietrza i tlenu.

Respirator może być urządzeniem o napędzie elektrycznym, pneumatycznym, mieszanym lub manualnym.

Ryc. 17. Respirator sv-800.



Źródło: [www.biameditek.pl](http://www.biameditek.pl)

**Respirator o napędzie elektrycznym** jest wykorzystywany głównie w warunkach domowych i wyposażony we własny generator sprężonego powietrza oraz akumulator, turbinę o wartościach ciśnienia do 60 cmH<sub>2</sub>O lub mikrosilnik tłokowy bądź kompresor. Ten typ respiratora z reguły umożliwia dostarczenie tlenu, np. z butli z reduktorem i przepływomierzem lub z koncentratora tlenowego.

**Respirator o napędzie pneumatycznym** to niewielkie wytrzymałe na wstrząsy, uderzenia i upadki (testowany z wysokości 1 m) urządzenie transportowe zasilane z butli tlenowej. Może pracować automatycznie, np. w czasie transportu pacjenta na badania, transportu lotniczego lub może być stosowany z manualnym wyzwalaniem wdechów, np. w trakcie resuscytacji krążeniowo-oddechowej.

**Mieszany system zasilania** jest obecnie najczęściej stosowany na OIT i w salach operacyjnych. Bazuje na obu sprężonych gazach, tj. powietrzu i tlenie, w sytuacji braku zasilania sieciowego korzysta z kompresora. Najnowsze konstrukcje, wysoce zaawansowane technologicznie, pozwalają na prowadzenie wentylacji mechanicznej w sytuacjach nietypowych, takich jak np. niezależna wentylacja płuc, wentylacja oscylacyjna wysoką częstotliwością oddechów (HFO), wentylacja dyszowa czy płynowa.

Napęd manualny respiratora polega na wykorzystaniu do wentylacji powszechnie znanego samorozprężalnego worka do resuscytacji krążeniowo-oddechowej (z możliwością dodatkowego wyposażenia w worek rezerwuarowy oraz podłączenia do źródła tlenu).

Respirator jest z jednej strony prostym w założeniu, a z drugiej technologicznie zaawansowanym i skomplikowanym urządzeniem podtrzymującym funkcje układu oddechowego.

**Po każdorazowym użyciu** respirator należy umyć (obudowę, interfejs itd.), części wielorazowego użytku poddać sterylizacji/dezynfekcji, zmontować układ oddechowy i poddać urządzenie krótkiemu samotestowi pod kątem przepływu, ciśnienia, wycieku gazów (szczelności), podatności (obwód pacjenta) i odporności układu (obwód pacjenta, filtr wydechowy).

W skład standardowego wyposażenia, oprócz respiratora wchodzi:

- układ /obwód oddechowy: ramię wdechowe, ramię wydechowe, pułapka wodna, łącznik/trójnik Y z opcją portu temperaturowego, łącznik kątowy z opcją pomiaru kapnometrii,
- filtr wdechowy i wydechowy, filtr antybakteryjny, antywirusowy HME z możliwością monitorowania kapnometrii (w filtry wdechowym),
- karbowane przedłużenie z kominkiem oraz końcówką kompatybilną z łącznikiem/trójnikiem Y, filtrem lub nawilżaczem, z otworem do kapnometrii, ewakuacji wydzieliny i bronchoskopii,
- nawilżacz.

W celu wykonania samotestu respiratora (trwającego około 3 minuty) należy zamontować filtr od strony respiratora, ramiona wdechowe i wydechowe, łącznik Y z gumową lub plastikową zatyczką do jego zablokowania, a następnie po włączeniu respiratora i wyborze autotestu postępować zgodnie z komunikatami. Tylko pozytywne przejście autotestu daje możliwości prowadzenia mechanicznej wentylacji z użyciem respiratora.

**Krzywe oddechowe** opisują zmiany ciśnienia, objętości i przepływu, a tym samym płucną dystrybucję gazów podczas cyklu oddechowego.

Przebieg krzywych oddechowych wyznaczają następujące **nastawione w respiratorze parametry**:

- ciśnienie wdechowe,
- PEEP,
- stosunek I:E,
- objętość oddechowa,
- częstość oddechów.

### **3. Tryby wentylacji i wspomaganie oddechu**

Wentylacja mechaniczna to metoda leczenia, w której urządzenie medyczne zastępuje czynność oddechową chorego. Zadaniem wentylacji mechanicznej jest wymuszenie ruchu gazów w drogach oddechowych i w płucach. Potrzeba wspomaganie oddychania występują w przypadku retencji CO<sub>2</sub>, niewystarczającego utlenowania krwi tętniczej. Występujące zmiany w mechanice oddychania w postaci zwiększenia oporów w drogach oddechowych lub zmniejszenia podatności płuc, powodują zwiększenie obciążenia mięśni oddechowych, a zwłaszcza przepony, z pojawieniem się metabolizmu beztlenowego i kwasicy mleczanowej.

**Wentylacja kontrolowana (CMV)** to wentylacja, podczas której respirator wykonuje całą pracę oddychania oraz narzuca czas trwania i objętość każdego oddechu.

**Wentylacja objętościowo-zmienna (VCV)**

**Nastawienia respiratora podczas wentylacji objętościowo-zmiennej:**

- objętość oddechowa (VT),
- częstość oddechów (f),
- dodatnie ciśnienie końcowo-wydechowe (PEEP),
- stosunek I:E lub czas wdechu (T lub w %),
- wdechowe stężenie tlenu (FiO<sub>2</sub>),
- przepływ wdechowy (lub czas narastania w %),
- górna granica ciśnienia.

**Wentylacja ciśnieniowo-zmienna (PCV)**

**Nastawienia respiratora podczas wentylacji ciśnieniowo-zmiennej:**

- szczytowe ciśnienie wdechowe (P<sub>insp</sub>),
- dodatnie ciśnienie końcowo-wydechowe (PEEP),
- częstość oddechów (f),
- stosunek I:E lub czas wdechu (T lub %),
- wdechowe stężenie tlenu FiO<sub>2</sub>,
- szybkość narastania ciśnienia (przepływ wdechowy lub czas narastania w %).

**Podstawowe wartości parametrów podczas wentylacji ciśnieniowo-zmiennej:**

- ciśnienie wdechowe: 12–15 cmH<sub>2</sub>O ponad PEEP
- dodatnie ciśnienie końcowo-wydechowe (PEEP): 5–8 cmH<sub>2</sub>O
- częstość oddechów: 12–15/min
- szybkość narastania ciśnienia: 80–120 l/min
- stosunek I:E: 1:2
- wdechowe stężenie tlenu (FiO<sub>2</sub>): 40% lub wg PaO<sub>2</sub>.

**Synchronizowana przerywana wentylacja obowiązkowa (SIMV)**

SIMV stanowi połączenie oddechu spontanicznego i wentylacji mechanicznej.

Minimalna wentylacja minutowa = fIMV x VT

Wentylacja w trybie SIMV może mieć charakter **objętościowo-zmienny** (SIMV volume-controlled) lub ciśnieniowo-zmienny (SIMV pressure-controlled).

#### **Nastawienia respiratora przy SIMV:**

częstość SIMV = obowiązkowa częstość oddechów,

- ciśnienie wdechowe (P<sub>insp</sub>) przy *SIMV-pressure-controlled* lub
- objętość oddechowa (VT) przy *SIMV-volume-controlled*,
- czas trwania oddechu obowiązkowego: T<sub>insp</sub> bądź czas trwania w % lub f<sub>I</sub>PPV i stosunek I:E,
- dodatnie ciśnienie końcowo-wydechowe (PEEP),
- próg wspomagania (czujnik przepływu lub ciśnienia) przepływ wdechowy (przepływ lub czas narastania w %),
- wdechowe stężenie tlenu (FiO<sub>2</sub>),
- górna granica ciśnienia (przy *SIMV-volume-controlled*).

#### **BIPAP (Oddychanie z dwufazowym dodatnim ciśnieniem w drogach oddechowych)**

BIPAP to **połączenie odbywających się jednocześnie oddechu spontanicznego i wentylacji ciśnieniowo-zmiennej** z ustalonym czasem wdechu.

Metoda ta polega naprzemiennym wytwarzaniu w układzie oddechowym dwóch różnych poziomów ciśnienia, których wartości są niezależne od siebie i podlegają dowolnej regulacji.

#### **Nastawienia respiratora w trybie BIPAP:**

- wyższy (wdechowy) poziom ciśnienia (P<sub>insp</sub> = P<sub>hight</sub>),
- niższy (wydechowy) poziom ciśnienia (PEEP = P<sub>low</sub>),
- czas trwania wyższego ciśnienia,
- czas trwania niższego ciśnienia,
- wdechowe stężenie tlenu (FiO<sub>2</sub>),
- prędkość narastania ciśnienia,
- próg wspomagania czujnika przepływu.

W metodach wspomagania oddychania BIPAP lub BIPAP-ASB pacjent ma możliwość oddychania spontanicznego podczas całego cyklu oddechowego respiratora, tzn. zarówno w fazie wysokiego, jak i niskiego ciśnienia.

#### **CPAP (Ciągłe dodatnie ciśnienie w drogach oddechowych)**

CPAP to **oddychanie spontaniczne z ciągłym dodatnim ciśnieniem** w drogach oddechowych we wszystkich fazach cyklu oddechowego. Pacjent oddycha samodzielnie, a w układzie oddechowym utrzymywana jest podwyższona wartość ciśnienia w stosunku do ciśnienia atmosferycznego.

CPAP jest metodą wsparcia oddychania spontanicznego poprzez utrzymanie FRC.

Wsparcie oddechowe typu CPAP może być stosowane również za pomocą ściśle przylegającej maski twarzowej lub nosowej.

**CPAP powoduje poprawę oksygenacji (wzrost PaO<sub>2</sub>) poprzez:**

- utrzymanie lub wzrost czynnościowej pojemności zalegającej (= > zwiększenie powierzchni wymiany gazowej),
- zmniejszenie prawdopodobieństwa zapadania się dróg oddechowych o małej średnicy dzięki ciągłemu dodatniemu ciśnieniu panującemu w układzie,
- ponowne upowietrzenie niedodmowych obszarów płuc („rekrutacja pęcherzyków płucnych”),
- zmniejszenie płucnego prawo-lewego przecieku krwi,
- normalizacja stosunku wentylacji do perfuzji,
- spadek wysiłku oddechowego.

#### **Wskazania do CPAP:**

- pourazowe (stłuczenie płuc) i pooperacyjne (niedodma obszarów tylnie podstawnych, szczególnie po zabiegach w nadbrzuszu) zaburzenia wymiany gazowej,

- zapalenie płuc,
- obrzęk płuc,
- COPD/astma oskrzelowa,
- odzwyczajanie od wentylacji mechanicznej,
- IRDS.

### PEEP (Wentylacja z dodatnim ciśnieniem końcowo-wydechowym)

PEEP powoduje poprawę oksigenacji ze wzrostem PaO<sub>2</sub> poprzez:

- zapobieganie zapadaniu się pęcherzyków płucnych w końcowej fazie wydechu,
- upowietrzenie niedodmowych obszarów płuc – tzw. rekrutację,
- zwiększenie czynnościowej pojemności zalegającej (FRC) (wzrost powierzchni wymiany gazowej),
- redukcję płucnego prawo-lewego przecieku krwi,
- poprawę stosunku wentylacji do perfuzji.

U każdego pacjenta poddanego sztucznej wentylacji, także przy **zdrowych płucach**, należy nastawić niską wartość PEEP rzędu 5–7 cmH<sub>2</sub>O. Niektórzy pacjenci przebywający w OIT mogą wymagać stosowania większych wartości PEEP.

#### Objawy uboczne PEEP

##### Hemodynamiczne objawy uboczne:

- wzrost ciśnienia w klatce piersiowej => skutek:
- wzrost ośrodkowego ciśnienia żylnego
- zmniejszenie powrotu żylnego do serca (= > obniżenie obciążenia wstępnego)
- spadek rzutu serca
- upośledzenie perfuzji nerek, wątroby i trzewi
- wzrost ciśnienia śródczaszkowego (utrudnienie odpływu krwi przez żyły szyjne).

##### Płucne objawy uboczne:

- uszkodzenie płuc związane z wentylacją mechaniczną (VILI).

Uszkodzenie miąższu płuc wywołuje niski PEEP. Jeśli PEEP = 0, ten typ wentylacji określany jest jako wentylacja z przerywanym ciśnieniem dodatnim – IPPV.

### IRV (Wentylacja z odwróconym stosunkiem wdechu do wydechu)

Metoda IRV opiera się na odwróceniu stosunku I:E:

- czas wdechu ulega wydłużeniu,
- czas wydechu ulega skróceniu,
- wzrasta średnie ciśnienie w drogach oddechowych.

Wybór stosunku I:E wymaga ścisłej kontroli ciśnień w drogach oddechowych i przebiegu krzywej przepływu wydechowego. W praktyce intensywnej terapii stosuje się stosunek I:E pomiędzy 1,5:1 i 4:1.

IRV powoduje poprawę oksigenacji (wzrost PaO<sub>2</sub>) poprzez:

- rekrutację powierzchni wymiany gazowej.

**Wewnętrzny PEEP** inaczej auto-PEEP jest ukrytym dodatnim ciśnieniem końcowo-wydechowym w pęcherzykach zagrożonych zamknięciem.

**Nastawienie IRV bez generowania wewnętrznego PEEP** działa tylko w sposób ograniczony.

**Powstanie wewnętrznego PEEP można osiągnąć poprzez:**

- stopniową zmianę stosunku I:E z 1:2 na 4:1,
- zwiększenie częstości oddechów przy zaprogramowanym stosunku I:E (np. 1:1),
- stopniową zmianę stosunku I:E i zwiększenie częstości oddechów (konieczne przede wszystkim w małych i sztywnych płucach => krótka stała czasowa).

### ASB (Wspomaganie ciśnieniowe oddechu spontanicznego)

Inne nazwy to IFA, IPS, PSV, PV.

ASB stanowi przepływowo-zmienne wspomaganie ciśnieniowe oddechu spontanicznego. Łączy w sobie zalety wentylacji ciśnieniowo-zmiennej i oddechu spontanicznego, którego każdy oddech jest wspomagany ciśnieniem.

W trybie ASB respirator wykonuje część pracy oddychania, natomiast pacjent kontroluje częstość oddechów oraz ich objętość. Oprócz częstości oddechów, pacjent określa nie tylko początek, ale także przebieg (czas trwania wdechu) i objętość oddechową mechanicznie wspomaganego oddechu.

#### **Nastawienia respiratora przy ASB (PSV):**

- wdechowe wspomaganie ciśnieniowe („ciśnienie ASB”),
- dodatnie ciśnienie końcowo-wydechowe (PEEP),
- prędkość narastania ciśnienia,
- próg wspomagania (czujnik ciśnienia lub przepływu),
- wdechowe stężenie tlenu ( $\text{FiO}_2$ ).

#### **Podstawowe wartości parametrów respiratora przy ASB (PSV):**

- *efektywne wspomaganie ciśnieniowe*. 12–15  $\text{cmH}_2\text{O}$  powyżej PEEP,
- dodatnie ciśnienie końcowo-wydechowe (PEEP): 5–8  $\text{cmH}_2\text{O}$ ,
- prędkość narastania ciśnienia: <0,5 s,
- wdechowe stężenie tlenu ( $\text{FiO}_2$ ): 40% bądź wg  $\text{PaO}_2$ ,
- próg wspomagania: 2 l/min bądź 1  $\text{cm H}_2\text{O}$  poniżej PEEP.

## **4. Monitorowanie pracy respiratora, alarmy**

Monitorowanie respiratora obejmuje:

- ciśnienie (alarm okluzji, alarm rozłączenia),
- objętość (wskaźnik objętości),
- częstość oddechów (wskaźnik częstości oddechów),
- alarm bezdechu
- stężenie  $\text{O}_2$  w gazach wdechowych,
- temperatura gazów wdechowych,
- alarmy logistyczne (alarm niskiego ciśnienia gazu na wlocie, braku zasilania),
- alarmy o niezdolności respiratora do pracy (uszkodzenie układu kontroli elektronicznej lub mechanicznej).

Monitorowanie mechaniki oddychania obejmuje:

- Podatność,
- opór.

## **5. Ocena skuteczności wentylacji**

Do oceny skuteczności wentylacji stosuje się:

- pulsoksymetrię,
- kapnografię,
- gazometrię krwi tętniczej.

## **6. Odzwyczajanie pacjenta od respiratora**

Odzwyczajanie pacjenta od respiratora (weaning) opisuje przeniesienie pracy oddychania i regulacji oddychania z respiratora na pacjenta.

Odzwyczajanie od wentylacji mechanicznej rozpoczyna się, gdy poprawa stanu ogólnego pacjenta umożliwia zmniejszenie stopnia wspomagania oddechu.

Głównym warunkiem skutecznego odzwyczajania od respiratora jest stabilizacja stanu klinicznego i optymalizacja funkcjonowania mięśni oddechowych.

**Strategia odzwyczajania od respiratora musi uwzględniać:**

**Czynniki zależne od pacjenta:**

- parametry mechaniki oddychania (podatność i opór),

- zużycie tlenu i produkcja dwutlenku węgla,
- metabolizm - gospodarka elektrolitowa i kwasowo-zasadowa,
- przygotowanie pacjenta,
- fizjoterapia i uruchamianie,
- napęd oddechowy.

#### **Czynniki zależne od aparatury oddechowej:**

- rurka dotchawicza,
- próg wspomagania – czułość wspomagania.

#### **Kryteria upoważniające do rozpoczęcia odzwyczajania:**

- adekwatny stan układu oddechowego (mechanika oddychania, wymiana gazowa, rtg klatki piersiowej),
- odpowiedni stan centralnego układu nerwowego (brak objawów abstynencyjnych, zdolność do współpracy, motywacja),
- stabilny układ sercowo-naczyniowy,
- wyrównany bilans płynowy,
- dobra funkcja przewodu pokarmowego,
- stan równowagi gospodarki kwasowo-zasadowej i elektrolitowej,
- stabilna przemiana materii (odpowiedni stan odżywienia – brak nadmiernego nasilenia katabolizmu),
- wystarczające uruchomienie.

#### **Przyczyny niepowodzenia odzwyczajania od respiratora:**

- zwiększony wysiłek oddechowy,
- zwiększony opór:
  - zbyt wąska rurka dotchawicza,
  - zwiększone napięcie mięśniówki oskrzeli,
  - zmiany zapalne śluzówki,
  - zaleganie wydzieliny,
  - dynamiczny ucisk ograniczający przepływ wydechowy,
- zmniejszona podatność:
  - **przyczyny płucne:** wysięk w opłucnej, nacieki, niedodma, obrzęk,
  - **przyczyny pozapłucne:** wysokie ustawienie przepony z różnych przyczyn, np. niedrożność, wodobrzusze, wzdęcie brzucha, zaburzenia gospodarki wodnej: np. wysoki dodatni bilans płynowy, niewydolność lewego serca,
- zaburzenia mechaniki oddychania,
- osłabienie mięśni,
- ból,
- brak koordynacji mięśni oddechowych: zaburzenia elektrolitowe (hipofosfatemia, hipomagnezemia, hipokalcemia, hipokaliemia), zaburzenia gospodarki kwasowo-zasadowej (alkaloza metaboliczna, kwasica metaboliczna), katabolizm,
- zwiększone zapotrzebowanie na wentylację,
- zwiększona produkcja CO<sub>2</sub> (VCO<sub>2</sub>) w przebiegu:
  - infekcji, gorączki (= > nieleczone ognisko),
  - pobudzenia różnego pochodzenia (np.: zespół psychoorganiczny, zespół przejściowy, zespół abstynencji po opioidach, zespół abstynencji poalkoholowej),
  - zbyt dużego dostarczania węglowodanów (hiperalimentacja),
- zwiększona wentylacja przestrzeni martwej (VD/VT).

