

# Non Invasive Mechanical Ventilation

## تهویه مکانیکی غیر تهاجمی



گرد آوری و تالیف :

نعمت اله سلیمان نژاد (سوپر وایزر آموزشی بیمارستان ولیعصر زنجان)

نقی مولوی فرد (مسئول کتابخانه بیمارستان ولیعصر زنجان)

زیر نظر:

دکتر صمد قدرتی

تهویه غیر تهاجمی (Non-invasive ventilation) که به اختصار به آن «NIV» می‌گویند، در نارسایی حاد تنفسی ناشی از برخی بیماری‌ها استفاده می‌شود، که برجسته‌ترین آن‌ها بیماری انسداد مزمن ریوی (COPD) است. در واقع این نوع تهویه استفاده از پشتیبانی تنفسی است که از طریق ماسک صورت یا ماسک بینی انجام می‌شود. هوا معمولاً با اکسیژن ترکیب شده و تحت فشار مثبت وارد ماسک می‌شود. به‌طور کلی مقدار فشار بسته به این که فرد عمل دم یا بازدم را انجام می‌دهد بطور متناوب تغییر می‌کند. این عمل از آن رو غیر تهاجمی» خوانده می‌شود که بدون نیاز به اینتوباسیون و فقط از طریق ماسکی که محکم روی صورت قرار می‌گیرد، انجام می‌پذیرد.

NIV که بصورت (Noninvasive Positive Pressure Ventilation) NPPV نیز بیان میشود، ابتدا در سندروم هیپوونتیلیاسیون مزمن در خواب مورد استفاده قرار می‌گرفت که بتدریج بعلت قابلیت اصلاح هیپوکسی و هیپرکاپنی در بیماریهای حاد و مزمن ریوی نیز استفاده شد. این متد در بیماران هوشیار و دارای تنفس خودبخودی کاربرد دارد. بیمارانیکه بیشتر به NIV جواب می‌دهند آنهایی هستند که علل برگشت پذیر دیسترس تنفسی نظیر حمله COPD یا ادم ریوی کاردیوژنیک دارند و در آنها خستگی مفرط یک فاکتور چشمگیر است. در روش NIV، بیمار از نظر تحمل مد حمایتی و شواهد بدتر شدن بالینی که نشانه نیاز به اینتوباسیون است بررسی می‌شود. نارسایی به درمان با NIV که بصورت نیاز به اینتوباسیون تعریف می‌شود، بوسیله GCS کمتر از ۱۱، PH شریانی پایدار زیر ۷/۲، تاکی پنه بیشتر از ۳۰ تنفس در دقیقه و  $Pao_2/Fio_2 < 200$  قابل تشخیص است. در مواردی مانند کاهش سطح هوشیاری، عدم تلاش تنفسی و همکاری بیمار، افزایش ترشحات، همودینامیک ناپایدار و شرایطی نظیر ترومای صورت استفاده از این روش توصیه نمی‌گردد.

### عملکرد سیستم تنفسی

سیستم تنفسی مسئول فعالیت های پایه زیر در بدن می باشد:

♦ حرکت هوا به داخل و خارج از ریه ها (Ventilation)

♦ تبادل اکسیژن و دی اکسید کربن (Oxygenation)

♦ کمک به حفظ تعادل اسید و باز

تهویه حرکت هوا به داخل (دم یا inspiration) و به خارج ریه ها (بازدم یا expiration) است. در طی دم، در اثر بالا کشیده شدن قفسه‌ی سینه و نزول دیافراگم حجم توراکس افزایش می‌یابد، جریان هوا از طریق بینی و مجرای نازوفارنکس عبور کرده و بعد از عبور از حنجره و تراشه وارد شاخه‌های راست و چپ برونش می‌شود. شاخه‌های برونش راست و چپ به شاخه‌های کوچکتری به نام برونشیول تقسیم می‌شوند که نهایتاً به آلئول‌ها ختم می‌شوند. مجاری هوایی توسط غشای مخاطی پوشیده شده است که هوای استنشاق شده را مرطوب می‌کند. لایه نازکی در مجاری هوایی وجود دارد که ذرات خارجی از قبیل گرد و غبار، گرده گیاهان یا باکتری‌ها را به دام انداخته و جمع می‌کند. مژک‌ها بیرون زدگی‌های ریز مو مانند به حرکت مخاط حاوی مواد خارجی به سمت بالا و بیرون کمک می‌کنند تا توسط سرفه از ریه‌ها بیرون ریخته شود. آلئول کیسه‌های پر از هوا هستند که حاوی غشایی است پوشیده از سورفکتانت. سورفکتانت به آلئول کمک می‌کند که در زمان دم به طور یکدست متسع شود و از کولاپس آلئول‌ها در زمان بازدم جلوگیری می‌کند.