#### **Czynniki psychologiczne:**

- niedostateczne wsparcie pacjenta,
- psychiczna zależność od respiratora,
- niedostateczna informacja i porozumiewanie się, w następstwie:
  - stres
  - pacjent czuje się samotny, zostaje ze swoim strachem, obawami i pytaniami.

#### **Czynniki ogólne:**

- niedostateczne uruchamianie i fizjoterapia oddechowa,

- błędy techniczne (jatrogenne), np.:
  - zbyt wysoki opór rurki dotchawiczej,
  - nastawienia respiratora nie są optymalne (zbyt wysoki próg wspomagania, zbyt płaskie narastanie ciśnienia przy ASB, niezauważony brak synchronizacji).

#### Strategie odzwyczajania pacjenta od respiratora

Możemy wyróżnić dwa podstawowe sposoby odzwyczajania pacjenta od respiratora:

- **odzwyczajanie przerywane** polega na naprzemiennych fazach kontrolowanej wentylacji mechanicznej i oddychania spontanicznego bez wspomagania z respiratora. Zaletą jest brak konieczności otwierania żadnych zastawek, dodatkowa praca oddychania wiąże się „tylko” z pokonaniem oporu rurki dotchawiczej.
- **odzwyczajanie ciągłe** umożliwia płynne przejście od wentylacji kontrolowanej do oddychania spontanicznego. Początkowo respirator przejmuje 100% pracy oddychania pacjenta, ale w dalszym przebiegu odzwyczajania zwiększa się coraz bardziej udział pacjenta w pracy oddychania, aż przejmuje ją całkowicie. Wyróżniamy tu :
  - strategię odzwyczajania przy użyciu SIMV/ASB
  - strategię odzwyczajania przy użyciu BIPAP
  - strategię odzwyczajania przy użyciu BIPAP-ASB

**Stopniowe zmniejszanie mechanicznego wspomagania oddechu po długotrwałej wentylacji: „step by step approach”.**

1. Redukcja stężenia  $O_2$  w gazach wdechowych  $<0,6$  (docelowo:  $\leq 0,5$ ).
2. Normalizacja stosunku I:E od IRV do 1:2.
3. Redukcja dodatniego ciśnienia końcowo-wydechowego PEEP (do 5–6 cm H<sub>2</sub>O).
4. Zmniejszenie lub modyfikacja dawki leków uspokajających i przeciwbólowych.
5. Stosowanie metod wentylacji umożliwiających aktywność oddechową pacjenta (SIMV, ASB, BIPAP CPAP).

#### Stopniowe zmniejszanie wentylacji mechanicznej:

- BIPAP: redukcja ciśnienia wdechowego ( $P_{insp} = P_{high}$ ) i częstości oddechów,
- SIMV: redukcja częstości oddechów,
- ASB: redukcja wspomagania ciśnieniowego.

### 7. Wskazania do ekstubacji

**Ekstubacja** to proces usunięcia rurki intubacyjnej. Decyzję o ekstubacji podejmuje się wtedy, gdy pacjent jest w stanie oddychać samodzielnie, posiada zdolność połknięcia lub odrzucenia, jest dostatecznie świadomy i wartość saturacji (wysycenie krwi tlenem) jest prawidłowa.

### 8. Wentylacja nieinwazyjna

**Wentylacja nieinwazyjna (NIV, non-invasive ventilation)** to wentylacja poprzez ściśle przylegającą do nosa lub twarzy maskę. Na początku terapii stosuje się z reguły maskę twarzową, ponieważ pacjent w okresie ostrej niewydolności oddechowej nie jest w stanie oddychać przez nos z zamkniętymi ustami.

Każdy rodzaj wentylacji stosowany przez rurkę dotchawiczą (np. wentylacja A/C, SIMV, ASB, PPS) może być stosowany także metodą nieinwazyjną.

#### NIV ma zastosowanie w:

- intensywnej terapii: leczenie niewydolności wentylacyjnej, przede wszystkim w zaostrzeniach COPD,
- wentylacji w warunkach domowych: tzw. „przerywana wentylacja własna”.



### Wskazania do NIV:

#### oddechowe:

- zaburzenia napędu oddechowego (np. obturacyjny zespół bezdechu nocnego, zespół Pickwicka),
- schorzenia nerwowo-mięśniowe (np. wysokie przecięcie poprzeczne rdzenia, zapalenie rogów przednich rdzenia, choroba Duchenne'a, stwardnienie boczne zanikowe),
- przewlekła wentylacyjna niewydolność oddechowa (niewydolność mięśni oddechowych),
- ostra nawracająca niewydolność oddechowa w przebiegu COPD,
- schorzenia płucne i deformacje klatki piersiowej (np. ciężka kifoskolioza),
- obustronne porażenie nerwu przeponowego,
- zaburzenia wymiany gazowej po zabiegach operacyjnych w klatce piersiowej i nadbrzuszu,

#### krążeniowe:

- kardiogeny obrzęk płuc.

#### Przeciwwskazania do NIV:

- pacjenci w śpiączce,
- pacjenci niewspółpracujący,
- niebezpieczeństwo zachłyśnięcia,
- nadmierne wydzielanie w drogach oddechowych,
- niedostateczny odruch kaszlowy z koniecznością częstego odsysania z tchawicy,
- niestabilność hemodynamiczna,
- krwawienie z przewodu pokarmowego,
- po dużych operacjach chirurgicznych w nadbrzuszu,
- uszkodzenia lub deformacje twarzy.

#### Zalety wentylacji nieinwazyjnej:

- NIV jest lepiej tolerowana przez pacjenta, o ile stosuje się indywidualne maski nosowe i twarzowe,
- brak potrzeby stosowania sedacji lub tylko w niewielkim stopniu (np. midazolam),
- pacjent sam określa początek i koniec przerywanej wentylacji własnej (=> wentylacja domowa), sam jest w stanie założyć sobie maskę,
- utrzymana jest komunikacja z otoczeniem, ponieważ możliwe jest mówienie, skutek: lepsze samopoczucie,
- możliwe żywienie doustne, ponieważ nie jest zaburzone połykanie,
- fizjologiczne nawilżanie i ogrzewanie powietrza oddechowego,
- niezaburzona praca rzęsek i odruch kaszlowy,
- możliwe jest poruszanie się w większym zakresie, gdyż NIV można stosować nie tylko w pozycji siedzącej, ale także podczas chodzenia, możliwa jest codzienna aktywność pacjenta w domu, a nawet podróżowanie.

**Respirator** to urządzenie medyczne potocznie nazywane sztucznym płucem, które pełni funkcje wspomagające lub zastępujące mięśnie pacjenta niezbędne w procesie oddychania. Respirator może być używany zarówno w warunkach domowych, jak i na oddziałach szpitalnych. Respiratory nowej generacji wyróżnia niewielki rozmiar, mała waga, bezpieczeństwo oraz niezawodność, dzięki czemu idealnie sprawdzą się w wentylacji mechanicznej zarówno na oddziałach szpitalnych, jak i w warunkach domowych.

Ryc.18 Respirator do wentylacji nieinwazyjnej.



Źródło : [www.meden.com.pl](http://www.meden.com.pl)

**Maski używane do wentylacji nieinwazyjnej:**

- maski twarzowe (ustno-nosowe),

Ryc. 19. Maska twarzowa.



Źródło: [www.oddechycia.pl](http://www.oddechycia.pl) (dostęp z dnia 02.12.2022 r.)

- Pełnotwarzowe.

Ryc. 20. Maska pełno twarzowa.



Źródło: [www.respicare.pl](http://www.respicare.pl) (dostęp z dnia 02.12.2022 r.)

**Podstawowe nastawienia respiratora podczas NIV**

Wentylacja kontrolowana:

- objętość oddechowa: 6-8 ml/kg,
- częstość oddechów: niska > niż częstość oddechów spontanicznych pacjenta (overdrive => supresja centralnego napędu oddechowego),
- stosunek I:E: 1:2,
- PEEP: 5-8 cmH<sub>2</sub>O,
- wdechowe stężenie tlenu (FIO<sub>2</sub>): 40% bądź wg PaO<sub>2</sub>.

### Wentylacja wspomagana (pressure support):

- bezwzględne ciśnienie wdechowe: 15–20 cmH<sub>2</sub>O (uwaga: >20–25 cmH<sub>2</sub>O => rozdęcie żołądka), PEEP: 5–8 cmH<sub>2</sub>O bądź wg PaO<sub>2</sub> lub i-PEEP,
- wdechowe stężenie tlenu (FiO<sub>2</sub>): 40% bądź wg PaO<sub>2</sub>.

### Działania uboczne NIV:

- problemy tolerancji (najczęściej do pokonania przez właściwe przeszkolenie),
- niedostateczna wentylacja (przecieki, zbyt wysoki próg wspomagania, brak synchronizacji),
- przecieki wokół masek nosowych lub twarzowych (można ich uniknąć poprzez stosowanie masek indywidualnych),
- miejscowy ucisk przez maski nosowe lub twarzowe (można ich uniknąć poprzez stosowanie masek indywidualnych),
- dolegliwości brzuszne (wzdęcia, wymioty z niebezpieczeństwem zachłyśnięcia),
- zapalenie spojówek jako następstwo przecieków,
- zaburzenia snu,
- reakcje klaustrofobii,
- odrzucenie terapii przez pacjenta.

## 9. Domowa wentylacja pacjenta

Wentylacja domowa polega na leczeniu niewydolności oddechowej za pomocą respiratora, który jest stosowany w domu pacjenta. Respirator to maszyna, która wspomaga lub zastępuje niewydolny oddech chorego.

Główne urządzenia do wentylacji nieinwazyjnej w domu to CPAP i BiPAP,

Główną różnicą między urządzeniami BiPAP i CPAP jest to, że urządzenia BiPAP mają dwa ustawienia ciśnienia: zalecane ciśnienie do wdechu (ipap) i niższe ciśnienie do wydechu (epap). Podwójne ustawienia pozwalają pacjentowi na łatwiejsze oddychanie. Urządzenia BiPAP są bardziej zaawansowane technicznie, wyposażone w dodatkowe czujniki i często mogą pracować w wielu różnych ustawieniach. Częstym wyposażeniem urządzeń tego typu jest zintegrowany nawilżacz powietrza.

Urządzenie BiPAP składa się ze sprężarki, nazywanej przez pacjentów respiratorem oraz przewodu (rury) i maski na twarz.

Respirator może być połączony z pacjentem w dwojaki sposób:

- inwazyjny – rury respiratora podłączamy do tracheostomii (sztucznie wytworzonego w szyi otworu prowadzącego do tchawicy),
- nieinwazyjny – respirator łączymy z pacjentem za pomocą różnego rodzaju masek zakładanych na twarz.

Dzięki programowi wentylacji domowej chorzy wentylowani inwazyjnie (są to najczęściej chorzy, którzy w przebiegu choroby podstawowej przebywają cały czas w oddziale intensywnej terapii) mają szansę być przeniesieni do domu, w warunki zapewniające nieporównywalnie większy komfort życia choremu i jego rodzinie. W wentylacji domowej najczęściej jednak stosowana jest wentylacja nieinwazyjna, w której rury respiratora podłączane są nie do rurki tracheostomijnej, lecz do masek mocowanych paskami do twarzy. Jej skuteczność wynika ze zdolności do zmniejszania zmęczenia mięśni oddechowych nieodłącznie związanego z przewlekłą niewydolnością oddechową. Technika wentylacji nieinwazyjnej w warunkach domowych polega na stosowaniu „sesji” wentylacji mechanicznej przedzielonych okresami wentylacji własnej chorego. Czas wentylacji wspomaganey w jednej sesji powinien wynosić minimum 60–90 minut (lub więcej, w zależności od potrzeb i założonego programu). Jest to czas wystarczający do odpoczynku i regeneracji mięśni oddechowych. W praktyce, w stanach mniej zaawansowanych, chorzy wentylowani są w domu przez kilka godzin, najczęściej w nocy. W miarę postępu choroby czas wentylacji wydłuża się.

## 10. Metody nawilżania i ogrzewania gazów

Nawilżanie i ogrzewanie gazów oddechowych stanowi konieczny warunek wszystkich rodzajów mechanicznego wspomagania oddychania.

Intubacja, tracheostomia powoduje ominięcie struktur odpowiedzialnych za nawilżenie i ogrzanie powietrza wdychanego.

Dostępne są następujące metody ogrzewania gazów:

• **aktywne układy nawilżania - nawilżacze**

Wewnątrz nawilżacza ogrzewana jest sterylna woda destylowana, która parując, powoduje wysycenie parą wodną znajdującego się w komorze powietrza. Gazy wdychowe, które przechodzą ponad powierzchnią wody, ulegają ogrzaniu i całkowitemu wysyceniu parą wodną. Wadą nawilżaczy jest ryzyko kontaminacji bakteryjnej zbiornika wody i wody skroplonej w przewodach, które może prowadzić do rozwoju nozokomialnego zapalenia płuc oraz niebezpieczeństwo hipertermii przy nieprawidłowym działaniu nawilżacza,

• **biernie układy nawilżania –kondensatory ciepła i wilgotności tzw. „sztuczne nosy”**

Zakłada się je na rurki intubacyjne, tracheostomijne. Zatrzymują one parę wodną, przy wydechu, a podczas następnego wdechu oddają wilgoć suchemu powietrzu oraz ogrzewają je. Kondensatory wilgotności nie mogą być używane z innymi nawilżaczami.

Mieszanina oddechowa musi być ogrzana do temperatury 37°C i nawilżona do 100% wilgotności względnej.

**Nawilżanie gazów oddechowych przy tlenoterapii biernej.**

Nawilżacze stosowane przy tlenoterapii biernej wykorzystują nawilżanie gazów przepływających nad poziomem wody o temperaturze pokojowej. Groźnym powikłaniem występującym przy tego typu procedurze może być zakażenie bakteryjne pojemników z wodą. Zaleca się wyjaławianie pojemników przed użyciem oraz wypełnianie ich wodą destylowaną tuż przed podłączeniem nawilżania do chorego. Co 24 godziny należy wymieniać pojemnik z wodą na nowy.

**11. Działania niepożądane i powikłania wentylacji mechanicznej**

**Niepożądane działania uboczne wentylacji mechanicznej:**

- wzrost ciśnienia w klatce piersiowej,
- spadek powrotu żylnego,
- wzrost płucnego oporu naczyniowego,
- spadek rzutu serca,
- zmniejszenie perfuzji nerek, wątroby i trzewi,
- utrudnienie odpływu krwi żyłnej z mózgu i wzrost ciśnienia śródczaszkowego (ICP),
- barotrauma.

Wentylacja mechaniczna może oddziaływać na układ krążenia w różny sposób.

Wpływ wentylacji mechanicznej na rzut serca uzależniony jest od czynności lewej i prawej komory oraz od wypełnienia łożyska naczyniowego. Zależnie od objętości końcowo-rozkurczowej, wentylacja mechaniczna może wywoływać albo wzrost, albo spadek rzutu serca (**krzywa Franka-Starlinga**).

Tabela 2. Hemodynamiczne oddziaływanie wentylacji mechanicznej.

	Prawa komora	Lewa komora
Obciążenie wstępne	Spadek	Spadek
Obciążenie następcze	Zmienne	Spadek

U niektórych pacjentów OIT poddanych wentylacji mechanicznej może dojść do pogorszenia czynności wątroby (hiperbilirubinemia, podwyższone poziomy enzymów wydalniczych świadczące o cholestazie). Przyczynę tych zaburzeń może stanowić ucisk wewnątrzwątrobowych dróg żółciowych, jak i przekrwienie żyłne warstwy podśluzówkowej w okolicy przewodu żółciowego.

Wentylacja mechaniczna może powodować zatrzymywanie sodu oraz płynów. Efekt ten jest bardziej nasilony podczas stosowania PEEP.

Wentylacja mechaniczna w następstwie wzrostu ciśnienia w klatce piersiowej prowadzi do zmniejszenia odpływu krwi z żył szyjnych oraz obniżenia ciśnienia perfuzji mózgowej.

**Niekorzystne oddziaływanie wentylacji mechanicznej** może wywołać uszkodzenie płuc związane z wentylacją mechaniczną (**VILI**, ventilator induced lunginjury) poprzez:

- powstanie sił uszkodzających pęcherzyk w wyniku zmian jego średnicy => **shear stress trauma**,
- wysokie objętości oddechowe => **volutrauma** (uraz z rozciągania),
- wysokie ciśnienia w drogach oddechowych => **barotrauma**,
- wysokie FiO<sub>2</sub> >0,6 => toksyczność tlenu,
- lokalne uwolnienie mediatorów reakcji zapalnej (leukocyty, makrofagi) => biotrauma,
- respiratorowe zapalenie płuc (**VAP**) to zapalenie płuc, które wystąpiło po upływie >48h od rozpoczęcia inwazyjnej wentylacji mechanicznej.

Określenie barotrauma obejmuje wszystkie powikłania płucne w przebiegu wentylacji mechanicznej, które prowadzą do nagromadzenia powietrza w przestrzeni pozapęcherzykowej. Częstość barotraumy wynosi 1–20%.

## 12. Drenaż jamy opłucnowej

**Drenaż opłucnej** jest zabiegiem polegającym na wprowadzeniu w przestrzeń międzyżebrową do opłucnej drenu w celu rozprężenia płuca, usunięcia powietrza, płynu lub ogniska zakażenia. Poprawne przeprowadzenie zabiegu wymaga użycia odpowiedniego sprzętu – zestawu do drenażu jamy opłucnej. Przykłady zestawów:

Ryc. 21. Zestaw do drenażu opłucnej z mechaniczną regulacją siły ssania VARIANT.