در هر تنفس دی اکسید کربن و اکسیژن تبادل می شود، غلظت بیشتری از گاز به سمت قسمت های تحتانی تر حرکت می کند. غلظت دی اکسید کربن هموگلوبین که در نواحی تحتانی بیشتر است موجب می شود دی اکسید کربن به داخل آلوئول رفته و از ریه ها با بازدم خارج شود. در محل غشای آلوئول ها غلظت اکسیژن بیشتر است که باعث می شود اکسیژن از آلوئول ها به داخل عروق منتشر شده و با هموگلوبین باند شود که سپس هموگلوبین اکسیژن را به سایر قسمت های بدن از طریق سیستم گردش خون منتقل می کند. ریه ها در داخل کیسه پلورال (پرده جنب) در داخل قفسه سینه قرار گرفته اند. پرده جنب غشایی به ریه ها چسبیده است و پرده جنب جداری به جداره داخلی قفسه سینه چسبیده است. بین این دو لایه پلورال فضای جنب وجود دارد که حاوی مقدار اندکی مایع است که از ساییدگی و اصطکاک ریه با قفسه سینه در حین دم و بازدم جلوگیری می کند.

### انواع اختلالات تنفسی

- ۱) نارسایی تنفسی هیپوکسیک (ادم ریه و ARDS)
- ۲) نارسایی تنفسی هیپرکاپنیک (COPD و آسم)
- ۳) سندرم های Hypoventilation مرکزی و محیطی (Central & Peripheral)
- ۴) وقفه تنفسی در خواب یا آپنه خواب (*Sleep apnea*): آپنه خواب مرکزی (Central Sleep Apnea (CSA و آپنه خواب انسدادی (Obstructive Sleep Apnea (OSA)

### نارسایی تنفسی

نارسایی تنفسی به معنای عدم کفایت تبادل گازها به وسیله دستگاه تنفسی است که در نتیجه، سطح شریانی اکسیژن، دی اکسید کربن یا هر دو از محدوده نرمال خارج می شود. افت اکسیژن خون با اصطلاح هیپوکسمی شناخته می شود. افزایش سطح شریانی دی اکسید کربن نیز هیپرکاپنه خوانده می شود.

مقادیر نرمال عبارتند از: فشارنسبی اکسیژن شریانی ( $PaO_2$ ) بیش از ۸۰ میلی متر جیوه و فشارنسبی دی اکسید کربن شریانی ( $PaCO_2$ ) کمتر از ۴۵ میلی متر جیوه. نارسایی تنفسی براساس عدم وجود یا وجود هیپرکاپنه به ترتیب نارسایی تنفسی نوع I و نارسایی تنفسی نوع II خوانده می شود.

### نارسایی تنفسی نوع I

نارسایی تنفسی نوع I با هیپوکسمی و عدم وجود هیپرکاپنه مشخص می شود. در عوض  $PaCO_2$  ممکن است نرمال یا طبیعی باشد. علت اصلی این نوع از نارسایی تنفسی، عدم تناسب تهویه/خونسازی ( $V/Q$  mismatch) است، به عبارتی حجم ورودی و خروجی هوای ریه با حجم خونی که به ریه ها می رسد متناسب نیست.

علت های این نوع نارسایی تنفسی عبارتند از:

محتوای پایین اکسیژن محیط (مثلاً در ارتفاعات)

اختلال تهویه/خونسازی (مثلاً در آمبولی ریه)

کاهش تهویه آلوئولی (مثلاً در بیماری های حاد عصبی-ماهیچه ای)؛ این حالت می تواند به نارسایی نوع II نیز ختم شود.

اختلال انتشار (دیفوزیون) که به دلیل درگیری پاراننشیم، اکسیژن نمی‌تواند وارد مویرگ‌ها شود (مثلاً در پنومونی یا ARDS) شانت (خون اکسیژن دار با خون غیر اکسیژنه سیستم وریدی مخلوط می‌شود (مثلاً شانت راست به چپ).

## نارسایی تنفسی نوع II

نارسایی تنفسی نوع II با هیپوکسی همراه با هیپرکاپنه مشخص می‌شود. نارسایی تنفسی نوع II به علت تهویه ناکافی آلونولی ایجاد می‌شود. در این حالت اکسیژن و دی‌اکسید کربن، هر دو درگیر هستند و دی‌اکسید کربن تولید شده در بدن نمی‌تواند دفع شود. علل این نوع از نارسایی تنفسی عبارتند از:

افزایش مقاومت راه‌های هوایی (بیماری ریوی انسدادی مزمن، آسم و خفگی)

کاهش تلاش تنفسی (عوارض دارویی، ضایعه ساقه مغز و چاقی شدید)

کاهش فضای تبدالی در ریه‌ها (مانند برونشیت مزمن)