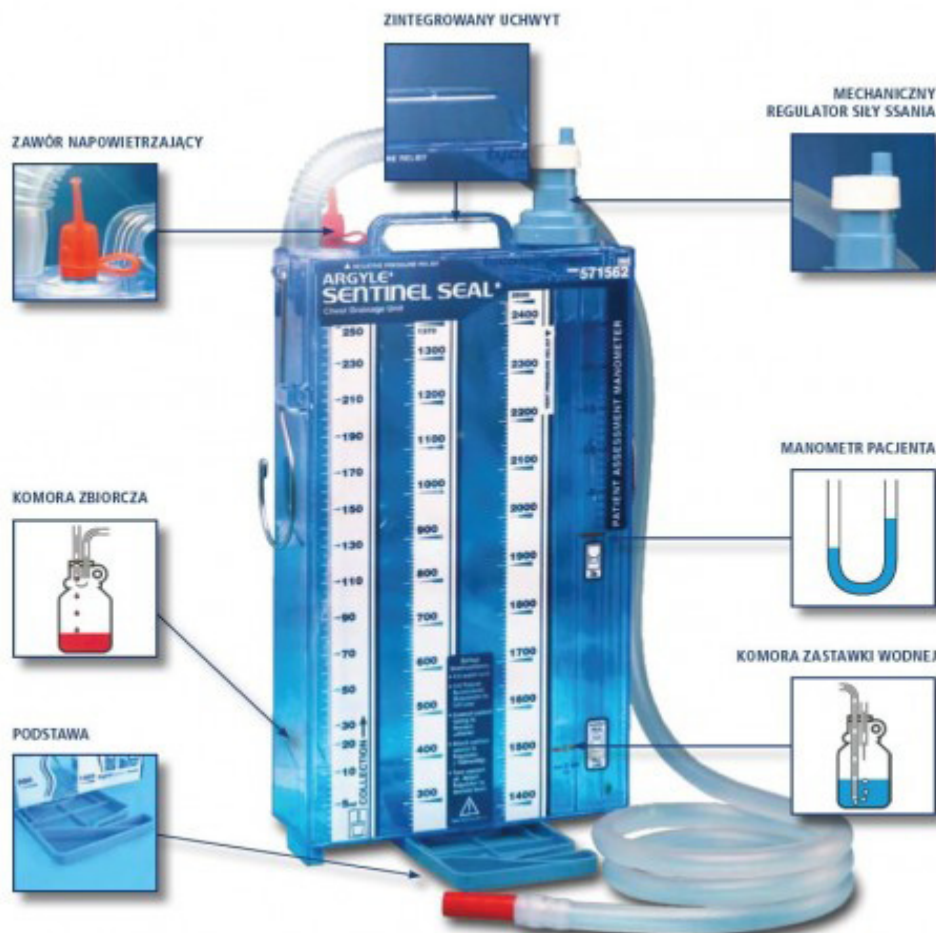
Źródło: [www.spacemed.pl](http://www.spacemed.pl)

Ryc. 22. Zestaw do drenażu opłucnej z wodną regulacją siły ssania COMPACT.



Zródło: [www.spacemed.pl](http://www.spacemed.pl)

Ryc. 23. Zestaw do drenażu opłucnej Sentinel Seal 2500 ml.



Źródło: [www.spacemed.pl](http://www.spacemed.pl)

Skuteczny drenaż jamy opłucnej zależy od średnicy zastosowanego drenu, prawidłowo funkcjonującego zestawu butli ssąco-zbiornych oraz od szczelności szwu mocującego dren do skóry chorego. Podstawową metodą potwierdzającą, że zapadnięte płuco się rozpręży jest opukanie oraz osłuchanie płuc, a następnie stwierdzenie symetrycznego, jawnego odgłosu opukowego i obustronnego szmeru pęcherzykowego.

W większości przypadków wykonuje się również kontrolne zdjęcie przeglądowe RTG klatki piersiowej oraz USG.

### **13. Problemy, które mogą wystąpić u pacjenta wentylowanego mechanicznie**

Problemy, które mogą wystąpić u pacjenta wentylowanego mechanicznie:

- hipoksemia,
- hipokapnia,
- hiperkapnia,
- „kłócenie się z respiratorem”,
- niewłaściwy przepływ gazów,
- niewłaściwy tryb oddychania,
- nadmierne rozdęcie pęcherzyków płucnych, zapadanie się pęcherzyków (nieadekwatna rekrutacja),
- pułapki powietrzne, zwiększona praca oddychania,
- przecieki w obrębie układu.

### **14. Kontrola zakażeń układu oddechowego związanych z prowadzeniem wentylacji mechanicznej. Metody pobierania materiału do badań bakteriologicznych**

Materiał pobierany w celu określania etiologii VAP może być pobierany:

- metodą aspiracji tchawiczej,
- inwazyjnymi metodami bronchoskopowymi.

Wyniki badań pobranych metodą aspiracji tchawiczej obarczone są ryzykiem kontaminacji próbki wydzieliną z górnych dróg oddechowych, zwłaszcza w sytuacjach uzyskania w posiewie flory mieszanej, co może wiązać się z niepotrzebną antybiotykoterapią w takich sytuacjach. Pomocna w odróżnieniu kolonizacji od zakażenia może być diagnostyka z wykorzystaniem metod ilościowych, zarówno materiałów pobranych bronchoskopowo, jak i poprzez aspirację tchawiczą przy następujących progach diagnostycznych:

- Aspirat tchawiczy:  $\geq 10^6$  CFU/ml,
- BAL:  $\geq 10^4$  CFU/ml,
- Materiały pobrane z oskrzela osłoniętą szczoteczką (PSB):  $\geq 10^3$  CFU/ml.



# MODUŁ IV

## FARMAKOTERAPIA NIEWYDOLNOŚCI ODDECHOWEJ

### Cel modułu

Przygotowanie uczestnika kursu do współuczestniczenia w farmakoterapii niewydolności oddechowej.

### 1. Leki rozszerzające oskrzela - adrenergiczne i antycholinergiczne – Bronchodilatory

#### Leki rozszerzające oskrzela

- Beta-mimetyki – pobudzają receptory Beta2 w oskrzelach – rozkurcz mięśniówki gładkiej, stosowane wziewnie,
- SABA (short-acting beta-agonist): fenoterol, salbutamol, czas działania 4–6h, stosowane doraźnie,
- LABA (long-acting beta-agonist): salmetrol, formoterol, czas działania 12h, indakaterol, czas działania 24 h, stosowane przewlekle.

Przy częstej podaży dużych ilości przenikają do krwi powodując tachyarytmie, drżenia mięśniowe, hipokaliemie.

#### Bronchodilatory

- Cholinolityki – blokują receptory M3 w oskrzelach – powodują rozkurcz mięśniówki gładkiej, zmniejszenie wydzielania śluzu. Stosowane są wziewnie.

SAMA (short-acting muscarinic-antagonist): bromek ipratropium, stosowany doraźnie w astmie i POChP.

LAMA (long-acting muscarinic-antagonist): tiotropium, stosowane przewlekle w astmie i POChP, glikopyronium, umeklidynium stosowane przewlekle w POChP.

**Działania niepożądane** to niska biodostępność, bóle głowy, kaszel, w dużym przedawkowaniu: suchość, tachykardia, zatrzymanie moczu, zaburzenia widzenia.

- Metyloksantyny – Teofilina stosowana tylko w POChP. Stosowane są doustnie i dożylnie. Hamują fosfodiesterazy, powodują rozkurcz oskrzeli. **Działania uboczne:** tachykardia, nudności, wymioty, arytmia.
- Roflumilast, hamuje fosfodiesterazy, stosowany doustnie, w ciężkim POChP, prowadzi do kacheksji.

### 2. Leki mukolityczne

Leki mukolityczne to leki upłynniające śluz oskrzelowy i zmniejszające jego lepkość.

- Związki sulfhydrylowe – mesna, acetylocysteina, karbocysteina,
- Tenzydy (detergenty) – tyloksapol, etosulfat sodowy,
- Bromheksyna i ambroksol,
- Deoksyrybonukleaza.

### 3. Sterydy

Sterydy to substytucja hormonów w niedoczynności kory nadnerczy. Wykazują działanie **przeciwzapalne, immunosupresyjne, przeciwalergiczne**.

Podnoszą poziom glukozy we krwi (rośnie glukoneogeneza, rośnie synteza glikogenu, maleje zużycie glukozy w mięśniach), proteoliza białek mięśni, rośnie synteza białek w wątrobie, rośnie lipoliza w kończynach, rośnie lipogeneza w dużych stężeniach, rośnie łaknienie, rośnie resorpcja sodu, wody, rośnie wydalanie potasu.

**Działanie niepożądane steroidów:**

- cukrzyca, zaniki mięśni, otyłość brzuszna,
- nadciśnienie tętnicze, zaostrzenie niewydolności serca, hipokaliemia, obrzęki,
- rośnie ryzyko infekcji (hamują układ odpornościowy),



- choroba wrzodowa żołądka i dwunastnicy,
- osteoporoza, jaskra, zaćma, niedoczynność tarczycy.

Leki steroidowe stosowane **doustnie i dożylnie**:

- krótko działające: prednizon, hydrokortyzon, prednizolon, metyloprednizolon
- średnioślugo działające: triamcynolon
- długo działające: deksametazon, betametazon.

Leki steroidowe stosowane **wziewnie**: budesonid, flutykazon, cyklezonid, beklometazon, mometazon.

Leki steroidowe stosowane **mięscowo**: mometazon, klobetazol, fluocynolon.

**Steroidy wziewne** są podstawą leczenia astmy oskrzelowej. Mają bardzo niską biodostępność, nie wchłaniają się do krwi. **Działania niepożądane GKS** to grzybica jamy ustnej i gardła, chrypka, kaszel. W celu zapobiegania działaniom niepożądanym po ich zastosowaniu należy płukać jamę ustną.

#### 4. Analgosedacja. Ocena poziomu sedacji

**Analgosedacja** jest postępowaniem polegającym na podaniu jednego lub kilku leków, których działanie wywołuje zmniejszenie aktywności (depresję) OUN. Umożliwia przeprowadzenie zabiegów z zachowaniem świadomości chorego. Znosi lęk, ból, daje uspokojenie i niepamięć wsteczną, komfort psychofizyczny. Stosowana jest u pacjentów wentylowanych w OIT. W celu obiektywizacji stopnia sedacji wykorzystywane są różne skale pomiarowe, np. RASS (Ryc. 24).

**Grupy leków stosowanych w analogosedacji:**

- leki uspokajające i przeciwlękowe (benzodwiazepiny – midazolam),
- leki przeciwbólowe (opioidy – oksykodon, fentanyl, remifentanyl),
- środki anestetyczne (dożylne: propofol, ketamina, deksmedetomidyna, wziewne).

Ryc. 24. Skala RASS.

SKALA RASS -THE RICHMOND AGITATION –SEDATION SCALE		
PUNKTY	STAN PACJENTA	OPIS
+ 4	AGRESYWNY	NADMIERNIE AGRESYWNY LUB GWAŁTOWNY STANOWIĄC NIEBEZPIECZEŃSTWO DLA PERSONELU
+ 3	BARDZO WZBURZONY	SZARPANIE LUB WYRYWANIE RUR,CEWNIKÓW,WKŁUĆ LUB WYKAZUJE AGRESJE
+ 2	WZBURZONY	CZĘSTO NIEUMYŚLNE RUCHY LUB BRAK WSPÓŁPRACY PACJENTA Z RESPIRATOREM
+ 1	NIESPOKOJNY	ZANIEPOKOJONY LUB LĘKLIWY LECZ BEZ AGRESYWNYCH I SILNYCH RUCHÓW
- 0	CZUJNY I SPOKOJNY	
- 1	SENNY	REAKCJA NA GŁOS Z KONTAKTEM WZROKOWYM + NIE W PEŁNI CZUJNY , ALE ŚWIADOMY Z PRZEBUDZENIEM > 10 SEK
- 2	LEKKA SEDACJA	PORUSZENIE W REAKCJI NA GŁOS Z KONTAKTEM WZROKOWYM + KRÓTKIE MOMENTY PRZEBUDZENIA < 10 SEK
- 3	UMIARKOWANA SEDACJA	PORUSZENIE W REAKCJI NA GŁOS, ALE BEZ KONTAKTU WZROKOWEGO
-4	GŁĘBOKA SEDACJA	BRAK REAKCJI NA GŁOS , ALE PORUSZENIE W REAKCJI NA STYMULACJE RUCHOWĄ
-5	BEZ REAKCJI	BRAK REAKCJI NA GŁOS I NA STYMULACJE RUCHOWĄ

26

Źródło: [www.slideplayer.pl](http://www.slideplayer.pl)

W OIT płytsza sedacja wiąże się z lepszymi efektami leczenia, pod warunkiem zapewnienia postępowania przeciwbólowego i wczesnego uruchamiania chorych. U pacjentów wentylowanych w OIT stosowane są protokoły analgesedacji.

## 5. Środki zwiotczające

Środki zwiotczające to związki, które powodują okresowe przerwanie przewodnictwa nerwowo-mięśniowego, co prowadzi do odwracalnego porażenia mięśni poprzecznie prążkowanych szkieletowych.

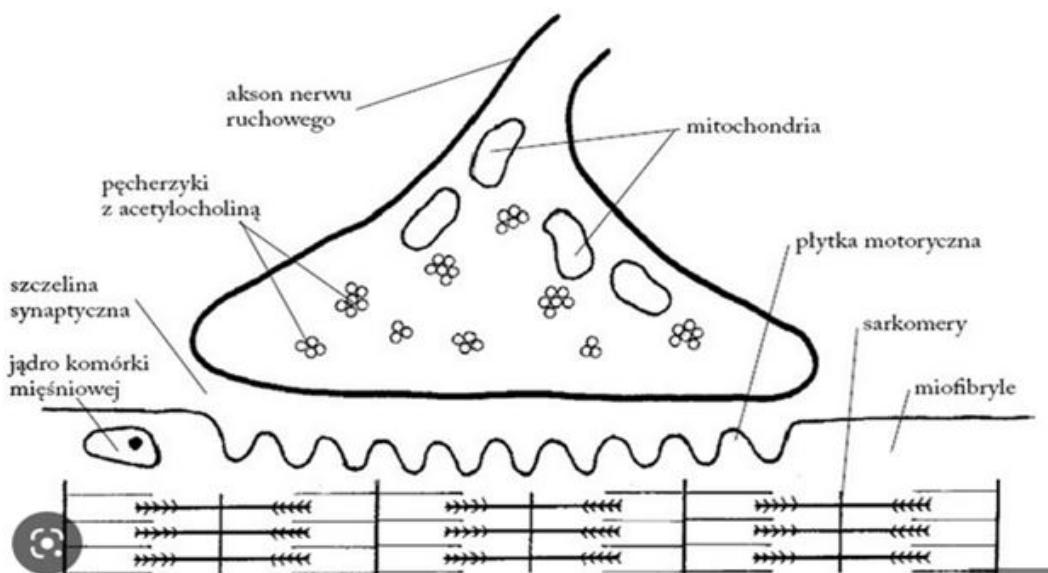
Wskazaniem do zastosowania środków zwiotczających jest zwiotczenie do intubacji.

Głównym miejscem działania jest **plytka motoryczna** (Ryc. 25).

### Podział środków zwiotczających:

- związki niedepolaryzujące – powodują blok niedepolaryzacyjny (kompetycyjnie hamują acetylocholinę w płytce, blokada może być odwrócona inhibitorami cholinesterazy)
- związki depolaryzujące – powodują blok depolaryzacyjny i blok II fazy.

Ryc. 25. Płytkę motoryczną.



Źródło: *Terapia punktów spustowych - praktyczny podręcznik. Twój przewodnik po samodzielnym leczeniu bólu* - Clair Davies, Amber Davies - Świat Ebooków (swiatebookow.pl) (dostęp z dnia 02.12.2022 r.).

### Środki niedepolaryzujące

- Pankuronium (pochodna steroidowa) długo działający, metabolizowany w wątrobie i nerkach,
- Wekuronium i Rokuronium (pochodna steroidowa) średnio długo działające, metabolizowane w wątrobie i nerkach,
- Atrakurium (benzyłowa pochodna izochinolinylu) średnio długo działający, nieznacznie uwalnia histaminę, metabolizm – eliminacja Hofmana (samorzutny rozpad leku), hydroliza estru, posiada toksyczny metabolit laudanozynę (drgawkotwórczą),
- Cisatrakurium (jw.) średnio długo działający, eliminacja Hofmana,
- Miwakurium (jw.) krótko działający, metabolizm-cholinoesteraza osoczowa.

### Leki odwracające działanie środków niedepolaryzacyjnych

- Inhibitory acetylocholinesterazy – Neostygmina (zwiększają ilość acetylocholinę w płytce), przed jej podaniem należy podać atropinę, aby zapobiec ciężkiej bradykardii
- Sugammadeks – zmodyfikowana cyklodekstryna kompleksy z rokuronium i wekuronium, zmniejszając ich

biodostępność w miejscu wiązania z receptorami nikotynowymi w płycie nerwowo-mięśniowej. Nie ulega metabolizmowi, wydalany przez nerki, przeciwwskazaniem jest ich niewydolność.

#### **Środki depolaryzujące**

- Sukcynylocholina (suksametonium) krótko działający (po powtarzanych dawkach i ciągłym wlewie blok II stopnia), nieznacznie uwalnia histaminę, rozkładany przez cholinesterazę osoczną.

#### **Zalety** środków depolaryzujących:

- szybkie i krótkie działanie.

#### **Wady** środków depolaryzujących:

- bradykardia,
- zmniejszenie ciśnienia tętniczego,
- wzmożone wydzielanie śliny,
- wzmożone wydzielanie w oskrzelach,
- wzmożone napięcie przewodu pokarmowego,
- zwiększenie ciśnienia wewnątrzgałkowego i śródczaszkowego,
- hiperkaliemia,
- hipertermia złośliwa.

## **6. Leki niesteroidowe przeciwzapalne**

NLPZ hamują działanie cyklooksygenazy, nie powstają prostaglandyny, tromboksan, prostacykliny i wykazują działanie przeciwzapalne, przeciwbólowe, przeciwgorączkowe i przeciwplatekcyjne. Hamują fizjologiczną cyklooksygenazę, COX1 (ważna rola w fizjologii nerek, płytek, przewodu pokarmowego) i COX2 indukowaną przez endotoksyny i cytokiny prozapalne (odpowiedzialna za zapalenie).

#### **Działania niepożądane związane są z blokowaniem COX1:**

- ból brzucha,
- dyspepsja,
- zwiększone ryzyko choroby wrzodowej żołądka,
- spadek eGFR,
- zwiększone ryzyko uszkodzenia nerek,
- zatrzymanie sodu, wody,
- nadciśnienie tętnicze,
- zwiększone ryzyko krwawienia,
- małopłytkowość,
- astma aspirynowa,
- zaburzenia słuchu i wzroku,
- reakcje alergiczne,
- uszkodzenie wątroby,
- stosowane w ciąży zwiększają ryzyko zamknięcia przewodu Botalla.

#### **Nieselektywne inhibitory COX1, COX2:**

- kwas acetylosalicylowy,
- ibuprofen,
- diklofenak,
- ketoprofen,
- indometacyn.

#### **Preferencyjne inhibitory COX2:**

- meloksykam,
- lornoksykam,
- piroksykam,
- nimesulid.

#### Selektywne inhibitory COX2:

- celekoksyb,
- etorykoksyb.

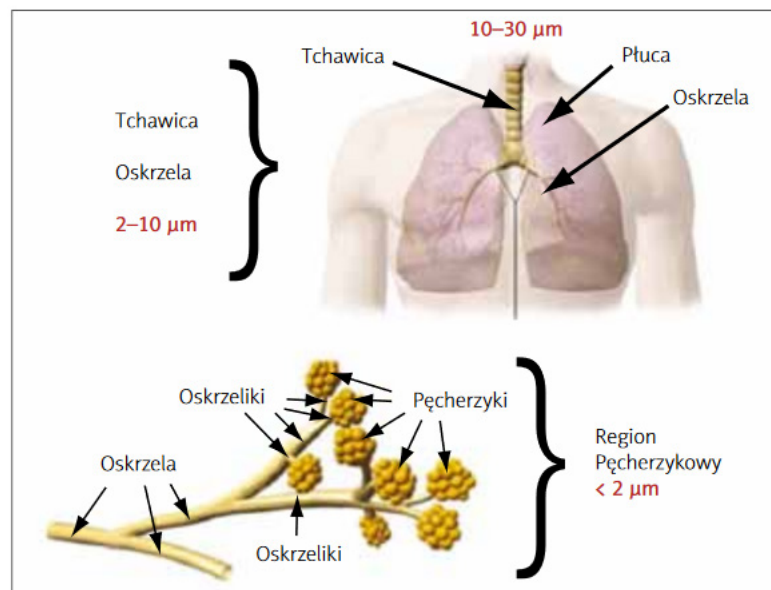
### 7. Nebulizacja jako metoda podawania leków, nebulizatory

**Nebulizacja** (od łac. nebula – mgła, chmura) jest metodą **terapii instrumentalnej**. Polega na podawaniu do dróg oddechowych wziewnych leków w postaci aerozolu, czyli układu zawieszonych w gazie drobnych cząsteczek substancji płynnej. Aerozol w postaci mgiełki uzyskuje się w urządzeniach, zwanych **nebulizatorami**.