اختلالات عصبی-ماهیچه‌ای (سندرم گیلن باره، میاستنی گراو و بیماری نورون‌های حرکتی)

قفسه سینه بدشکل (کیفواسکولیوز) یا سفت (اسپوندیلیت آنکیلوزان)

## مزیت های NIV در شرایط حاد

- ۱- عدم نیاز به اینتوباسیون
- ۲- کاهش میزان پنومونی بیمارستانی
- ۳- کاهش زمان بستری در ICU
- ۴- کاهش زمان بستری در بیمارستان
- ۵- کاهش مرگ و میر
- ۶- حفظ سیستم دفاعی طبیعی راه‌های هوایی
- ۷- راحتی بیمار
- ۸- کاهش استفاده از Sedation

## مزیت های NIV در شرایط مزمن

- ۱- تسکین علائم هایپوونتیلاسیون مزمن (علائم هایپوونتیلاسیون مزمن: خستگی، سردرد صبحگاهی، خواب آلودگی در طول روز، اختلالات شناختی و تنگی نفس)
- ۲- بهبود زمان و کیفیت خواب
- ۳- بهبود وضعیت فعالیت بیمار
- ۴- افزایش طول عمر بیمار

## اندیکاسیونها NIV:

- بیماریهای مزمن انسدادی ریه تشدید شده (Acute exacerbation of COPD)
- آسم حاد

- ادم ریوی کاردیو ژنیک
- حمایت تنفسی بعد از اکستوباسیون
- اکسیژناسیون قبل از اینتوباسیون
- ARDS(Acute Respiratory Distress Syndrome)
- ALS(Amyotrophic Lateral Sclerosis)
- Community Acquired Pneumonia(CAP)
- اختلالات تنفسی در خواب
- سندرم هیپوونتیلاسیون بدنبال چاقی
- بیماریهای نوروماسکولر مانند گیلن باره

#### کنترل اندیکاسیونهای NIV:

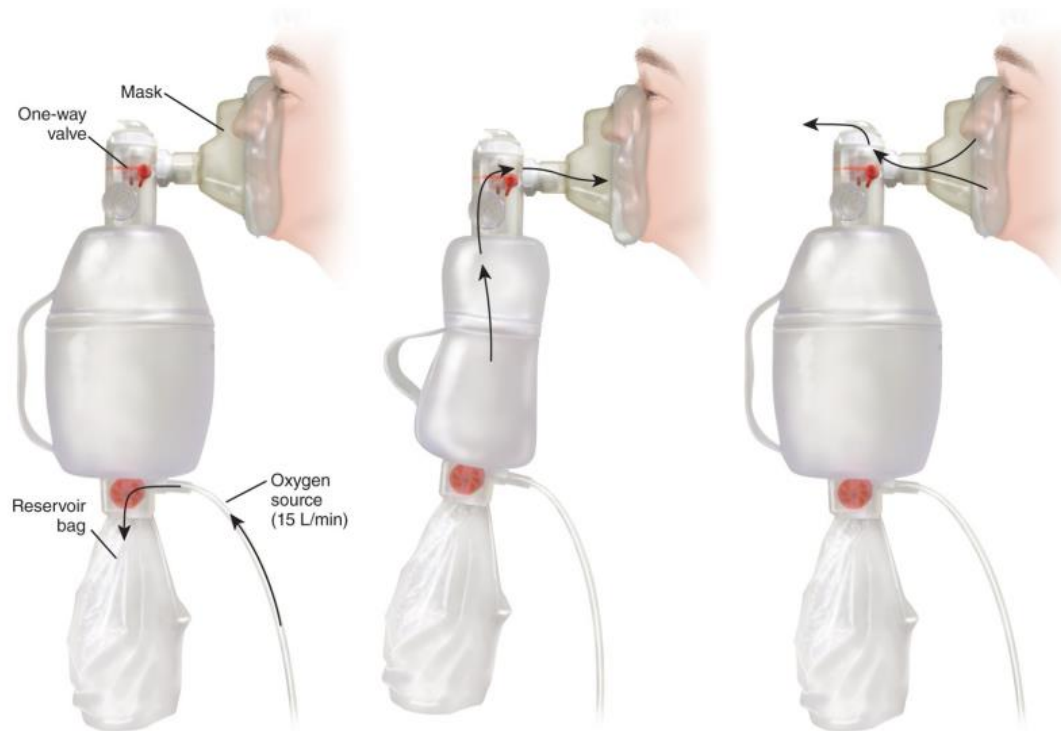
- ناتوانی بیمار در حفظ راههای هوایی یا تخلیه ترشحات
- کاهش سطح هوشیاری
- ترما و سوختگی صورت
- ایست قلبی یا تنفسی
- وضعیت ناپایدار همودینامیک
- پنوموتوراکس درمان نشده
- سکتة قلبی حاد و سندرم حاد کرونری(با ادم ریوی)
- موارد نامناسب: بیماران بیقرار، دارای استفراغ، بیماران نیازمند اینتوباسیون اورژانسی
- بیماران با جراحی مری اخیر
- ICP بالا
- آبسه ریوی
- توبرکلوز فعال

#### تجهیزات لازم برای NIV

- آمبوگ ( Bag-valve-mask )
- ماسک (Interface)
- ونتیلاتور (Critical Care Ventilator , Noninvasive Ventilator)

## Bag-valve-mask

ساده ترین روش NIV استفاده از Bag-valve-mask است. در این روش هوا با فشار وارد ریه های بیمار می شود. در صورتیکه بیمار شرایط لازم برای NIV را داشته باشد با این روش ونتیلیسیون و اکسیژناسیون بیمار اصلاح می گردد.

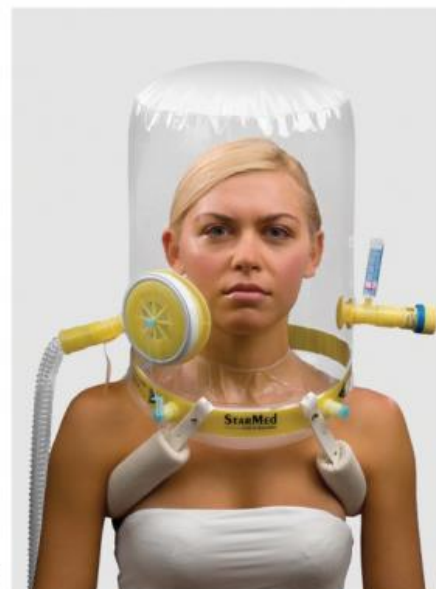


**FIGURE 4-7** Proper bag-valve-mask placement and reservoir usage.

Margolis G, American Academy of Orthopedic Surgeons. *Paramedic: Airway Management*. Sudbury, MA: Jones & Bartlett; 2004.

## ماسک ها (Interface)

رابطه های لازم برای NIV با فشار مثبت شامل ماسک نازال، ماسک اورونازال، ماسک کامل صورت و Helmet است که با دونه مدار تنفسی تک لوله (دریچه بازدمی بر روی لوله نصب شده یا ماسک استفاده شده دارای منافذ بازدمی است) و دو لوله (هوای بازدمی بیمار وارد ونتیلاتور می شود) به ونتیلاتور وصل می شوند.



**FIGURE 10-1** Types of NIV Patient Interfaces. (A) Face mask. (B) Nasal mask. (C) Nasal interface. (D) Helmet. (A) © ResMed 2010. Used with permission; (B) and (C) Courtesy of Philips Respironics; (D) Courtesy of StarMed SpA.

ماسک‌های صورت به دو شکل دارای منافذ بازدمی **Vented Mask** و بدون منافذ بازدمی **Non-Vented Mask** هستند. کاربرد هر کدام بستگی به نوع بیماری، نوع ونتیلاتور و لوله‌های رابط و همچنین نظر پزشک معالج دارد.



**انتخاب ماسک مناسب** اهمیت زیادی در موفقیت و یا عدم موفقیت **NIV** دارد. بعنوان مثال ماسک کامل صورت چون صورت و دهان را بطور کامل می‌پوشاند در نارسایی حاد تنفسی کاربرد دارد و بصورت ایده‌آل باعث جابجایی گازها می‌شود، و یا بیمارانیکه در هنگام خواب از **NIV** استفاده می‌کنند ماسک نازال را بهتر تحمل می‌کنند.

#### فاکتورهای انتخاب ماسک:

- تجربه و مهارت پزشک معالج
- شکل و اندازه صورت بیمار
- سن بیمار
- داشتن حداقل نشستی
- وضعیت سلامت پوست صورت بیمار
- نوع نارسایی تنفسی بیمار
- نوع تنفس بیمار (دهانی یا از طریق بینی)
- نوع ساپورت تنفسی مورد نیاز
- پذیرش و تحمل بیمار
- قیمت و دوام ماسک