Wyróżnia się dwa rodzaje tych urządzeń: **nebulizatory ultradźwiękowe** i **nebulizatory mechaniczne**. Te pierwsze do rozpraszania fazy płynnej wykorzystują ultradźwięki, podczas gdy w przypadku urządzeń mechanicznych wykorzystywane jest sprężone powietrze, tlen lub inny neutralny **gaz medyczny**.

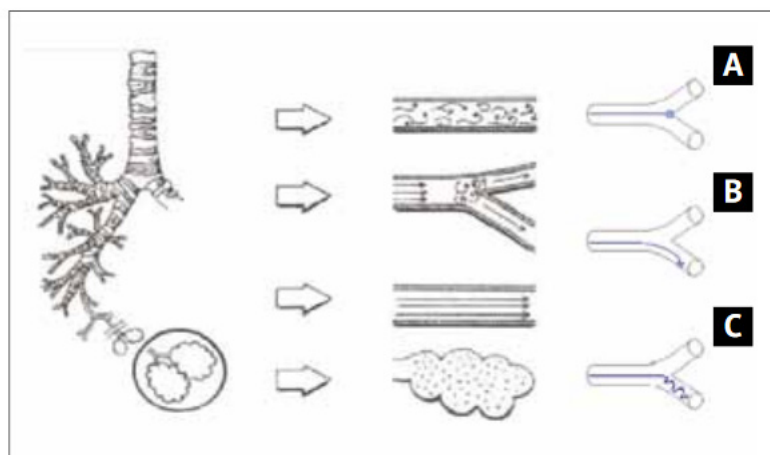
Każdy **aerozol leczniczy** charakteryzuje się swoistym rozkładem i wielkością cząsteczek leku. Ze względu na różną wielkość cząstek można wyróżnić: **aerozole monodispersyjne**, czyli składające się z cząstek o jednokowych wymiarach, oraz **aerozole polidispersyjne**, które zawierają cząstki o różnych rozmiarach.

Ryc. 26. Rejony depozycji cząstek substancji leczniczej w obszarze dróg oddechowych w zależności od ich rozmiarów.



Źródło: [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net) (dostęp z dnia 02.12.2022 r.)

Ryc. 27. Trzy mechanizmy depozycji uwolnionej substancji w układzie oddechowym. A-swobodne opadanie, B- sedymentacja grawitacyjna, C-dyfuzja.



Źródło: [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net) (dostęp z dnia 02.12.2022 r.)

Nebulizacja wykorzystywana jest przede wszystkim w terapii chorób układu oddechowego, tj. astmie, przewlekłej obturacyjnej chorobie płuc i innych.

#### Wskazania do nebulizacji:

- leczenie przewlekłe ciężkiej postaci astmy oskrzelowej i (lub) ciężkiego zaostrzenia choroby w warunkach domowych, szpitalnych oraz podczas transportu,
- leczenie przewlekłe oraz w zaostrzeniach mukowiscydozy, leczenie przewlekłego zapalenia oskrzeli, rozstrzeni oskrzeli, przewlekłej obturacyjnej choroby płuc,
- leczenie przewlekłych zakażeń dróg oddechowych,
- wspomagająco w ostrych chorobach dolnych dróg oddechowych,
- profilaktyka pneumocystozy u chorych z grup ryzyka.

#### Przeciwwskazania do nebulizacji:

- ciężka niewydolność serca,
- niewydolność oddechowa niezwiązana z mechanizmem obturacji oskrzeli,
- przewlekłe, ciężkie choroby układu oddechowego (gruźlica, nowotwory),
- krwotok z dróg oddechowych.

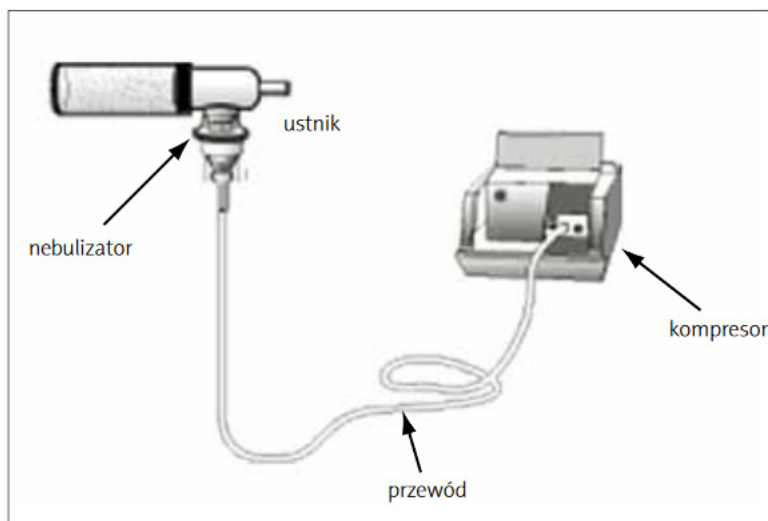
Dodatkowo nebulizacja ultradźwiękowa przeciwwskazana jest w pierwszym roku życia.

W nebulizacji można podawać roztwory, zawiesiny zmikronizowanych cząstek oraz nanocząstek, a także liposomy.

Źródłem sprężonego gazu w urządzeniach pneumatycznych są butle z gazami medycznymi, sieć centralna gazów w szpitalach, sprężarki elektryczne lub stosowane w leczeniu zbiorowym duże kompresory. Kiedy rozproszenie uzyskuje się za pomocą drgań ultradźwiękowych, osiąga się je za pomocą urządzenia zwanego generatorem.

W zależności od typu nebulizacji (pneumatyczna, ultradźwiękowa), typu i rodzaju urządzenia istnieją małe różnice w metodyce stosowania urządzeń i wykonywania inhalacji. Urządzenia mechaniczne (pneumatyczne) składają się ze sprężarki pneumatycznej zasilanej z sieci lub baterii, która łączy się przewodem z zasadniczym nebulizatorem, będącym jednocześnie miejscem rozpraszania leku do postaci aerozolu jak i pojemnikiem na lek. Dodatkowo dzieli się je na nebulizatory o ciągłej i przerywanej produkcji aerozolu, niekiedy zaleca się stosowanie dodatkowych przystawek ocieplających schłodzony przez rozprężający się gaz aerozol leczniczy.

Ryc. 28. Części składowe inhalatora pneumatycznego.



Źródło: [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net) (z dnia 02.12.2022 r.)

Ze względu na czas wytwarzania aerozolu w stosunku do fazy oddechowej wyróżnia się dwa podstawowe typy nebulizatorów:

1. do ciągłej produkcji aerozolu, oraz do jego przerywanej produkcji. Do pierwszych należą nebulizatory konwencjonalne (ang. constant-output)
2. do ciągłej produkcji aerozolu bez względu na fazę oddechową.

Użycie inhalatorów pneumatycznych zaleca się przy stosowaniu następujących leków:

1. antybiotyków, takich jak aminoglikozydy (tobramycyna, gentamycyna, amikacyna), karbenicylina, kolistyna, ceftazydym, wankomycyna, amfoterycyna,
2. pentamidyny – w leczeniu i profilaktyce zakażeń *Pneumocystis carinii* pneumonia (skuteczna tylko przy zastosowaniu nebulizatora umożliwiającego uzyskanie kropli mniejszych niż 2  $\mu\text{m}$ ),
3. glikokortykosteroidów (budezonid, beklometazon)
4. leków rozszerzających oskrzela (bronchodylatacyjnych), takich jak bromek ipratropium, beta-mimetyki (salbutamol, terbutalina), preparaty złożone (bromek ipratropium + fenoterol),
5. mukolityków, np. N-acetylocysteiny, mesny, ambroksolu,
6. leków hamujących transport przez błonowy jonów sodu (amiloryd),
7. kromoglikanu diodowego.

W tabeli 3 przedstawiono możliwości bezpiecznego łączenia preparatów zawierających substancje lecznicze jednocześnie w tej samej inhalacji.

#### Zasady wykonywania nebulizacji za pomocą inhalatorów pneumatycznych

- Wlej odmierzoną objętość (dawkę) leku do nebulizatora i uzupełnij do objętości 3–4 ml 0,9% roztworem NaCl.  
Uwaga: W przypadku leków konfekcjonowanych odmierzoną ilość roztworu gotowego do nebulizacji należy wlać do pojemnika nebulizatora bez rozcieńczania.
- Włącz nebulizator z ustnikiem lub maską twarząwą.  
Uwaga: W przypadku nebulizacji przez ustnik bez użycia maski pacjent powinien go przytrzymać zębami i szczelnie objąć ustami. W przypadku nebulizacji przez maskę powinna ona szczelnie przylegać do twarzy. Nieszczelność zmniejsza efektywną dawkę leku deponowanego w oskrzelach nawet o 50–80%!
- Połącz łącznikiem (przewód PCV) nebulizator z kompresorem.
- Włącz sprężarkę po podłączeniu do źródła zasilania.
- W trakcie pracy sprężarki kontroluj wlot i wylot powietrza chłodzącego urządzenie (nie powinny być przesłonięte).

- W przypadku nebulizacji sprężonym powietrzem lub tlenem dostarczonym centralnie ustaw zalecany przez producenta nebulizatora przepływ gazu.
- Przyjmij odpowiednią pozycję (siedzącą lub leżącą) podczas inhalacji. Pozycja zależy od typu stosowanego nebulizatora.

**Zasady postępowania po zakończeniu nebulizacji:**

- rozłącz układ nebulizator–sprężarka,
- rozkręć nebulizator i wyjmij dyszę,
- wszystkie plastikowe części umyj dokładnie w ciepłej wodzie z dodatkiem detergentu (płyn do mycia naczyń) i wypłucz pod bieżącą wodą,
- dobrze wysusz i złóż urządzenie.

Uwaga: Jeśli istnieje konieczność dokładniejszego oczyszczenia, niektóre nebulizatory można gotować (należy to wcześniej sprawdzić w dołączonej przez producenta instrukcji użytkowania). Ze względu na parametry techniczne oraz względy higieniczne po 6–12 miesiącach użytkowania należy kupić nowy nebulizator (czas używania zależy od zaleceń producenta). Filtr powietrza w kompresorze należy wymieniać zgodnie z instrukcją producenta i każdorazowo, gdy urządzenie pracuje niewłaściwie lub zmniejsza się jego wydajność.

**Inhalatory ultradźwiękowe** są urządzeniami, w których rolę nebulizatora spełnia komora główna inhalatora. Aparaty te wytwarzają monodispersyjne cząstki aerozolu rzędu <5µm z szybkością w zakresie 1–2 ml/min. Pracują cicho, nie oziębiają wdychanego aerozolu i nie wymagają dużej objętości początkowej roztworu (zalecana objętość w tych urządzeniach wynosi 2,5 ml). Głównym elementem tych urządzeń jest generator drgań ultradźwiękowych (o częstotliwości 1–2 MHz), który najczęściej jest wykonany z tytanianu baru, kwarcu lub materiału ceramicznego.

Inhalacja przy wykorzystaniu ultradźwięków jest szczególnie polecana dla większości mukolityków, antybiotyków i roztworu chlorku sodu.

	Albuterol	Bromek ipratropium	Kromoglikan sodowy	Budezonid	Tobramycyna	Kolistyna	Dornaza alfa
Albuterol		Możliwe	Możliwe	Możliwe	Możliwe	Możliwe	Niepolecane
Bromek ipratropium	Możliwe		Możliwe	Możliwe	Możliwe	Brak informacji	Niepolecane
Kromoglikan sodowy	Możliwe	Możliwe		Możliwe	Niepolecane	Brak informacji	Niepolecane
Budezonid	Możliwe	Możliwe	Możliwe		Niepolecane	Brak informacji	Niepolecane
Tobramycyna	Możliwe	Możliwe	Niepolecane	Niepolecane		Nieuzasadnione	Niepolecane
Kolistyna	Możliwe	Brak informacji	Brak informacji	Brak informacji	Nieuzasadnione		Niepolecane
Dornaza alfa	Niepolecane	Niepolecane	Niepolecane	Niepolecane	Niepolecane	Niepolecane	

Tabela 3. Możliwości mieszania wybranych substancji leczniczych w tej samej inhalacji.



## 8. Antybiotykoterapia w VAP

**Szpitalne zapalenie płuc (SZP)** to zapalenie płuc, które wystąpiło po 48h od przyjęcia do szpitala u chorego niezaintubowanego w chwili przyjęcia.

**Zapalenie płuc związane z mechaniczną wentylacją płuc (VAP, ventilator-associated pneumonia)** to zapalenie płuc, które wystąpiło po upływie >48 h od rozpoczęcia inwazyjnej wentylacji mechanicznej.

**Czynniki etiologiczne:**

1. w ciągu pierwszych 4 dni hospitalizacji – te same bakterie, które wywołują pozaszpitalne zapalenie płuc (PZP) oraz pałeczki Gram-ujemne (*E coli*, *K. pneumoniae*, *Enterobacter*, *Proteus i Serratia*), ale o zachowanej wrażliwości na antybiotyki,
2. od 5. dnia dominują szczepy wielolekooporne, najczęściej tlenowych pałeczek Gramujemnych: *P. aeruginosa*, *E. coli*, *K. pneumoniae*, *Acinetobacter spp.* oraz *L. pneumophila*, a spośród bakterii Gram-dodatnich przede wszystkim *S. aureus*, którego szczepy szpitalne mogą być odporne na metycylinę.

**Kryteria rozpoznania:**

Kryterium z definicji SZP oraz:

1. pojawienie się nowych lub progresja istniejących nacieków w płucach,
2. obecność  $\geq 2$  z 3 kryteriów klinicznych:
3. temperatura ciała  $\geq 38^\circ$ ,
4. leukocytoza lub leukopenia,
5. ropna wydzielina w oskrzelach (zwiększenie ilości wydzieliny lub zmiana jej charakteru na ropny).

U pacjentów z podejrzeniem HAP/VAP, decyzja o włączeniu antybiotyku powinna być oparta wyłącznie na podstawie kryteriów klinicznych nie zaś w oparciu o wykładniki laboratoryjne stanu zapalnego: PCT i CRP.



# MODUŁ V

## PIELĘGNOWANIE PACJENTA WENTYLOWANEGO MECHANICZNIE

### Cel modułu

Przygotowanie uczestnika kursu do rozpoznawania problemów pielęgnacyjnych, planowania, realizacji i oceny działań pielęgniarstwa podejmowanych na rzecz pacjenta wentylowanego mechanicznie.

### 1. Bezpieczeństwo pacjenta

**Majaczenie** jest stanem o wieloczynnikowej, dokładnie niepoznanej etiologii i patofizjologii. Występuje po nagłych zmianach utlenowania krwi i perfuzji narządowej oraz wahaniach jonowych i/lub metabolicznych w obrębie ośrodkowego układu nerwowego.

Przyjmuje się, że podłożem tej patologii są zaburzenia w syntezie, uwalnianiu i inaktywacji neuroprzekazników odpowiedzialnych za funkcje poznawcze, zachowanie i nastroj. Wystąpienie zaburzeń wiąże się ze wzrostem aktywności dopaminergicznej i zmniejszeniem aktywności acetylocholinergicznej. Konstelacja istniejących przed zachorowaniem czynników predysponujących związanych z samym pacjentem, obecna choroba oraz czynniki jatrogenne przyczyniają się do zwiększonego ryzyka wystąpienia delirium w OIT.

Stan delirium dzieli się w zależności od poziomu aktywności psychomotorycznej. Występują trzy podtypy zaburzeń świadomości:

- hiperaktywne,
- hipoaktywne,
- mieszane.

**Hiperaktywne** majaczenie cechuje się wzmożonym napędem psychoruchowym, znacznym pobudzeniem, niepokojem, labilnością emocjonalną, halucynacjami i urojeniami. Pacjenci mówią głośno, w sposób niezrozumiały i zdezorganizowany, próbują opuścić łóżko, usunąć sobie cewniki, wkłucia naczyniowe i rurki intubacyjne, niejednokrotnie są agresywni.

**Hipoaktywne majaczenie** cechuje się wycofaniem, osłabionym afektem, apatią, spłaszczeniem afektu, sennością i osłabionymi reakcjami na bodźce. Może przebiegać z głębokimi jakościowymi zaburzeniami świadomości.

Delirium często przebiega jako nierozpoznane lub też obserwowane objawy są przypisywane otępieniu, depresji albo są traktowane jako spodziewane następstwo pobytu w OIT. Postać hipoaktywna częściej występuje w grupie ludzi >65. roku życia.

Mieszana postać majaczenia występuje, gdy pacjent przechodzi od jednego stanu do drugiego.

U pacjentów intensywnej terapii występują najczęściej odmiany hipoaktywna i mieszana. Delirium często pozostaje niezdiagnozowane, jeśli nie zostaną zastosowane rutynowe badania. Stosowanie analgesji w celu zmniejszenia bólu, czy ułatwienia współpracy pacjenta z respiratorem to w OIT postępowanie rutynowe. Leki stosowane typowo w celu wywołania sedacji mogą zwiększać ryzyko delirium. Stosowanie lorazepamu jest czynnikiem przyczyniającym się do wystąpienia delirium. Podobny związek wykazano dla najczęściej używanej benzodiazepiny – midazolamu, który zmienia prawidłowy wzorzec snu w jego drugiej fazie. Leki z w/w grupy powinny wywoływać sen i uspokojenie pacjenta, jednak mogą powodować efekty przeciwstawne w postaci zaburzeń snu, halucynacji i koszmarów, do bezsenności włącznie.

### Wytyczne PADIS 2018

Czynniki ryzyka predysponujące do występowania majaczenia u pacjentów krytycznie chorych:

#### Modyfikowalne:

- stosowanie benzodiazepin – grupy leków o działaniu przeciwlękowym, uspokajającym, nasennym, przeciwdrgawkowym, miorelaksacyjnym i amnestycznym,
- transfuzje krwi.

#### **Niemodyfikowalne:**

- zaawansowany wiek,
- wcześniejsze epizody depresji i demencji,
- utrata świadomości, śpiączka,
- pilny zabieg lub uraz przed przyjęciem do OIT,
- wysoka punktacja w skali APACHE II (ang. Acute Physiology and Chronic Health Enquiry), która umożliwia ocenę ciężkości stanu u osób dorosłych. Klasyfikacja opiera się na wynikach 12 rutynowo wykonywanych pomiarów czynności życiowych i parametrów fizjologicznych. Wynik oceny w skali APACHE II ma istotne znaczenie rokownicze u chorych leczonych w intensywnej terapii – im większa liczba punktów tym gorsze rokowanie,
- wysoka punktacja w skali ASA (opracowana przez American Society of Anaesthesiology), powszechnie stosowanej w anestezjologii klasyfikacji oceniającej ryzyko operacyjne związane z wystąpieniem poważnych powikłań lub zgonu pacjenta w czasie znieczulenia albo po nim.

#### **Czynniki związane z aktualną ostrą chorobą:**

- sepsa, infekcja, gorączka (wstrząs kardiogeny lub septyczny),
- hipoksemia,
- zaburzenia metaboliczne i elektrolitowe (hiperbilirubinemia, hiperamylazemia, hipokalcemia, hiponatremia),
- kwasica metaboliczna,
- anemia,
- hipotensja,
- choroba układu oddechowego,
- niedoczynność lub nadczynność tarczycy,
- choroby wątroby (bilirubina  $>2,0$  mg/dL),
- niewydolność nerek (kreatynina  $>2,0$  mg/dL),
- urazy głowy.

#### **Czynniki jatrogenne i środowiskowe potencjalnie modyfikowalne:**

- unieruchomienie,
- intubacja,
- zgłębnik żołądkowy,
- cewnik w pęcherzu moczowym,
- centralne cewniki żyłne/dojścia tętnicze,
- zaburzenia snu,
- nadużywanie głębokiej sedacji,
- leki antycholinergiczne,
- dopamina (może wydłużać obie fazy snu),
- epinefryna i norepinefryna (mogą wpływać na fazę REM),
- beta-blokery, amiodaron, digoksyna (mogą powodować bezsenność i koszmary).

#### **Wentylacja mechaniczna a jakość snu**

Wentylacja mechaniczna ma bezpośredni wpływ na zaburzenia snu. Na ciągłość snu wpływa przede wszystkim zwiększony wysiłek oddechowy, zaburzenia wymiany gazowej oraz brak synchronicznej wentylacji pacjenta. Wśród pacjentów wentylowanych mechanicznie zaburzenia snu występują znacznie częściej w porównaniu do pacjentów pozostających na oddechu własnym. Jest to związane z ciężkością choroby, a także czynnikami związanymi ściśle z wentylacją mechaniczną – obecnością drażniącej rurki intubacyjnej, tracheostomijnej, czy też koniecznością regularnego wykonywania toalety drzewa oskrzelowego przez personel medyczny. Wykazano także związek pomiędzy rodzajem wentylacji mechanicznej a jakością snu. Wentylacja zmiennym wsparciem ciśnieniowym PS w porównaniu do wspomaganiej AC wiązała się ze statystycznie większą ilością przebudzeń. Jest to

związane z faktem, że poziom wspomaganie ustawiony w dzień może być zbyt wysoki w czasie nocnego snu, co prowadzi do nadmiernej hiperwentylacji i bezdechu powodującego równocześnie przebudzenie pacjenta (należy nie podejmować nowych trybów wentylacyjnych w nocy, jedynie w ciągu dnia). Każda interwencja personelu oraz każda dodatkowa aktywność oddechowa pacjenta wiąże się z uruchomieniem alarmu dźwiękowego respiratora, co powoduje zaburzenia ciągłości snu.

### **Zapobieganie delirium**

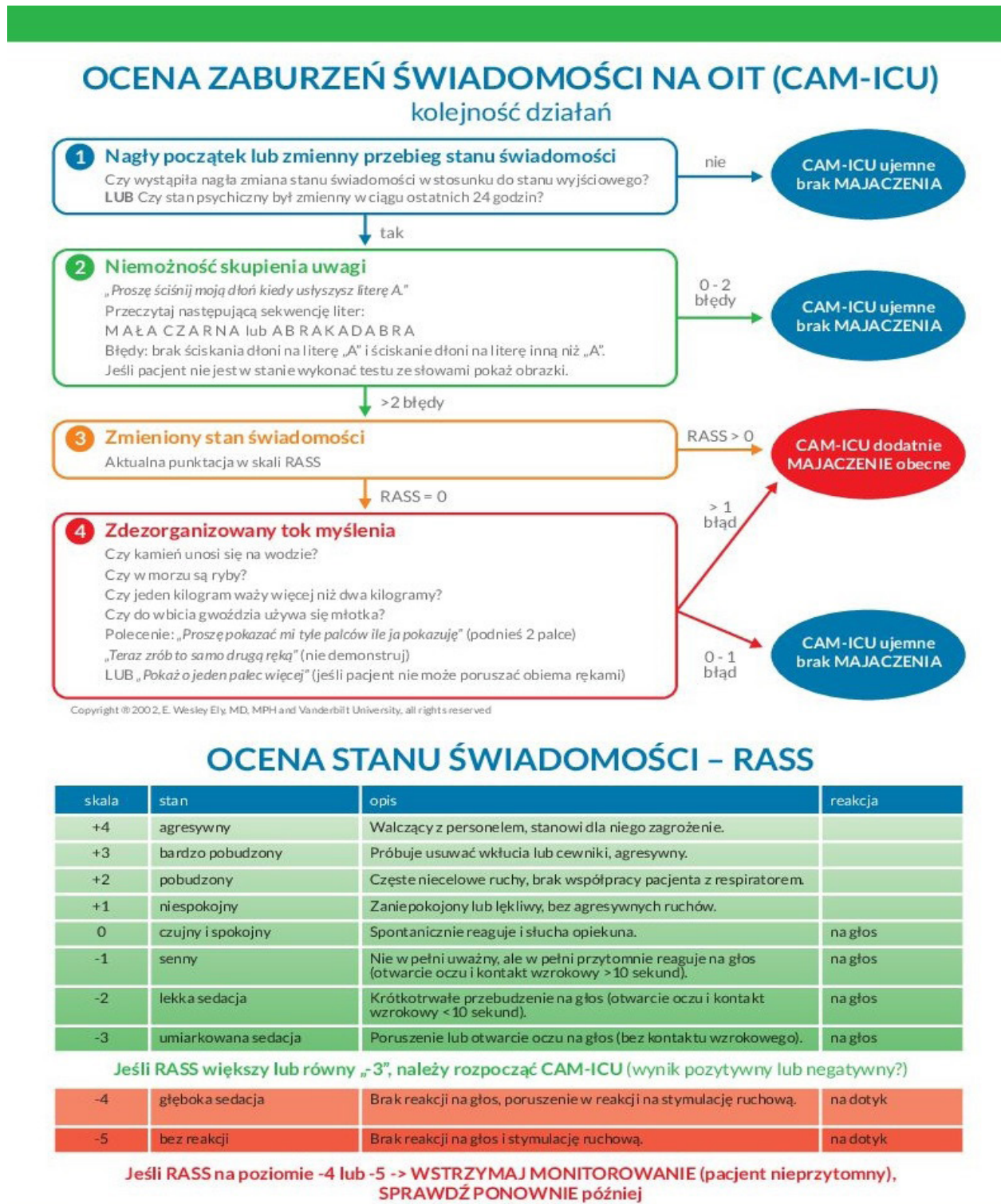
Jednym z elementów prawidłowego funkcjonowania OIT jest ściśle monitorowanie stanu pacjenta. W celu skutecznego zapobiegania i leczenia delirium w OIT należy włączyć narzędzia rozpoznawania delirium (np. CAM-ICU) do czynności rutynowych. Towarzystwa naukowe zalecają, aby pacjenci zagrożeni jego wystąpieniem oceniani byli co najmniej jeden raz w czasie dyżuru pielęgniarskiego lub w razie potrzeby. Postępowanie lekarsko-pielęgniarskie powinno opierać się przede wszystkim na prewencji pierwotnej, czyli na redukcji potencjalnie modyfikowalnych czynników ryzyka (leczenie infekcji, adekwatne żywienie, korekta zaburzeń metabolicznych i elektrolitowych, unikanie hipoksji) oraz postępowaniu nefarmakologicznym, na które składa się reorientacja pacjenta co do czasu i miejsca. Stymulowanie aktywności poznawczej, wczesna mobilizacja i ćwiczenia ruchowe, wczesne usuwanie cewników, drenaży, kaniul i środków przymusu, zmniejszenie zaburzeń wzroku i słuchu (umożliwienie stosowania okularów, aparatów słuchowych, usunięcie woskowiny z przewodów słuchowych), wczesna korekcja zaburzeń przewodzenia pokarmowego i moczowego (biegunki/odwodnienie/zaparcia, zalegania moczu). Ponadto należy zwrócić uwagę na poprawę jakości snu w warunkach intensywnej terapii pomiędzy godzinami 24.00 a 5.00 rano (kontrola poziomu hałasu i oświetlenia, opaski na oczy, stosowanie stoperów do uszu, redukcja aktywności oraz bodźców stymulujących w godzinach nocnych, m.in. tonów i głośności rozmów personelu) jak również ekspozycję na światło słoneczne w ciągu dnia.

W „Wytycznych praktyki klinicznej w zakresie zarządzania bólem, pobudzeniem i delirium u dorosłych pacjentów w OIT” zaleca się wdrażanie wczesnego uruchamiania w celu redukcji częstości występowania i czasu trwania delirium.

### **Leczenie delirium**

Leczenie majaczenia jest trudne i trwa zazwyczaj kilka dni. Składa się z eliminacji potencjalnej przyczyny (jeśli jest rozpoznana), farmakoterapii, psychoterapii oraz środków przymusu bezpośredniego/unieruchomienia w razie potrzeby. W farmakoterapii stosuje się przede wszystkim leki przeciwpsychotyczne. Należy pamiętać o stopniowym odstawianiu leczenia po ustąpieniu objawów majaczenia. Nagłe odstawienie może spowodować objawy odstawiennicze i wywołać nawrót majaczenia. Benzodiazepiny są wskazane w leczeniu wyłącznie majaczenia o podłożu alkoholowym. Hydroksyzyna nie jest rekomendowana ze względu na komponentę cholinergiczną, która może nasilić jakościowe zaburzenia świadomości.

Ryc. 29. Skala CAM-ICU oraz skala RASS.



Źródło: [www.laryngoskop.eu](http://www.laryngoskop.eu) (dostęp z dnia 02.12.2022r r.)

## 2. Komunikowanie się z pacjentem, rodziną/osobami bliskimi pacjenta

Dobra komunikacja z pacjentem jest kwestią priorytetową. Pozwala zaoszczędzić czas zarówno pacjentom, jak i personelowi medycznemu, znacznie obniża u pacjentów stres związany z całym pobytem w szpitalu.

**Uważne słuchanie, empatia, postawa szacunku – tego oczekują zarówno pacjenci, jak i ich rodziny.**

Absolutną podstawą komunikacji jest **szacunek dla pacjenta** – musi być on traktowany w sposób partnerski i budzący zaufanie. Dzięki temu większość pacjentów dobrze współpracuje, również w trudnych sytuacjach.

Istotną częścią każdego kontaktu z pacjentem jest **komunikacja werbalna**. To przede wszystkim treść wypowiedzi oraz mówienie, słuchanie i pisanie. Do szczególnie ważnych aspektów komunikatów werbalnych należą:

- **styl i konstrukcja wypowiedzi** – pełne zdania, przekazywanie informacji w rzeczowy sposób, brak kolokwializmów, unikanie języka specjalistycznego oraz żargonu branżowego, brak skrótów myślowych,
- **zaangażowanie** – uważne słuchanie, parafrazowanie wypowiedzi pacjenta, dopytywanie się, upewnianie, zadawanie pytań.

Co ważne, komunikaty werbalne muszą być uzupełniane i potwierdzane za pomocą sygnałów komunikacji niewerbalnej.

**Komunikacja niewerbalna** stanowi integralną i wyjątkowo istotną część całego komunikatu. Na komunikowanie pozawerbalne składają się takie elementy jak **mimika, postawa ciała oraz inne sygnały odbierane i interpretowane na poziomie podświadomości**, które mogą potwierdzać lub zaprzeczać wypowiedzianym słowom. Dlatego, aby wypowiedź została oceniona i odebrana w zamierzony sposób, ważna jest nie tylko jej treść, ale i sposób, w jaki została ona przekazana.

### Bariery w komunikacji z pacjentem

Pacjent to osoba w szczególnej sytuacji – w nieznanym mu środowisku, często w nowej sytuacji. Towarzyszy mu obawa o zdrowie lub nawet życie, związana z dolegliwością, z którą przybywa do OIT. Wszystkie te czynniki w połączeniu z barierami lub blokadami komunikacyjnymi mogą powodować realne trudności w komunikacji z pacjentem. Wiążą się one z różnymi warunkami panującymi w oddziale lub brakiem określonych kompetencji u personelu.

Wyróżnia się **trzy podstawowe rodzaje najczęstszych barier w komunikacji z pacjentem:**

- **semantyczne,**
- **psychologiczne,**
- **fizyczne oraz środowiskowe.**

Komunikacja alternatywna i wspomagająca to inaczej AAC. Obejmuje wszelkie metody komunikowania się, w których wykorzystywane są znaki niewerbalne: gesty (np. język migowy), znaki graficzne (obrazki, piktogramy, symbole), przedmioty (np. klocki słowne). Jej celem jest umożliwienie bądź ułatwienie porozumiewania się osobom z zaburzeniami mowy.

### Komunikacja alternatywna i wspomagająca – rodzaje metod

Istnieją 3 najważniejsze grupy metod komunikacyjnych w AAC:

1. **systemy znaków manualnych** – komunikacja zachodzi poprzez gestykulację, np. język migowy, fonogesty, język Makaton, Coghano, taki rodzaj porozumiewania się może być skuteczny tylko w przypadku pacjentów, którzy nie mają problemów z motoryką,
2. **systemy znaków graficznych** – symbole Bliss, piktogramy PIC, PCS, Rebus, metoda ułatwionej komunikacji (dla osób z autyzmem), program MÓWik,
3. **systemy znaków przestrzenno-dotykowych** – klocki słowne Premacka, alfabet Lorma.

## 3. Zasady oceny i monitorowania skuteczności wentylacji mechanicznej u pacjentów wentylowanych mechanicznie

Podczas prowadzenia wentylacji mechanicznej w celu przeciwdziałania ewentualnym powikłaniom, zadaniem pielęgniarki jest prowadzenie obserwacji i oceny:

- stosowanego trybu wentylacji (oddech kontrolowany, wspomagany, spontaniczny),
- obecność sztucznej drogi oddechowej (rurka tracheotomijna bądź intubacyjna) i jej właściwości: rozmiar rurki, pewność umocowania, poziom umieszczenia rurki intubacyjnej przy linii warg lub nosa,
- reakcję na prowadzenie sztucznej wentylacji (stopień relaksacji pacjenta, kaszel, krztuszenie się, barwa skóry),
- objawy możliwych do wystąpienia powikłań wentylacji mechanicznej: brak lub osłabienie szmerów oddechowych nad polami płucnymi, ostry ból w klatce piersiowej, odma podskórna, przesunięcie tchawicy,
- stopień zapewnienia bezpieczeństwa fizycznego:
  - ryzyko awarii respiratora, dopływ gazów medycznych (brak tlenu), zasilania prądem,
  - ryzyko urazu fizycznego spowodowanego splątaniem (wypadnięcie z łóżka, rozintubowanie się) i/lub pobudzeniem psychoruchowym pacjenta.

**Niezależnie od sposobu oddychania należy ocenić:**

- charakter wydzieliny z dróg oddechowych: barwa, konsystencja, ilość oraz zapach,
- szmery oddechowe: oceniane przez osłuchiwanie i porównanie prawego górnego i dolnego płata płuc.

Ocena stanu pacjenta, sprawności sprzętu i aparatury, czynników ryzyka i zagrożeń, uwzględniająca stosowaną metodę leczenia, jest podstawą wszelkich interwencji pielęgniarstwa. Ocena musi być dokonywana przez pielęgniarkę zawsze przed rozpoczęciem dyżuru, przed wykonaniem i po wykonaniu zaplanowanych interwencji pielęgniarstwa, po zastosowaniu zmian w procesie leczenia lub w sytuacji nagłej zmiany stanu ogólnego pacjenta. To właśnie od pielęgniarki w znacznym stopniu zależy dobrostan psychiczny i fizyczny pacjenta i to właśnie pielęgniarka ma największy wpływ na przeciwdziałanie powikłaniom, które mogą wystąpić u chorego.

Przed podłączeniem pacjenta do respiratora konieczne jest wykonanie gazometrii krwi tętniczej, dokonanie pomiaru saturacji, liczby oddechów i ciśnienia tętniczego krwi oraz monitorowanie EKG. Często wyniki przeprowadzonych badań (np. spirometria) pomagają w podjęciu decyzji. W sytuacji bezpośredniego zagrożenia życia, gdy nie ma możliwości przeprowadzenia szerszej diagnostyki, decyzję o wentylacji inwazyjnej podejmuje się na podstawie objawów klinicznych i pomiaru podstawowych parametrów. Jeśli jest to możliwe, od chorego przytomnego należy uzyskać zgodę na zabieg, wyjaśniając jego istotę i cel. Należy ponadto okazać wsparcie psychiczne choremu.

## OPIS PROCEDURY MONITOROWANIA

Najważniejsze działania wchodzące w zakres kompetencji pielęgniarki:

- Ocena stanu świadomości (skala GCS), poinformowanie pacjenta.

**Uzasadnienie:** Uzyskanie informacji o wyjściowym stanie świadomości chorego. Zmniejszenie niepokoju chorego.

- Podanie leków sedacyjnych, przeciwbólowych i innych na zlecenie lekarza.

**Uzasadnienie:** Zastosowanie anestetyków powoduje utratę świadomości, a w połączeniu z analgetykami zmniejsza nieprzyjemne doznania wynikające z procedury.

- Ułożenie chorego w pozycji płaskiej, włożenie pod łopatki niewielkiej poduszki czy prześcieradła i odgięcie głowy do tyłu (jeśli nie ma przeciwwskazań!).

**Uzasadnienie:** Uniesienie ramion i odgięcie głowy do tyłu powoduje ułożenie dróg oddechowych pacjenta w pozycji osiowej (wyrównanie osi gardła do osi jamy ustnej), co umożliwi wizualizację górnych dróg oddechowych.

- Uzyskanie drożności dróg oddechowych przez wprowadzenie pokrytej żelem (np. z lidokainą) końcówki rurki dotchawiczej (w przypadku trudnej intubacji za pomocą przewodnicy Bougie) przy użyciu laryngoskopu skontrolowanego pod kątem sprawności działania (m.in. źródło światła).

**Uzasadnienie:** Wizualizacja tchawicy jest utrudniona z uwagi na nagłośnię, która przysłania wejście do krtani. Zastosowanie sprawnego laryngoskopu przez uniesienie łopatką zachyłka nagłośni uwidacznia wejście do krtani, przez które zostaje wprowadzona ETT. Użycie żelu nadaje poślizg rurce, zapobiega urazom i przyspiesza zabieg.

- Uszczelnienie mankietu rurki poniżej chrząstki pierścieniowatej tchawicy przez podanie właściwej dla modelu rurki objętości powietrza z użyciem jednorazowej strzykawki.

**Uzasadnienie:** Uszczelnienie do wartości zgodnych z przyjętą normą (zazwyczaj na początku dolna granica normy), tj. 20–30 cmH<sub>2</sub>O, zapobiega wysunięciu rurki oraz przeciekom.

- Pomiar końcowo-wydechowego CO<sub>2</sub>, osłuchanie szczytów i podstaw płuc w linii środkowoobojczykowej prawej i lewej, a także nadbrzusza, zdjęcie RTG klatki piersiowej, kontrola za pomocą fiberoskopu.