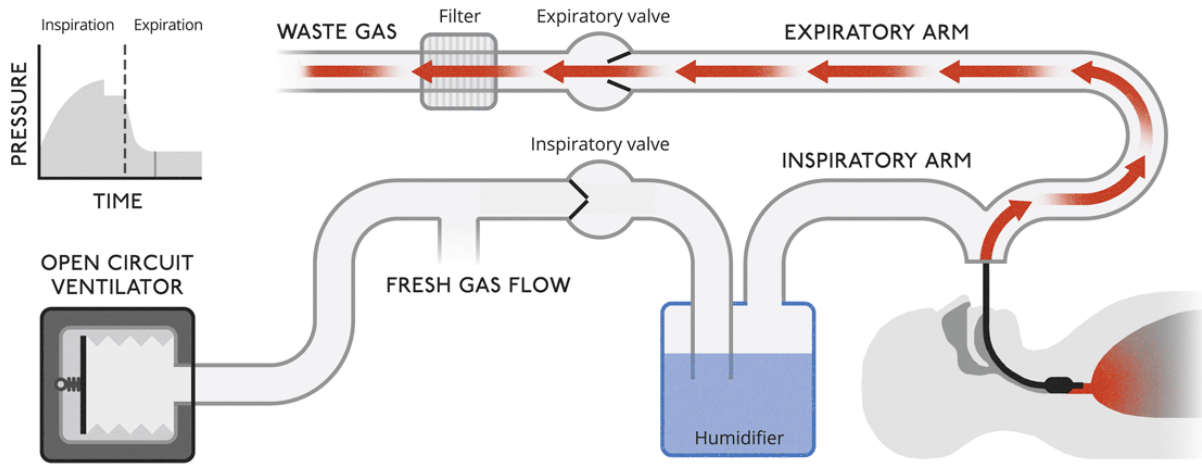


معایب	مزایا	نوع رابط
نشستی از دهان وجود مقاومت در راه هوایی بینی غیر قابل استفاده بودن در انسدادهای بینی تحریک بینی و رینوره خشکی راههای هوایی فوقانی	خطر کمتر آسپیراسیون دفع راحت ترشحات کاهش کلاستروفوبیا توانایی صحبت کردن بیمار توانایی خوردن بیمار راحتی در ثبات و ایمنی کم شدن هوای مرده	<b>ماسک نازال</b>
افزایش هوای مرده افزایش خطر آسپیراسیون دشواری در خوردن و صحبت کردن خطر خفگی در هنگام کار نکردن ونتیلاتور	کنترل نشستی از دهان مفید بودن در تنفسهای دهانی	<b>ماسک اورونازال</b>
افزایش هوای مرده خشک شدن چشمها عدم امکان استفاده از آئروسولها	قابل تحمل تر برای بعضی بیماران ثابت شدن بهتر آسیب کمتر به پوست صورت	<b>ماسک کامل صورت</b>
تنفس هوای بازدمی عدم هماهنگی بیمار با ونتیلاتور کم نشدن کار عضلات تنفسی خطر خفگی در هنگام کار نکردن ونتیلاتور عدم امکان استفاده از آئروسولها	قابل تحمل تر برای بعضی بیماران ثابت شدن بهتر (میتوان از یک اندازه برای همه بیماران استفاده کرد) آسیب کمتر به پوست صورت	<b>Helmet</b>

مدار تنفسی مجموعه لوله ها و رابط هایی هستند که ونتیلاتور را به بیمار وصل می کند. این لوله ها بصورت ست های مختلف وجود دارند اما بطور کلی لوله های رابط ونتیلاتورها بصورت مدار تنفسی تک لوله ای Single limb circuit، دو لوله ای Dual limb circuit موجود هستند. در مدار تنفسی تک لوله یا دریچه بازدمی بر روی لوله نصب شده و یا ماسک استفاده شده جهت تهویه دارای منافذ بازدمی است.

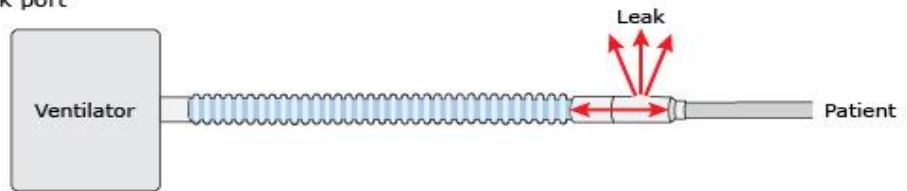
در مدار دو لوله Dual limb circuit هوای بازدمی بیمار به ونتیلاتور باز می گردد.

در هر دونوع مدار تنفسی جهت گرم و مرطوب کردن هوای دمی بیمار از Humidifier و یا فیلتر HME استفاده می گردد.

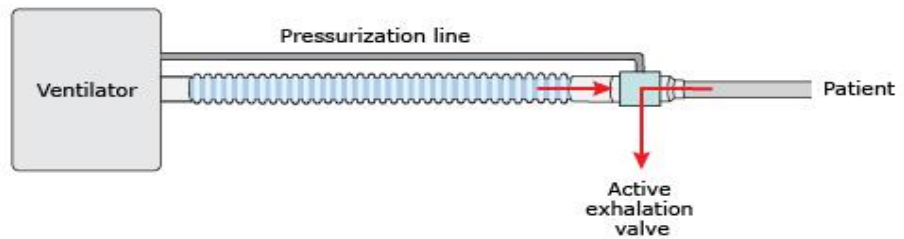


مدار تنفسی تک لوله‌ای Single limb circuit

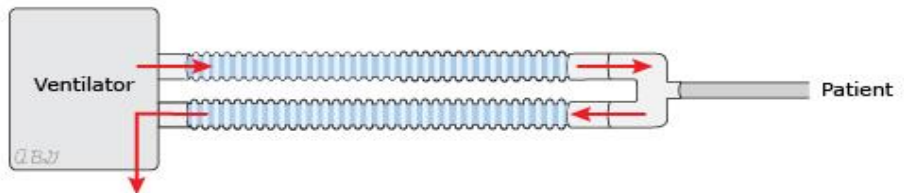
**A** Single limb circuit with a leak port



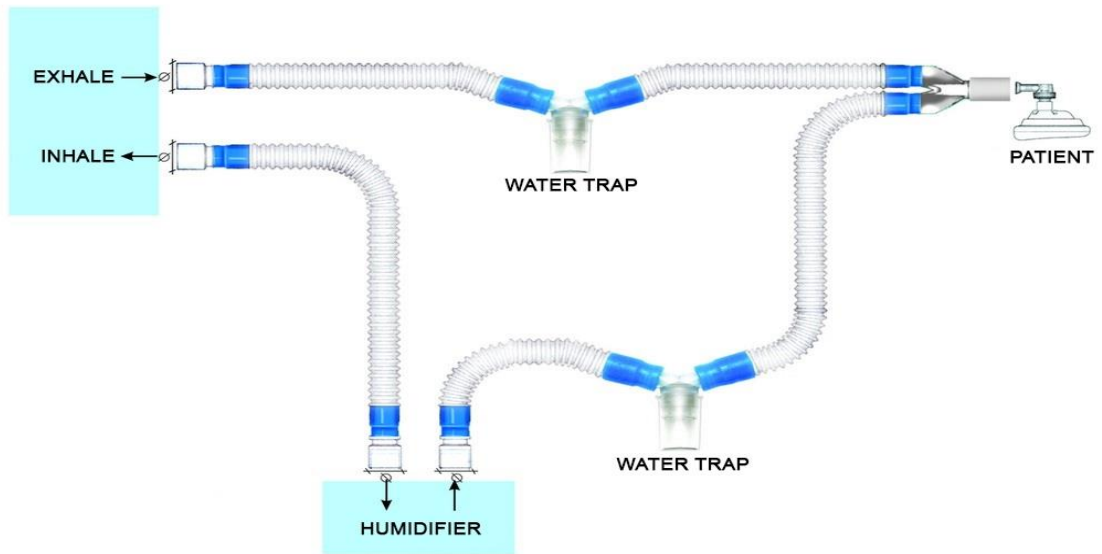
**B** Single limb circuit with active exhalation valve



**C** Dual limb circuit



## مدار تنفسی دو لوله‌ای Dual limb circuit



## ونتیلاتور (Critical Care Ventilator , Noninvasive Ventilator)

ونتیلاتورها به دو صورت ونتیلاتورهای بخشهای ویژه که توانایی تهویه بصورت تهاجمی و غیر تهاجمی را دارند و ونتیلاتورهای مخصوص NIV موجود می باشند.

ونتیلاتورهای مخصوص NIV دارای ویژگیهای هستند که با ونتیلاتورهای بخشهای ویژه متفاوت است. مدار تنفسی تک لوله ای Single limb circuit که دارای دریچه ای برای خروج بازدم می باشد و در نزدیکی ماسک نصب می گردد. این ونتیلاتورها توانایی جبران حجم هوای نشتی احتمالی از کنار ماسکها را دارند. این ونتیلاتورها بصورت CPAP و BIPAP در دسترس هستند.



RESPIRONICS TRILOGY



VOCSN  
(multi-functional)



VIVO



ASTRAL



## دستگاه CPAP

دستگاه CPAP به اختصار از عبارت لاتین Continuous Positive Airway Pressure، فشار جریان هوای مثبت دائمی گرفته شده است. دستگاه CPAP معمولاً بهترین درمان برای آپنه انسدادی در خواب Obstructive Sleep Apnea (OSA) است.

دستگاه CPAP دارای سه قسمت اصلی می باشد:

- ۱- رابط ها (Interface)
- ۲- مدار تنفسی تک لوله ای Single limb circuit
- ۳- موتوری که هوا را به داخل لوله می دهد.

## انواع دستگاه: CPAP

**دستگاه CPAP با فشار ثابت:** دستگاه CPAP در ابتدا برای درمان تنگی نفس در خواب توسط بیماران استفاده می شد ولی هم اکنون در سراسر بخش های مراقبت ویژه به عنوان شکلی از تهویه مورد استفاده قرار می گیرد. انسداد تنفس در خواب میزان اکسیژن خون را کاهش می دهد. دستگاه CPAP با ایجاد جریان هوای فشرده از طریق لوله رابط به ماسک بینی و ماسک تمام صورت اختلال تنگی نفس را از بین می برد.