**Uzasadnienie:** Umożliwia ocenę skuteczności wentylacji, eliminując ryzyko wprowadzenia rurki do prawego oskrzela głównego lub przetyku.

- Podłączenie pacjenta do wcześniej przetestowanego respiratora, obwodu oddechowego, filtra i/lub przestrzeni martwej.

**Uzasadnienie:** Umożliwia prowadzenie zaprogramowanej wentylacji mechanicznej.

- Ufiksowanie rurki wokół twarzy/szyi za pomocą bawełnianych tasiemek.

**Uzasadnienie:** Zapobiega wysunięciu i przemieszczeniu rurki. Udokumentowanie głębokości wprowadzenia rurki dotchawiczej na linii warg.

- Monitorowanie parametrów wentylacji (np. pomiar saturacji, kapnometria), stanu klinicznego pacjenta (w tym stopnia sedacji i analgezji) oraz dokumentacja w indywidualnej dobowej karcie obserwacji, zleceń i opieki pielęgniarskiej.

**Uzasadnienie:** Umożliwia ocenę przebiegu procesu wentylacji w miarę upływu czasu oraz wczesne wykrycie zaburzeń (np. wzrost stężenia CO<sub>2</sub>).

#### **4. Zasady oceny i monitorowania pacjenta w procesie odzwyczajania od respiratora i po ekstubacji**

Odzwyczajanie pacjenta od wentylacji mechanicznej rozpoczyna się, gdy jego poprawa stanu ogólnego umożliwia zmniejszenie stopnia wspomagania oddechu.

Zakończenie procesu odzwyczajania następuje, gdy pacjent jest zdolny do całkowicie samodzielnego oddychania, bez wspomagania oddechu i bez objawów zmęczenia.

Głównym warunkiem skutecznego odzwyczajania od respiratora jest stabilizacja stanu klinicznego i optymalizacja funkcjonowania mięśni oddechowych.

**Głównym objawem niepowodzenia odzwyczajania jest Tachypnoe.**

**Inne objawy to:**

- zmniejszenie VT,
- oddech paradoksalny,
- nadciśnienie,
- tachykardia,
- zimne poty,
- pobudzenie,
- kwasica oddechowa.

#### **5. Profilaktyka powikłań związanych z wentylacją mechaniczną inwazyjną i nieinwazyjną**

**Profilaktyka baro-/volutraumy:**

Podczas wentylacji mechanicznej należy dążyć do:

- ciśnienia szczytowego – poniżej górnego punktu załamania krzywej objętości/ciśnienia,
- ciśnienia końcowo-wydechowego (PEEP) powyżej dolnego punktu załamania krzywej objętości/ciśnienia,
- unikania kaszlu, parcia i klócenia się z respiratorem poprzez odpowiednie dostosowanie respiratora do pacjenta lub możliwie szybkie włączenie wentylacji wspomaganej.

**Prawidłowo prowadzone usprawnienie układu oddechowego przeciwdziała wielu niebezpiecznym powikłaniom mechanicznej wentylacji.**

W tym celu niezbędne jest:

**1. Zapewnienie prawidłowego mikroklimatu** (wietrzenie bezpośrednie, pośrednie, brak przeciągów)

- utrzymanie odpowiedniej wilgotności (od 50 do 70%)
- utrzymanie temperatury na odpowiednim poziomie (od 18 do 20°C).

**2. Leczenie złożeniowe** to specjalne ułożenie całego ciała lub poszczególnych odcinków. Ma na celu zapobieganie zaburzeniom lub poprawie mechaniki oddychania, rozluźnianie oraz ułatwienie odpływu wydzieliny z drzewa oskrzelowego.

- pozycja wysoka (ułatwia oddychanie, w schorzeniach kręgosłupa, po operacjach tarczycy),
- wysoka z pochyleniem do przodu (w dusznościach),

- wysoka z opuszczonymi nogami (obrzęk płuc),
- pozycja półwysoka na plecach,
- półwysoka boczna (zapalenie opłucnej).

**3. Drenaż ułożeniowy** to specjalne ułożenie pacjenta w celu ułatwienia odpływu wydzieliny zalegającej głęboko w drobnych oskrzelikach i pęcherzykach płucnych. Wskazana u osób z zaleganiem wydzieliny w drzewie oskrzelowym. Segment oskrzela ustawiamy prostopadle do podłoża, aby wykorzystać siły grawitacji. Istnieją właściwe pozycje dla każdego segmentu. Dobór pozycji uwarunkowany jest obszarem płuc w którym zalega wydzielina i który powinien być opróżniony. Wydzielina musi być dostatecznie płynna, w tym celu stosuje się: leki, inhalatory, obniżenie napięcia powierzchniowego, rozszerzenie oskrzeli. Stosowana jest 2–3 x dziennie po 15 min do 1 h w zależności od tolerancji pozycji. W pozycji Trendelenburga do 30 min. początkowo przez 10 minut.

#### **4. Masaż klatki piersiowej.**

Działa rozluźniająco i wpływa na pogłębienie czynności oddechowej, obejmuje więzadła i stawy kręgosłupa, mięśnie grzbietu, mięśnie klatki piersiowej.

**5. Oklepywanie klatki piersiowej** to rodzaj rytmicznego uderzenia lub opukiwania klatki piersiowej dłonią ułożoną w „łódkę”, czynność należy wykonywać od dołu do góry. Wytwarza się poduszka powietrzna przenoszona rytmicznie na klatkę piersiową, powodują drgania, wibrację tkanek płucnych i odrywanie się wydzieliny oraz jej przemieszczenie w oskrzelach. Podajemy ciepłe płyny do picia.

**6. Odkrztuszanie** powoduje udrożnienie dróg oddechowych przez usunięcie podczas kaszlu wydzieliny zalegającej w drzewie oskrzelowym i pęcherzykach płucnych (1 do kilku razy w ciągu dnia).

Przed rozpoczęciem odkrztuszania należy:

- oklepać klatkę piersiową,
- wykonać inhalację,
- wykonać gimnastykę oddechową lub drenaż ułożeniowy.

#### **7. Ćwiczenia oddechowe.**

Cele rehabilitacji oddechowej:

- zapobieganie następstwom zmian w układzie oddechowym oraz podniesienie ogólnej sprawności fizycznej,
- właściwe wykorzystanie rezerw oddechowych w przebiegu przewlekłej choroby układu oddechowego,
- zapobieganie powikłaniom ostrej choroby układu oddechowego (zapalenie płuc),
- poprawa mechanizmów oddychania przez usuwanie wydzielin z dróg oddechowych,
- zapobieganie powikłaniom ze strony układu oddechowego w przebiegu innych chorób (postępowanie przed lub pooperacyjne).

Rola ćwiczeń oddechowych:

- poprawa sprawności oddechowej,
- profilaktyka zaburzeń oddychania,
- likwidacja zaburzeń przez zmianę lub poprawę toru i rytmu oddychania,
- jako przerywnik podczas wykonywania innych ćwiczeń celem dotlenienia i uspokojenia.

Ćwiczenia oddechowe rozpoczyna się od wydechu. Stosunek czasu wdechu wykonywanego zawsze nosem do wydechu przez usta powinien wynosić 1:2, a czasami nawet 1:3. Należy dążyć do maksymalnego wydłużenia czasu wydechu aż do uczucia „braku powietrza”. Wdech nosem powoduje oczyszczenie, ogrzanie i nawilżenie powietrza, natomiast wydech ustami zwiększa jego efektywność oraz ułatwia kontrolę czasu jego trwania. Podczas wdechu brzuch musi się unosić, a w czasie wydechu zapadać. Liczba powtórzeń ćwiczeń oddechowych nie powinna przekraczać 3–4 w jednej serii. Zbyt intensywne ich stosowanie może prowadzić do hiperwentylacji, której następstwem mogą być zaburzenia równowagi kwasowo-zasadowej. Należy powtarzać je częściej ale z mniejszym natężeniem. Należy pacjentowi wyjaśnić cel oraz sposób wykonywania ćwiczenia.



### **Butelka ze słomką, napełniona wodą**

Ćwiczenia polegają na długim, jednostajnym wydmuchiwanym powietrza przez usta. Bańki z wydmuchiwanego powietrza powinny utrzymywać się w wodzie jak najdłużej. Wydechane powietrze do cienkiej rurki zanurzonej w wodzie lub za pomocą innego przyrządu zwiększają okresowo ciśnienie w drogach oddechowych. 3–4 ćwiczenia powinny być wykonywane po kilka razy dziennie. Ćwiczenia oddechowe można również wykonywać za pomocą kartki, piórka wacika, nitki lub profesjonalnych aparatów typu Spiroflo, Triflo lub aparaty z piłeczką pingpongową bądź styropianową.

### **Powikłania wentylacji nieinwazyjnej**

**1. Skórne** wynikające z nacisku maski na twarz, szczególnie na grzbiet nosa: ból, zaczerwienienie, obrzęk, otarcia naskórka, owrzodzenia, martwica skóry.

Zapobieganie: Zmiany skórne są zwykle niewielkie i rzadko stwarzają konieczność zaprzestania wentylacji nieinwazyjnej:

- dobór maski najlepiej dopasowanej do twarzy chorego (maksymalna szczelność, minimalny nacisk),
- zmiana typów masek — twarzowe, nosowe, różne modele każdego typu,
- zapobieganie odleżynom miejsc najbardziej narażonych – masaże, oklepywanie,
- zakładanie opatrunków (hydrożele), kiedy dojdzie już do uszkodzenia skóry.

**2. Ze strony układu pokarmowego** m.in. rozdęcie żołądka, ból, nudności, wymioty.

Zapobieganie: Założenie sondy żołądkowej obarczającej.

**3. Oddechowe:**

- barotrauma – występuje rzadko, gdyż zbyt wysokie ciśnienie powoduje zwykle zwiększenie przecieku pod maską
- hipowentylacja - na skutek zbyt szybkiego zmniejszenia PaCO<sub>2</sub>.

Zapobieganie: Staranne monitorowanie oddychania i obserwacja chorego.

**4. Hemodynamiczne** – spadki ciśnienia tętniczego w trakcie wentylacji nieinwazyjnej występują znacznie rzadziej niż podczas wentylacji inwazyjnej.

**5. Inne** – uczucie duszności, dyskomfort, klaustrofobia, zapalenie spojówek, zapalenie zatok, bóle zębów i inne.

### **6. Profilaktyka zakażeń u pacjentów wentylowanych mechanicznie**

Zakażenia ze względu na pochodzenie drobnoustroju dzieli się na:

- **egzogenne:** personel, środowisko nieożywione sali,
- **endogenne:** własna flora bakteryjna pacjenta.

Aby nie dopuścić do wniknięcia drobnoustrojów chorobotwórczych z zewnątrz pielęgniarka powinna sprawdzić takie elementy jak:

- data wymiany obwodu oddechowego respiratora (rury, filtr, łączniki, zastawki),
- data wymiany nawilżacza czynnego w obwodzie oddechowym respiratora lub biernego (wymiennik ciepła i wilgotności),
- data wymiany zamkniętego systemu odsysania (cewnik Trach-care) lub układu otwartego (zbiornik, dreny) do odsysania wydzieliny z drzewa oskrzelowego,
- stan zabezpieczenia przed infekcją worka samorozprężalnego,
- data wymiany zestawu do tlenoterapii.

Należy również ocenić:

- sprawność działania respiratora i innego sprzętu medycznego:
  - szczelność układu oddechowego, brak zbędnych przedmiotów na respiratorze i w jego pobliżu, właściwe umocowanie rur respiratora (wiszą swobodnie, nie pociągają, nie załamują się), brak skroplonej pary wodnej w rurach, właściwe nawilżanie powietrza wdychanego, odpowiednie ustawienia granic alarmów, ich włączenie, sprawność działania ssaka,
  - zgodność zleconych przez lekarza i realizowanych nastawień respiratora,
- skuteczność wentylacji na podstawie interpretacji wyników pulsoksymetrii, kapnometrii i gazometrii,
- obecności objawów toksycznego działania tlenu: ból za mostkiem, nasilony kaszel, przyspieszenie oddechu, obniżone PaCO<sub>2</sub>, spadek pojemności i podatności płuc.

## ZAWSZE NALEŻY SPRAWDZIĆ INSTRUKCJĘ SPRZĘTU ORAZ ZALECENIA PRODUCENTA W ZAKRESIE CZYSZCZENIA, STERYLIZACJI ORAZ DEZYNFEKCJI.

### Zasady profilaktyki VAP:

1. Efektywne mycie i dezynfekcja rąk.
2. Stosowanie w codziennej pracy środków ochrony osobistej.
3. Jeśli istnieje możliwość – unikanie intubacji i reintubacji.
4. Pozycja chorego sztucznie wentylowanego powinna być pozycją poprzez uniesienie górnej części ciała pod kątem 30°–45°, w pozycji leżącej na plecach, jeśli to możliwe. Preferowane jest unikanie przepełnienia żołądka. Zmniejsza się w ten sposób ryzyko aspiracji treści.
5. Stosowanie szczególnych technik terapii klatki piersiowej w celu uruchomienia wydzieliny zalegającej w poszczególnych częściach płuc oraz ułatwienia rozprężania części niedodmowych.
6. Zastosowanie pełnowartościowej kalorycznie i składnikowo diety przeznaczonej dla chorych sztucznie wentylowanych.
7. Stosowanie intubacji tchawicy przez usta. Unikanie intubacji przez nos, która zwiększa ryzyko zakażenia zatok obocznych nosa i może spowodować ewentualną aspirację nadkażonej treści, wydzieliny z zatok do tchawicy.
8. Wymiana układów oddechowych tylko w sytuacji zanieczyszczenia czy mechanicznego uszkodzenia.
9. Stosowanie wymienników ciepła i wilgoci jako alternatywa do zamkniętej funkcji nosa przez rurkę intubacyjną. Jeśli stosujemy ogrzewane systemy ogrzewające, to szczególnie należy zadbać o procedurę sterylizacji i wymianę nawilzacza co 5–7 dni.
10. Stosowanie systemów zamkniętych do odsysania treści oskrzelowej.
11. Odsysanie okolicy podgłośniowej, ponieważ zaleganie wydzieliny nad balonikiem uszczelniającym przestrzeni podgłośniowej nawet przy właściwym jej uszczelnieniu (20 cmH<sub>2</sub>O – ciśnienie w mankiecie uszczelniającym kontrolowane manometrem) może spowodować mikroaspirację do płuc. Istnieją specjalne ssaki do kontrolowanego, przerywanego odsysania treści znad mankietu uszczelniającego.
12. Rozważenie nieintubowania chorego. Zastosowanie nieinwazyjnych metod wentylacji lub rozważenie tej metody, w sytuacji gdy istnieje konieczność wentylacji, a chory współpracuje i nie ma potrzeby stosowania sztucznej drogi oddechowej.
13. Prowadzenie kompleksowej higieny jamy ustnej oraz właściwej dekontaminacji. Nie tylko zmniejsza to prawdopodobieństwo rozwoju VAP, ale stanowi także profilaktykę chorób przyzębia oraz zakażeń wewnątrzszpitalnych.

### Zastosowanie proceduralnej dezynfekcji, toalety jamy ustnej (użycie środków likwidujących patogeny przez wykonywanie 3× dziennie sanacji).

- **Schemat I:** Najpierw toaleta jamy ustnej z zastosowaniem 0,9% NaCl. Następnie przy użyciu dedykowanej pasty do zębów (długość paska pasty 2 cm – ok. 0,5 g) co 6 godz. Następnie dekontaminacja roztworem chlorheksydyny 2% (wpływ na Gram-dodatnie, obniżenie częstości VAP o 55%, lub dekontaminacja chlorheksydyną 2% i kolistyną 2% – wpływ na Gram-dodatnie i Gram-ujemne), obniżenie częstości VAP o 65% .
  - **Schemat II** według Zaleceń Grupy Roboczej PTPAiIO: Kompleksowa toaleta jamy ustnej obejmuje: – wstępną ocenę jamy ustnej oraz systematyczne monitorowanie jej stanu, – odsysanie wydzieliny z jamy nosowej, ustnej i gardłowej. Utrzymuje ciśnienie w przedziale 17–25 mmHg (20–35 cmH<sub>2</sub>O) w celu zapobieżenia przedostawaniu się bakterii wokół mankietu rurki do dolnych dróg oddechowych, – oczyszczenie przedsionka nosa i zewnętrznej powierzchni sondy dożołądkowej, – odśluzowanie jamy ustnej oraz okolicy podgłośniowej w przypadku zaintubowania rurką z taką możliwością.
14. Ustawiczna współpraca ze Szpitalnym Zespołem Kontroli Zakażeń w celu przestrzegania procedur postępowania epidemiologicznego.

## 7. Pielęgnacja dróg oddechowych pacjenta z rurką dotchawiczą

Intubacja jest najpewniejszą metodą utrzymania drożności dróg oddechowych u chorych nieprzytomnych. Może mieć negatywne skutki w postaci:

- uniemożliwienia kaszlu (rurka nie pozwala na zaciśnięcie strun głosowych, a tym samym wykonania wszystkich faz odruchu kaszlowego),
- braku możliwości fizjologicznego, prawidłowego nawilżenia gazów (brak nawilżania powietrza wdychanego w jamie nosowej),
- sprzyjania zasychaniu wydzieliny w drzewie oskrzelowym,
- możliwości powstawania owrzodzeń – odleżyn błony śluzowej dróg oddechowych spowodowanych zbyt długim lub zbyt dużym uciskiem balonu uszczelniającego,
- wentylacji jednego, najczęściej prawego płuca w przypadku zbyt głębokiego założenia rurki intubacyjnej, mechanicznego zatkania drzewa oskrzelowego wydzieliną.

Największym niebezpieczeństwem dla chorego jest niedrożność rurki intubacyjnej spowodowana:

- zagięciem rurki,
- przepukliną mankieta uszczelniającego,
- przyleganiem do ściany tchawicy dystalnego otworu rurki,
- czopami zaschniętego śluzu.

Rurka musi być uszczelniona mankietem. Kilka razy dziennie należy sprawdzać wypełnienie balonika wskaźnikowego oraz jeśli to możliwe mierzyć ciśnienie w mankiecie za pomocą specjalnego urządzenia wskaźnikowego.