**دستگاه CPAP با فشار خودکار:** دستگاه فشار هوای مثبت خودکار (APAP, AutoPAP, AutoCPAP) به طور خودکار آهنگ و میزان فشار ارائه شده به بیمار را بر اساس میزان تنگی نفس او، تنظیم می کند. بنابراین فشار دقیق مورد نیاز در لحظه معین به بیمار ارائه شده و از خطر فشار ثابت جلوگیری می شود. دستگاه CPAP هوا را با فشار تجویز شده (فشار معیار هم نامیده می شود) می دهد. فشار معیار معمولاً توسط پزشک بعد از آزمایشات انجام شده در طول یک شب (پلی سومنوگرافی) در آزمایشگاه خواب تعیین می شود. فشار معیار فشار هوایی است که از تنگی نفس جلوگیری کرده و معمولاً با واحد سانتی متر آب (CmH<sub>2</sub>O) اندازه گیری می شود. فشار مورد نیاز اکثر بیماران مبتلا به تنگی نفس بین ۶ تا ۱۴ CmH<sub>2</sub>O می باشد. دستگاه CPAP معمولی می تواند فشار بین ۴ تا ۲۰ CmH<sub>2</sub>O را تولید کند در حالیکه نوع پیشرفته این دستگاه قادر به تولید فشار بین ۲۵ تا ۳۰ CmH<sub>2</sub>O است.

دستگاه CPAP همچنین برای درمان نوزادان نارس که ریه آنها به طور کامل شکل نگرفته است استفاده می شود. در این روش درمان شاخک های نرمی در سوراخ های بینی قرار داده می شود و دستگاه CPAP به آرامی هوا را به داخل بینی نوزاد می دهد، که این عمل به تکامل ریه کمک می کند.

## طرز کار: CPAP

نحوه کار این دستگاه به صورت آزادسازی یک جریان هوای مختصر پیوسته است که مستقیم وارد بینی فرد می شود و موجب رفع گرفتگی عمل تنفس می شود. قسمت اصلی یک دستگاه CPAP شامل یک بدنه کوچک قابل حمل است که هوا را به آرامی فشرده و آزاد می کند. اغلب بر روی بدنه دستگاه یک صفحه نمایش آنالوگ یا دیجیتال وجود دارد که نشان دهنده این است که دستگاه در حال کار کردن است و میزان فشار هوای تولید شده توسط دستگاه را نیز مشخص می کند. افراد متخصص در زمینه پزشکی می توانند با توجه به نیازها و وضعیت خاص افراد میزان فشار هوای داخلی را معین و تنظیم کرده و با شرایط فرد تطبیق دهند. افرادی که در بینی احساس خشکی فراوان می کنند، می توانند دستگاه های CPAP را که دارای مرطوب کننده های کوچک است، تهیه کنند.

این دستگاه علاوه بر تشخیص ریتم تنفسی بیمار، اختلالات تنفسی، محدودیت های تنفسی، فلو، خرناس و یا نشستی به صورت خودکار هرگونه اتفاق غیر مترقبه در حین تنفسی مانند گرفتگی لوله یا تنفس های دوره ای غیر منتظره را نیز تشخیص داده و در صورت نیاز اطلاع رسانی می کند تا اقدام درمانی / اصلاحی مناسب صورت پذیرد.

### **دستگاه کمک تنفسی Bi-level / BIPAP**

دستگاه کمک تنفسی بای پپ Bi-level / BIPAP نوعی CPAP است که بین دو سطح فشار بالا و فشار پایین قرار دارد.

### **تفاوت بین دستگاه CPAP و BIPAP**

دستگاه کمک تنفسی بای پپ Bi-level / BIPAP نوعی CPAP است که بین دو سطح فشار بالا و فشار پایین قرار دارد.

سطح فشار بالا فشار مثبت راه هوایی دمی (IPAP (Inspiratory Positive Airway Pressure) و سطح فشار پایین، فشار مثبت راه هوایی بازدمی (EPAP (Expiratory Positive Airway Pressure) نامیده می شود. در واقع Bi-Level معادل CPAP+PS (Pressure support) است. شیب بین IPAP و EPAP باعث افزایش حجم جاری، و در نتیجه باعث حفظ تهویه آلوئولی، کاهش  $Paco_2$  در شرایط هیپوونتیلاسیون، کاهش کار تنفسی، کاهش نوسانات فشار دیافراگمی و کاهش میزان تنفس می شود.