## 8. Pielęgnacja jamy ustnej i przewodów nosowych u pacjenta wentylowanego inwazyjnie

Pielęgniarka:

- myje i dezynfekuje ręce,
- informuje pacjenta o celu i sposobie odsysania i momencie rozpoczęcia interwencji (niezależnie od jego stanu przytomności),
- osłuchuje pacjenta przed przystąpieniem do odsysania w celu ustalenia celowości odsysania,
- układa pacjenta w pozycji półleżącej Semi-Flower's na plecach z wezgłowiem uniesionym pod kątem (30° – 45°), jeśli stan pacjenta na to pozwala,
- odsysanie wydzieliny z dróg oddechowych u pacjenta powinno być przeprowadzone z boku łóżka pacjenta,
- u pacjenta nieprzytomnego zabezpiecza lub sprawdza szczelne zamknięcie powiek,
- przeprowadza kompleksową pielęgnację jamy ustnej u pacjenta co najmniej 2 x na dobę,
- odśluzowuje wydzielinę z tchawicy oraz okolicę podgłośniową w przypadku intubacji rurką z taką możliwością,
- procedurę przeprowadza z użyciem jałowych rękawiczek i sterylnych cewników,
- natlenia pacjenta 100% tlenem za pomocą worka samorozprężalnego z rezerwuarem tlenu przez ok. 30 sek. (3–5 oddechów) lub wybierając odpowiednią funkcję w ustawieniach respiratora (czas wentylacji do otrzymania 100% stężenie tlenu w układzie oddechowym, będzie uzależniony od marki respiratora),
- wprowadza jałowy cewnik do rurki intubacyjnej przy zamkniętym ssaniu, do wystąpienia oporu, następnie wycofuje cewnik z rurki o 1 cm, ruchem obrotowym rozpoczyna odsysanie, czas odsysania nie powinien przekraczać 10 sekund, a siła ssania wynosić 100–150 mmHg (135 – 203 cm H<sub>2</sub>O),
- prowadzi ciągłe monitorowanie wysycenia krwi tlenem przy pomocy pulsoksymetru, jako metodą oceny hipoksemii podczas odsysania,
- u pacjentów przebywających w OIT, stale monitoruje układ krążenia – częstość akcji serca, rytm, ciśnienie tętnicze, co pozwala na ocenę ewentualnych zaburzeń hemodynamicznych mogących występować podczas odsysania,
- w przypadku monitorowania ciśnienia śródczaszkowego ICP, czas procedury i jej ewentualne przerwanie powinno zależeć od zmian wartości ciśnienia śródczaszkowego, w razie potrzeby, na zlecenie lekarza przed odsysaniem należy podać choremu dodatkową dawkę leku sedacyjnego,
- zmienia cewnik po każdorazowym odsysaniu,

- przerwa pomiędzy kolejnymi odsysaniami jest zależna od stanu pacjenta, ale nie może być krótsza niż 20–30 sekund,
- po odessaniu wydzieliny z drzewa oskrzelowego natlenia pacjenta 100% tlenem za pomocą worka samorozprężalnego z rezerwuarem tlenu przez ok. 30 sek. (3–5 oddechów) lub wybierając odpowiednią funkcję w ustawieniach respiratora,
- ocenia i monitoruje ciśnienie w mankiecie uszczelniającym rurkę intubacyjną/tracheotomijną, utrzymuje ciśnienie na poziomie 17–25 mmHg (20–30 cmH<sub>2</sub>O),
- podczas zabiegu przestrzega zasad aseptyki,
- po wykonanej procedurze przepłukuje dren sterylnym roztworem wody destylowanej lub solą fizjologiczną,
- po odessaniu dren zabezpiecza zatyczką, wymienia co 12 godz.
- nie stosuje się 0.9% roztworu NaCl do rozrzedzania wydzieliny w drogach oddechowych
- kontroluje skuteczność odsysania, osłuchując szczyty i podstawy obu płuc chorego,
- sprawdza położenie i umocowanie rurki dotchawiczej,
- porządkuje zestaw,
- myje i dezynfekuje ręce,
- dokumentuje pielęgnację dróg oddechowych,
- ocenia głębokość sedacji w stosowanej w oddziale skali sedacji, zgodnie ze skalą stosowaną w oddziale i postępy w zakresie odzwyczajania od respiratoroterapii w celu optymalizacji czasu trwania tego procesu,
- uczestniczy w programie żywienia dojelitowego pacjenta oraz przeciwdziała wystąpieniu aspiracji treści pokarmowych/żołądkowych do dróg oddechowych,
- współpracuje z fizjoterapeutą w zakresie fizjoterapii klatki piersiowej.

## 9. Pielęgnowanie pacjenta z drenażem ssącym jamy opłucnej

Celem drenażu opłucnowego jest usunięcie z klatki piersiowej powietrza, krwi lub płynu dzięki rozprężeniu płuca i zniesieniu przesunięcia śródpiersia powodującego zaburzenia hemodynamiczne. Drenaż powoduje przywrócenie prawidłowej czynności układu krążenia i oddychania. Prawidłowe wykonanie zabiegu, a następnie utrzymanie drenażu ma istotne znaczenie w ewakuacji patologicznych płynów lub powietrza z opłucnej, a także w utrzymaniu rozprężonego płuca. Ma przez to wpływ na uzyskanie warunków do wydajnej wymiany oddechowej i uniknięcie poważnych, zagrażających życiu, powikłań krążeniowo-oddechowych. Za prawidłowość leczenia odpowiada cały zespół terapeutyczny. Istotną funkcję pełni w nim pielęgniarka. Zadania pielęgniarские są realizowane na każdym etapie procesu terapeutycznego – od udziału w wykonywaniu zabiegu drenażu opłucnej, poprzez bezpośredni nadzór, aż po edukację pacjenta i jego rodziny, a także przygotowanie do samoopieki.

### Do skutecznego drenażu opłucnowego muszą być spełnione trzy elementy.

1. Dren opłucnowy umożliwiający usunięcie krwi, powietrza lub wysięku z minimalnym oporem przepływu,
2. Jednokierunkowa zastawka, którą zwykle stanowi koniec drenu zanurzony pod poziom płynu, umożliwiająca wydostawanie się powietrza z jamy opłucnej i zapobiegająca jego wstecznemu zasysaniu,
3. Butla, w której gromadzi się odsysana krew lub wysięk.

### Skuteczność drenażu zależy od:

- średnicy wewnętrznej przekroju drenu (6 mm jest średnicą minimalną, pozwalającą uzyskać przepływ powietrza ok. 15 l/min przy ciśnieniu - 10 cmH<sub>2</sub>O, najczęściej używa się drenów o średnicy wewnętrznego przekroju 12 mm, umożliwiających przepływ powietrza 50-60 l/min z minimalnym oporem powietrza),
- różnicy ciśnień między klatką piersiową a układem drenażowym (uzyskuje się ją dzięki obniżeniu układu drenażowego poniżej poziomu klatki piersiowej lub podłączając go do układu ssącego).

### Powikłania drenażu opłucnej:

- uszkodzenie płuca,
- krwawienie z tętnicy międzyżebrowej,

- uszkodzenie śledziony,
- wątroby czy żołądka (zdarzające się rzadko) oraz
- 3% zakażenie jamy opłucnej.

#### **Wskazania do drenażu jamy opłucnej:**

- odma opłucnowa,
  - samoistna,
  - pouazowa (prężna, otwarta),
  - jatrogenna,
- ropniak opłucnej,
- krwiak opłucnowy,
- wysięk opłucnowy,
- drenaż pooperacyjny.

Obowiązuje typowe jałowe przygotowanie pola, jak do każdego zabiegu operacyjnego. Jeżeli stan chorego jest stabilny, korzystna jest premedykacja. Miejsce wprowadzenia drenu znieczula się nasiękowo 1% roztworem lidokainy albo 0,5% roztworem bupiwakainy (skórę i tkankę podskórną, okostną żebra, międzyżebro i opłucną – w przypadku odmy pozostała ilość środka znieczulającego wstrzykuje się do jamy opłucnej). Należy pamiętać, że **igłę wprowadza się zawsze po górnym brzegu żebra**.

#### **Rola i zadania pielęgniarki w opiece nad pacjentem z drenażem jamy opłucnej**

Priorytetem przygotowania jest zapewnienie bezpieczeństwa psychicznego i fizycznego.

##### **Pielęgniarka:**

1. przygotowuje zestaw do drenażu, montuje jego połączenia,
2. przygotowuje chorego do założenia drenu:
  - wyjaśnia cel zabiegu, w jakiej pozycji będzie zakładany dren, jak powinien zachować się chory w czasie zakładania drenu,
  - podają lek przeciwbólowy wg zleceń lekarza,
  - układa chorego (na wznak – w przypadku drenu przez II przestrzeń międzyżebrową lub z lekkim uniesieniem chorego boku – w przypadku wprowadzenia drenu w linii pachowej środkowej),
3. asystuje lekarzowi w czasie wprowadzania drenu,
4. po założeniu drenu układa chorego w pozycji półsiedzącej z umieszczeniem zestawu ok. 10 cm poniżej poziomu klatki piersiowej,
5. przygotowuje chorego do wykonania kontrolnego radiogramu klatki piersiowej – zdjęcie przyłóżkowe lub w pracowni radiologicznej - pamięta zawsze o umieszczeniu butli drenażowej poniżej poziomu klatki piersiowej lub zamyka dren opłucnowy zaciskiem,
6. kontroluje drożność drenażu (obserwacja wahań płynu w drenie zgodnych z oddechem chorego świadczy o jego drożności), jeśli zachodzi podejrzenie zatkania drenu, wykonuje delikatne ręczne ugniatanie drenu wzdłuż jego przebiegu w celu przesunięcia zatykających dren skrzepów,
7. codziennie dokonuje pomiaru objętości drenowanego płynu i odnotowuje ewentualną obecność przecieku powietrza,
8. indywidualnie, w zależności od stanu pacjenta, dokonuje pomiaru ciśnienia tętniczego krwi i temperatury - wyniki wpisuje w dokumentację chorego,
9. obserwuje chorego i miejsce założenia drenu w kierunku duszności i odmy podskórnej,
10. codziennie, wspólnie z rehabilitantem prowadzi gimnastykę oddechową chorego (szczególnie ważna w przypadku odmy opłucnowej),
11. uczy chorego zachowania się i postępowania z drenem.

##### **Monitorowanie drenażu musi obejmować trzy elementy:**

- rozprężenie płuca,
- przeciek powietrza,
- objętość i charakter drenowanej treści.

### Rozprężenie płuca

Podstawową metodą oceny rozprężenia płuca są badania obrazowe, zwykle jest to przeglądowy radiogram, który wykonuje się rutynowo następnego dnia. W nielicznych wątpliwych przypadkach wskazana jest tomografia komputerowa (TK). Trzeba jednak pamiętać, że prosta obserwacja drenażu dostarcza ważnych informacji odnośnie do rozprężenia płuca. Jeżeli używamy najbardziej popularnego trójbutlowego zestawu drenażowego, trzeba zwrócić uwagę na **wahania słupa płynu w środkowej komorze (komorze zastawki wodnej)**. Podczas drenażu czynnego (ssącego) te wahania powinny być niewielkie, zwykle 0–2 cm (większe u dzieci i osób młodych, o elastycznej klatce piersiowej). Duże wahania, widoczne zwłaszcza przy głębokich wdechach, sugerują niepełne rozprężenie płuca, nawet mimo prawidłowego radiogramu przeglądowego. W razie wątpliwości zalecana jest TK.

### Przeciek powietrza

Przeciek powietrza jest widoczny w postaci bąbelków pojawiających się w komorze zastawki wodnej. Jego nasilenie ocenia się najczęściej w półilościowej skali:

- przeciek tylko przy kaszlu,
- zgodny z cyklem oddechowym (widoczny podczas wydechu),
- ciągły (wdechowo-wydechowy).

Obecnie dostępne są zestawy pozwalające na ciągłą ilościową ocenę i rejestrację przecieku, jednak ze względu na wysoką cenę ich popularność jest mała. Pojawianie się bąbelków powietrza w komorze zastawki wodnej przemawia za uszkodzeniem mięszu płuca. Bąbelki obserwuje się jako prawidłowe zjawisko w trakcie rozprężania płuca. Rzadszą przyczyną może być uszkodzenie tchawicy, oskrzela lub przełyku. Trzeba jednak pamiętać o możliwości wystąpienia tak zwanego przecieku fałszywego, który jest następstwem nieszczelności w układzie drenażowym.

Podstawowym sposobem rozpoznania dwóch pierwszych spośród przyczyn wymienionych powyżej jest zaciśnięcie (na krótko!) drenu tuż przy ścianie klatki piersiowej – jeżeli przeciek utrzymuje się przy zaciśniętym drenie, oznacza to nieszczelność w układzie drenażowym.

### Przyczyny przecieku fałszywego mogą być następujące:

- wadliwa uszczelka w zestawie,
- nieszczelność w miejscu połączenia drenów (nieodpowiedni rozmiar łącznika, rozłączenie się drenów),
- częściowe wysunięcie się drenu, tak że ostatni boczny otwór znajduje się tuż pod skórą,
- zasysanie powietrza przez zbyt szeroki kanał wokół drenu.

Częściowe wysunięcie się drenu można podejrzewać, jeżeli ostatni boczny otwór w drenie jest widoczny na radiogramie na zewnątrz klatki piersiowej, w tkankach miękkich. W takim przypadku, podobnie jak w razie zasysania powietrza przez zbyt szeroki kanał wokół drenu, można podczas uważnego badania usłyszeć syk powietrza przedostającego się podczas wdechu wzdłuż drenu.

## 10. Ułożenie pacjenta z uwzględnieniem wentylacji w ułożeniu na brzuchu (prone position)

Oprócz wentylacji mechanicznej, do poprawy wymiany gazowej w płucach stosowane są różne spoczynkowe ułożenia pacjenta (okresowe układanie w pozycji na brzuchu, ułożenie boczne).

**Kliniczne efekty** ułożenia na brzuchu to rekrutacja powierzchni wymiany gazowej (FRC) poprzez otwarcie grzbietowo-podstawnych obszarów niedodmy. Następstwem tego jest:

- redukcja płucnego przecieku prawo-lewego,
- poprawa stosunku wentylacji do perfuzji,
- poprawa oksygenacji.

Uwaga: bezpośrednio po czynnościach zmiany ułożenia pacjenta z grzbietu na brzuch i odwrotnie może następować przejściowe pogorszenie wymiany gazowej. Ze względów bezpieczeństwa podczas zmiany ułożenia pacjent powinien oddychać 100% tlenem.

#### Wskazania:

- ostra niewydolność oddechowa ze wskaźnikiem oksygenacji PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> <200 pomimo oddychania z FiO<sub>2</sub> ≥6, PEEP ≥10 cmH<sub>2</sub>O, stosunek I:E 51:1 lub
- radiologiczny obraz obrzęku miąższowego i pęcherzykowego z obszarami niedodmy.

#### Wady/ zagrożenia a ułożenia na brzuchu

- Konieczność większej liczby personelu: 3–4 pielęgniarki do zmiany ułożenia.
- Utrudniona reanimacja krążeniowo-oddechowa, strata czasu na zmianę ułożenia.
- Niemożliwa kontrola źrenic.
- Niebezpieczeństwo przemieszczenia rurki dotchawiczej i niezamierzonej ekstubacji.
- Utrudniona ponowna intubacja z powodu obrzęku w obrębie ust i krtani.
- Utrudniona pielęgnacja oczu i ust.
- Utrudniona toaleta drzewa oskrzelowego.
- Niebezpieczeństwo martwicy z ucisku.
- Niebezpieczeństwo przemieszczenia i rozłączenia cewników założonych do żył centralnych i tętnic.
- Niebezpieczeństwo uszkodzenia kończyn i nerwów poprzez нефizjologiczne ruchy w trakcie zmiany ułożenia.

### 11. Fizjoterapia

Intubacja upośledza fizjologiczne mechanizmy oczyszczania drzewa tchawiczo-oskrzelowego, co prowadzi do zalegania wydzieliny w drogach oddechowych. **Celem fizjoterapii** jest wspomaganie bądź zastąpienie niewydolnych mechanizmów samooczyszczania.

**Metody zachowawcze** stosowane u pacjentów zaintubowanych:

- drenaż ułożeniowy,
- opukiwanie,
- masaż wibracyjny (ręczny lub mechaniczny),
- ćwiczenia kaszlu,
- drenaż samoczynny,
- uruchamianie.

**Metody mechaniczne:**

- HFJV – wentylacja strumieniowa o wysokiej częstotliwości.
- IPPB – oddychanie z przerywanym ciśnieniem dodatnim w drogach oddechowych.
- CPAP – ciągłe dodatnie ciśnienie w drogach oddechowych.
- Spirometria treningowa (SMI, sustained maximal inspiration, wydłużony maksymalny wdech) polega na wykonywaniu **aktywnych, wolnych i maksymalnych wdechów**. Pacjent zachęcany jest do regularnych i głębokich oddechów za pomocą wskaźników wizualnych odzwierciedlających jego wysiłek oddechowy.

Efekty kliniczne stosowania SMI:

- Ponowne otwarcie zapadniętych pęcherzyków płucnych (rekrutacja).
- Zapobieganie powstawaniu niedodmy.
- Trening mięśni oddechowych.
- Pobudzanie do kaszlu.
- Poprawa wentylacji i oksygenacji.
- VRR1-Desitin – oddychanie z dodatnim ciśnieniem wydechowym oraz efekt wibracji.
- Bronchoskopia fiberoskopowa (= > uruchamianie i odsysanie wydzieliny).

#### Ćwiczenia oddechowe – przykłady

##### Ćwiczenie 1.

Pozycja wyjściowa: leżenie na plecach, nogi wyprostowane, kończyny górne zgięte w stawach barkowym, łokciowym – dłońmi oparte na bokach klatki piersiowej. Ruch: wdech z odchyleniem głowy do tyłu i uwypukleniem klatki piersiowej, a następnie wydech ze skłonem głowy w przód, wciągnięciem brzucha, jednocześnie uciskaniem dłońmi na boki klatki piersiowej.

## Ćwiczenie 2.

Pozycja wyjściowa: leżenie na plecach, nogi wyprostowane, dłonie położone na nadbrzuszu. Ruch: wdech z wypukleniem brzucha, a następnie wydech z uciskaniem dłońmi na nadbrzusze.

### Drenaż ułożeniowy

**Drenaż ułożeniowy** (bierny) to specjalne ułożenie pacjenta stosowane w celu ułatwienia odpływu wydzieliny zalegającej głęboko w drobnych oskrzelikach i pęcherzykach płucnych.

Obowiązujące zasady:

Należy uzyskać dokładne dane o umiejscowieniu zmian chorobowych – spowoduje to zastosowanie pozycji sprzyjającej odpływowi wydzieliny pod wpływem siły ciężkości.

Przed wykonaniem drenażu wykonuje się inhalację na zlecenie lekarza, co wpłynie na rozrzedzenie wydzieliny oraz rozszerzenie oskrzeli.

W przypadku pacjenta z dusznością, dużą ilością wydzieliny, osłabionym odruchem kaszlowym konieczna jest stała obecność pielęgniarki. Istnieje wtedy możliwość szybkiej interwencji.

Drenaż ułożeniowy:

- stosuje się 2–3 razy dziennie,
- wykonania kilku głębokich oddechów,
- odkrztuszenia rozpoczyna od seansów 15–20-minutowych,
- następnie wydłuża się czas trwania do 1 h.

Stosując pozycję Trendelenburga:

- rozpoczyna się drenaż ułożeniowy od seansów 10-minutowych,
- maksymalny czas trwania zabiegu nie powinien być dłuższy niż 1/2 h.

Drenaż ułożeniowy należy planować przed posiłkiem lub snem.

W praktyce wykorzystuje się 6 podstawowych pozycji:

- **ułożenie na brzuchu**, głowa skierowana w dół, tułów nachylony w stosunku do podłoża o 45° – taka pozycja usuwa wydzielinę z dolnej części płuc,
- **ułożenie na lewym boku z głową skierowaną w dół**, tułów jest nachylony o 30° – taka pozycja usuwa wydzielinę ze środkowej części płuc,
- **ułożenie na prawym boku głowa skierowana w dół**, tułów nachylony o 30°,
- **ułożenie na plecach z głową skierowaną w dół**, tułów jest nachylony o 30° – taka pozycja usuwa wydzielinę z dolnej części płuc,
- **ułożenie na wznak** – usuwanie wydzieliny z górnej części płuc,
- **pozycja siedząca z lekkim pochyleniem do przodu** – usuwanie wydzieliny z górnej części płuc.

### Uruchamianie ruchowe pacjenta

Należy wziąć pod uwagę aktualny stan kliniczny i tolerancję wysiłku (pozycja siedząca w łóżku, pozycja siedząca z opuszczonymi nogami).

### Oklepywanie

Oklepywanie jest jedną z technik masażu klasycznego o mocnym działaniu bodźco- przewodzącym powodującym przekrwienie tkanek. Dłoń podczas oklepywania ułożona „łódeczkę” (złącz palce i zegnij je tak, by we wnętrzu dłoni wytworzyło się niewielkie zagłębienie). Między klatką piersiową, a dłonią znajduje się przestrzeń wypełniona powietrzem. Która przeniesiona podczas uderzenia na klatkę piersiową powoduje jej drganie. Czynność wykonuje się przez kilka minut, a liczba powtórzeń i serii zależy od stanu zdrowia pacjenta. Oklepuje się obie połowy płuc od podstawy do szczytu, pomijając okolice nerek i kręgosłupa.



Czynności przygotowawcze:

Przygotowanie pielęgniarki:

- higieniczne mycie rąk,
- przygotowanie materiałów, sprzętu, otoczenia, oraz lotionu do nacierania pleców.

Przygotowanie pacjenta:

- wyjaśnienie celu i przebiegu czynności,
- uzyskanie zgody pacjenta na wykonanie zabiegu i ustalenie czasu wykonania czynności,
- przedstawienie planu zmiany pozycji podczas wykonywania czynności.

Czynności właściwe:

- Założenie rękawiczek jednorazowego użytku.
- Polecenie pacjentowi wykonania 3–4 oddechów torem przeponowym.
- Naniesienie na dłonie lotionu.
- Nacieranie lotionem pleców pacjenta, w kierunku od dołu do góry bez odrywania dłoni od ciała pacjenta.
- Złożenie dłoni, kształt przypominający łódkę.
- Wykonanie oklepywania pleców od podstawy kl. piersiowej, wzdłuż przebiegu żeber, do szczytu płuc, naprzemiennie po obu stronach kręgosłupa z ominięciem łopatek i kręgosłupa. Na początku uderzamy lekko, co chwilę zwiększamy siłę uderzenia, a końcowe powinny być szybkie, powierzchowne, dość mocne, niebolesne, wykonywane dłonią poruszającą się tylko w stawach nadgarstkowych – w celu doprowadzenia dróg oddechowych do drżeń, wibracji.
- Wykonanie oklepywania klatki piersiowej od przodu, zaczynając od łuku żebrowego do obojczyka, omijając okolice serca i piersi u kobiety. W początkowej fazie dłonią złożoną w łódkę, następnie płaską pięścią lub krawędzią dłoni.
- Uciskanie w czasie wydechu przyłożonymi dłońmi klatki piersiowej nad zajęтым polem płucnym i rozluźnienie podczas wdechu.
- Uciskanie płasko ułożonymi dłońmi dolnych bocznych części klatki piersiowej w czasie wydechu.
- Mobilizacja pacjenta do odkrztuszania wydzieliny do chusteczki higienicznej podczas uciskania klatki piersiowej.
- Obserwowanie charakteru ewakuowanej wydzieliny – ilość, gęstość, zabarwienie.

Wstrząsanie

W przypadku wstrząsania dłoni jest zgięta w ten sam sposób jak przy oklepywaniu, ale palce dłoni nie są złączone lecz rozstawione. Miejsce przyłożenia opuszków palców do klatki piersiowej to przestrzenie międzyżebrowe.

Czynności właściwe:

- Założenie rękawiczek jednorazowego użytku.
- Polecenie pacjentowi wykonania 2-3 oddechów torem przeponowym.
- Opukiwanie pleców pacjenta od podstawy klatki piersiowej do szczytu płuc opuszkami palców wzdłuż przebiegu żeber.
- Opukiwanie przedniej części klatki piersiowej.
- Uciskanie płasko ułożonymi dłońmi dolnych bocznych części klatki piersiowej w czasie wydechu.
- Mobilizowanie pacjenta do odkrztuszania wydzieliny.
- Obserwowanie charakteru ewakuowanej wydzieliny.

## **12. Edukacja i wsparcie rodziny/ osób bliskich pacjenta wentylowanego mechanicznie w warunkach domowych**

Program edukacji terapeutycznej pacjenta z rozpoznaną niewydolnością oddechową wymagającą wentylacji mechanicznej.

**Opis Choroby:**

**Przewlekła obturacyjna choroba płuc** - jest jedną z głównych przyczyn chorobowości i umieralności na świecie. Uznaje się ją za trzecią najczęstszą przyczynę śmierci po niedokrwiennej chorobie serca i udarze mózgu.

W Polsce na POChP cierpią około 2 mln osób, ale aż 80 proc. nie ma świadomości, że na nią choruje. Choroba cechuje się postępującym i niecałkowicie odwracalnym ograniczeniem przepływu powietrza przez drogi oddechowe, które wynika z przewlekłego stanu zapalnego układu oddechowego, który prowadzi do zniszczenia miąższu płucnego – rozedmy pęcherzyków płucnych. Najczęstszą przyczyną POChP jest narażenie na dym tytoniowy czynnie jak i biernie, ale również inne czynniki, takie jak substancje drażniące z powietrza oraz stany wrodzone (między innymi niedobór alfa1-antytrypsyny) mogą doprowadzić do rozwinięcia się choroby. Objawy są niespecyficzne, dominuje duszność występująca przez kilka miesięcy, a nawet lat. Początkowo jest obecna tylko przy większym wysiłku, ale w miarę postępu choroby narasta, występując w spoczynku, utrudniając normalne funkcjonowanie. Mogą jej towarzyszyć: świszczący oddech, uczucie ciasnoty w klatce piersiowej oraz uporczywy, produktywny lub bezproduktywny kaszel. Kaszel ma charakter przewlekły. Jest jednym z pierwszych objawów POChP, zwłaszcza u palaczy tytoniu. Rozpoznanie stawia się na podstawie badania spirometrycznego. Wyróżnia się dwa fenotypy chorych:

- „różowy dmuchacz” - charakteryzuje się niedowagą, dusznością, kaszlem,
- „siny sapacz” - charakteryzuje się otyłością, niewielką dusznością, sinicą.

Leczenie ma charakter objawowy. POChP jest chorobą nieuleczalną, a wszelkie działania lekarskie mają na celu spowolnienie procesu chorobowego i poprawę komfortu życia pacjenta.

#### Studium przypadku:

Pacjent lat 73 z rozpoznaną 16 lat temu POChP, w ostatnim czasie choroba o dużym nasileniu objawów, coraz częstsze ataki duszności, nieustępujące pomimo stosowanych leków. Od 5 lat nie pali papierosów, wcześniej 50 paczkołat czynnego narażenia na dym tytoniowy. Pacjent od dwóch lat ma wdrożoną tlenoterapię domową, jednak w ostatnim czasie u pacjenta zaobserwowano, pogorszenie stanu zdrowia, czas wentylacji tlenem wydłużył się z kilku godzin dziennie do stosowania ciągłego, a u pacjenta zauważalne stało się zmęczenie mięśni oddechowych. Pacjent o fenotypie „różowy dmuchacz”, w ostatnim czasie obniżeniu uległa masa ciała, obecnie wygląd kachektyczny (BMI-16). Ponadto u pacjenta stwierdzono ostrą niewydolność oddechową (Gazometria pH 7,33, pCO<sub>2</sub> 60 mmHg pO<sub>2</sub> 50 mmHg HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 30,5 mmol/l BE +3,9 mEq/l SpO<sub>2</sub> 76,5%). Pacjenta po próbie wstępnej stabilizacji stanu ogólnego zakwalifikowano do zastosowania nieinwazyjnej wentylacji mechanicznej z zaleceniem kontynuowania w warunkach domowych NIV metodą do 8 godziny na dobę z zaleceniem stosowania w czasie snu w nocy. Pacjent jest zdezorientowany, zaniepokojony o swój dalszy los, obawia się zastosowanej metody leczenia, czy będzie umiał właściwie stosować zaleconą nieinwazyjną wentylację wspomaganą, czy w związku z jej stosowaniem nie wystąpią inne problemy. Ponadto pacjent czuje niepokój, czy nie dojdzie do dalszego pogłębiania się niewydolności oddechowej. U pacjenta stwierdzono ponadto problemy w stanie odżywienia.

#### Program edukacji pacjenta:

##### 1. Zapoznanie pacjenta z istotą choroby.

- objaśnienie istoty choroby, mechanizmu rozwoju choroby.
- Przedstawienie czynników ryzyka.
- Omówienie najczęściej występujących objawów.
- Objasnienie metod diagnostyki choroby.
- Przedstawienie przebiegu choroby, etapów i stopni zaawansowania.
- Zapoznanie z metodą leczenia i wspomagania w chorobie.
- Przedstawienie powikłań i skutków ubocznych metod leczenia.
- Zachęcenie pacjenta do pogłębienia wiedzy (ulotki, fora internetowe, grupy wsparcia).

##### 2. Odżywianie.

- Przedstawienie pacjentowi zasad żywienia w trakcie etapów choroby, leczenia wpływu właściwego odżywienia dla procesu terapeutycznego etc.
- Konsultacja dietetyka.

- Zapoznanie pacjenta z zasadami zdrowego odżywiania.
  - Regularna kontrola masy ciała.
  - Regularne odżywianie się (5 posiłków dziennie).
  - Dieta zbilansowana z odpowiednią ilością białka, witamin i minerałów (śródziemnomorska, DASH).
  - Regularne i prawidłowe nawadnianie organizmu.
3. Wykonywanie ćwiczeń oddechowych.
- Ćwiczenia wzmacniające mięśnie oddechowe np.:
    - Oddychanie torem przeponowym (skupienie na unoszeniu i opadaniu brzucha podczas oddechów),
    - Ćwiczenia przedłużonego wydechu np.:
      - Wydychanie powietrza przez usta ściśnięte do pozycji gwizdka.
      - Powolny wdech przez nos i 2 razy dłuższy wydech przez usta.
4. Unikanie sytuacji mogących nasilać duszność:
- Ograniczenie sytuacji stresowych w życiu codziennym.
  - Ćwiczenia wspomagające zachowanie równowagi psychicznej i panowania nad emocjami.
  - Unikanie czynników wyzwalających nasilenie objawów:
    - Dym tytoniowy.
    - Nagłe zmiany temperatur.
    - Czynniki alergizujących.
5. Higiena kaszlu i odkrztuszania
- Ocena koloru, ilości i wyglądu odkrztuszonej wydzieliny.
  - Nauka efektywnego kaszlu i usuwania wydzieliny (wykonywanie głębokiego wdechu i wydechu z odkrztu •  
Utrzymywanie higieny jamy ustnej podczas odkrztuszania wydzieliny –przeplukiwanie jamy ustnej po każdym odkrztuszeniu.
6. Toaleta drzewa oddechowego.
- Zapewnienie odpowiedniego mikroklimatu w pomieszczeniu:
    - Wilgotności w granicach 60–70%.
    - Temperatury 18–20°C.
  - Oklepywanie pleców.
7. Leki wziewne i ich prawidłowe i systematyczne przyjmowanie.
- Wzmocnienie świadomości pacjenta o konieczności regularnego przyjmowania leków.
  - Weryfikacja prawidłowego sposobu przyjmowania leków wziewnych.
  - Korygowanie i nauka prawidłowego sposobu podaży leków wziewnych.
  - Zastosowanie tuby inhalacyjnej w przypadku braku poprawy w sposobie przyjmowania leków.
8. Nieinwazyjna wentylacja wspomaganą- prawidłowe stosowanie oraz eliminacja skutków ubocznych stosowania terapii.
- Wyjaśnienie pacjentowi celu stosowania NIV.
  - Bezwzględny zakaz palenia oraz stosowania otwartego źródła ognia w pobliżu respiratora.
  - Objasnienie prawidłowego sposobu doboru i zakładania maski:
    - Maksymalna szczelność.
    - Minimalny ucisk (maski na twarz).
    - W przypadku nadmiernego dociągania pasków, w celu uzyskania szczelności w układzie pacjent-respirator, należy rozważyć inny rozmiar lub typ maski.
  - Objasnienie prawidłowego sposobu utrzymania czystości sprzętu wentylacyjnego, tj. maski (masek), układu rur łączącego maskę z respiratorem:
    - Kontrola czystości filtrów w respiratorze.
    - Czyszczenie sprzętu, przy użyciu ciepłej wody z odrobiną płynu do mycia naczyń.
    - Bezwzględny zakaz stosowania środków chemicznych.
  - Edukacja w zakresie profilaktyki przeciwoleżynowej związanej z wielogodzinną wentylacją w czasie doby:
    - Zmiana miejsca ucisku poprzez używanie naprzemiennie dwóch typów masek do wentylacji.
    - Prawidłowa higiena skóry twarzy pacjenta, miejsc narażonych na ucisk w czasie pomiędzy okresami wentylacji tj. zabezpieczanie tłustym kremem lub wazeliną kosmetyczną.

- Stymulować krążenie w miejscach niedokrwionych np. przez masaż.
- Omówienie zasad higieny i nawilżania śluzówki jamy ustnej:
- Profilaktyka urazów w trakcie mycia zębów.
- Obserwacja śluzówki pod kątem pojawienia się niepokojących zmian (zaczerwienienie, krwawienie).
- Używanie szczoteczek z miękkiego włosia oraz preparatów nawilżających (np. Caphosol, Solus Nano) dostępnych w aptece bez recepty.

#### 9. Zachowanie higieny zdrowia psychicznego.

- Korzystanie ze wsparcia psychologicznego (psychoterapia).
- Omówienie objawów depresji oraz znaczenia złego stanu psychicznego dla procesu walki z chorobą.
- Poszukiwanie aktywnych form uczestnictwa w życiu społecznym.
- Zachęcenie do poszukiwania form wsparcia i radzenia sobie z depresją w trakcie choroby.
- Omówienie znaczenia wsparcia bliskich w procesie terapeutycznym.

## WYKAZ ŚWIADCZEŃ ZDROWOTNYCH, DO KTÓRYCH JEST UPRAWNIONA PIELĘGNIARKA PO UKOŃCZENIU KURSU SPECJALISTYCZNEGO PIELĘGNOWANIE PACJENTA DOROSŁEGO WENTYLOWANEGO MECHANICZNIE

1. Ocena i monitorowanie wydolności oddechowej pacjenta na podstawie badania podmiotowego, badania przedmiotowego oraz dostępnych badań diagnostycznych.
2. Ocena i monitorowanie skuteczności wentylacji mechanicznej na podstawie badania podmiotowego, badania przedmiotowego oraz dostępnych badań diagnostycznych.
3. Ocena i monitorowanie działania drenażu czynnego, ssącego jamy opłucnej.
4. Ocena ryzyka i zapobieganie powikłaniom związanym ze stosowaniem wentylacji mechanicznej inwazyjnej i nieinwazyjnej.
5. Ocena stanu pacjenta i rozpoznawanie powikłań związanych z prowadzoną wentylacją mechaniczną.
6. Pomiar i ocena stężenia gazów biorących udział w procesie oddychania (gazometria, kapnometria).
7. Pomiar i ocena wyniku pulsoksymetrii i wykresu tętna.
8. Udzielanie pierwszej pomocy w stanach zagrożenia zdrowia i życia, udrażnianie dróg oddechowych metodą przyrządową (rurka ustno-gardłowa lub nosowo-gardłowa) i bezprzyrządową, doraźna tlenoterapia.
9. Doraźna wentylacja zastępcza z użyciem maski twarzowej/maski krtaniowej/rurki dotchawiczej i worka samorozprężalnego.
10. Ocena położenia, monitorowanie ciśnienia w mankiecie uszczelniającym i pielęgnacja rurki dotchawiczej.
11. Przygotowanie sprzętu i urządzeń niezbędnych do wdrożenia wentylacji mechanicznej – wykonanie testu poprawności pracy sprzętu, testu szczelności układu oddechowego respiratora oraz testu aparatu.
12. Wykonanie inhalacji/nebulizacji z wykorzystaniem zestawów do inhalacji dla pacjentów wentylowanych mechanicznie.
13. Pielęgnacja dróg oddechowych pacjenta wentylowanego mechanicznie (kontrola wydzieliny w drogach oddechowych, fizjoterapia klatki piersiowej, odsysanie wydzieliny z dróg oddechowych, higiena jamy ustnej i nosowej).
14. Ocena i monitorowanie poziomu sedacji za pomocą wybranych skal, wdrażanie przyjętych protokołów sedacji.
15. Ocena gotowości pacjenta do odzwyczajenia od respiratora na podstawie przyjętych protokołów.
16. Ułożenie terapeutyczne pacjenta wentylowanego mechanicznie w łóżku.
17. Komunikowanie się z pacjentem wentylowanym mechanicznie i jego rodziną, stosowanie alternatywnych metod komunikacji.
18. Współpraca z członkami zespołu terapeutycznego, rodziną pacjenta oraz innymi instytucjami działającymi na rzecz pacjenta i rodziny.
19. Zapewnienie odpowiednich warunków otoczenia pacjenta wentylowanego mechanicznie w domu.
20. Edukacja w zakresie zapobiegania infekcjom dróg oddechowych u pacjenta wentylowanego mechanicznie.
21. Edukacja w zakresie pielęgnacji rurki dotchawiczej.
22. Edukacja w zakresie obserwacji niepokojących objawów, które muszą skłonić pacjenta/rodzinę do poinformowania lekarza i pielęgniarki.
23. Edukacja w zakresie zapewnienia odpowiednich warunków otoczenia pacjenta w domu.
24. Edukacja w zakresie pielęgnacji pacjenta wentylowanego mechanicznie w domu.



## LITERATURA

### Literatura obowiązkowa:

1. Oczeniński W., Werba A., Andel H.: Podstawy wentylacji mechanicznej.  $\alpha$ -Medical Press, 2003.
2. Stock C., Perel A.: Wentylacja mechaniczna i wspomaganie oddychania.  $\alpha$ -Medical Press, 1999.
3. Wołowicka L., Dyk D. (red.): Anestezjologia i intensywne opielanie. Klinika i pielęgniarstwo. WL PZWL, Warszawa 2007.
4. Krajewska-Kułak E., Rolka H., Jankowiak B. (red.): Standardy i procedury pielęgowania chorych w stanach zagrożenia życia. WL PZWL, Warszawa 2009.
5. Rybicki Z.: Intensywne opielanie dorosłych. Kompendium. Wydawnictwo Makmed, Lublin 2022.
6. Szulc R. (red.): Usprawnianie lecznicze krytycznie chorych. Urban & Partner, Wrocław 2001.
7. Grupa robocza ds. praktyki w pielęgniarstwie anestezjologicznym i intensywnej opielanie. PTPAiIO. Zalecenia dotyczące pielęgowania pacjenta leczonego w oddziale intensywnej opielanie. Poznań 2013.

### Literatura uzupełniająca:

1. Bochenek A., Reicher M.: Anatomia człowieka. PZWL, 2010, t. II.
2. Traczyk W.: Fizjologia człowieka w zarysie. PZWL, 2013.
3. Konturek S.: Fizjologia człowieka. Elsevier Urban i Partner, 2007.
4. Traczyk W., Trzebski A.: Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej. PZWL, 2007.
5. Hasn A. (red.) Maciejewski D.: Zrozumieć wentylację mechaniczną. Medipage, 2013.