### **انواع مدهای دستگاه کمک تنفسی BIPAP**

#### **۱ - مد: ( S Spontaneous )**

در این مد شروع و پایان تنفس با بیمار است. تنفس با triggering توسط خود بیمار شروع می شود. بیمار آزادانه در دو سطح IPAP و EPAP تنفس می کند و فشار حمایتی (PS) به تنفس های خودبخودی بیمار اضافه می گردد. فشار طوری تنظیم می شود که حداقل فلوی لازم بدست آید. ختم دم زمانی اتفاق می افتد که کاهش فلوی دمی به اندازه درصدی از Peak Flow که تنظیم شده برسد. در مد خودبخودی یا ( S ) فشار دمی و بازدمی، trigger دمی و بازدمی می توانند توسط اپراتور تنظیم شود.

#### **۲ - مد: ( T Time )**

در این مد اگر خود بیمار نتواند براساس تعداد تنفس های تنظیم شده در دقیقه تنفس کند، دستگاه ریت تنفسی تنظیم شده را تحویل بیمار می دهد.

#### **۳ - مد: ( ST Spontaneous/Time )**

در این مد خود بیمار تنفس ها را شروع می کند و اپراتور Back up respiratory rate را تنظیم می کند. اگر تعداد تنفس بیمار کمتر از RR تعداد تنفس تعیین شده شود سیستم به سمت مد Control حرکت می کند. در این مد اپراتور باید back up rate را معمولاً ۲-۳ تا کمتر از تعداد تنفس بیمار انتخاب کند. همچنین فشار دم و بازدم و زمان دم به بازدم و triggering sensitivity را تعیین کند.

#### ۴ - مد: Auto BIPAP

این دستگاهها micro processor داخلی جهت آگاهی از افت یا قطع فلو دارند و به صورت اتوماتیک تنظیم شده اند که میتوانند بسته به شرایط بیمار و افت یا قطع فلو EPAP را تنظیم کنند. در نتیجه متعاقب IPAP هم تغییر خواهد کرد چون میزان PS برای دستگاهها تنظیم شده است. اما دستگاههایی که بر اساس minute ventilation تنظیم میشوند می توانند pressure support را براساس نیاز بیمار تغییر بدهند. بنابراین تغییرات IPAP می تواند ناشی از تغییرات EPAP به تنهایی یا تغییرات PS باشد. در حال حاضر مطالعات و تجربیات کلینیکی کمی در مورد استفاده از Auto Bi-level در نارسایی مزمن ریوی وجود دارد و نقش کلی این دستگاهها در نارسایی مزمن خیلی پر رنگ نیست.

#### ۵ - مد: Hibrid BIPAP

این نمونه دستگاهها دو نوع هستند:

IVAPS (Intelligent Volume Assured Pressure Support)

AVAPS (Average Volume Assured Pressure Support)

در این نوع دستگاهها تفاوت EPAP, IPAP بصورت اتوماتیک طوری تنظیم می شود که براساس شرایط بیمار حجم از قبل تنظیم شده را اعمال کند. برای مثال اگر قدرت عضلات تنفس کاهش پیدا کند و حجم جاری (VT) کم شود، دستگاه Pressure Support بیشتری را اعمال می کند تا حجم جاری به مقدار تعیین شده برسد و برعکس آن هم امکان پذیر است.

#### ۶ - دستگاه: ASV (Adaptive Servo ventilation)

ASV در واقع واریانی از ماشینهای Bi-level است که در درمان central sleep apnea و تنفسهای شین استوک کاربرد دارد. در این مد EPAP, IPAP می تواند متغیر باشد و یا می تواند IPAP متغیر و EPAP ثابت باشد. نحوه عملکرد آن شبیه ماشینهای AVAPS است. با این تفاوت که در AVAPS فشارها برای رسیدن به حجم جاری هدف تغییر پیدا می کند ولی در ASV فشارها براساس کاهش یا افت فلو تغییر می کند.



در ونتیلاتورهای بخشهای ویژه از مدارهای تنفسی دولوله‌ای Dual limb circuit استفاده می‌شود، بنابراین احتمال تنفس دوباره  $CO_2$  کمتر است. در ونتیلاتورهایی از این نوع توانایی جبران حجم هوای نشستی احتمالی از کنار ماسک‌ها وجود دارد.

مدهای پیشرفته‌ای مانند NAVA (Neurally Adjusted Ventilatory Assist), AVAPS (Average Volume-assured Pressure Support) در ونتیلاتورهای پیشرفته نیز تعبیه شده اند که در مواردی خاص بصورت NIV مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در مد AVAPS که در بیماران چاق دچار هیپوونتیلیاسیون و بیماران Stable COPD قابل استفاده می‌باشد که در آن حجم جاری، تعداد تنفس، فشار بازدمی و  $FiO_2$  قابل تنظیم است. در مد NAVA از فعالیت الکتریکی دیافراگم (که توسط سنسور تعبیه شده در مری دریافت می‌شود) برای تریگر تنفس ونتیلاتور استفاده میشود. در این مد نشستی ماسک تأثیری بر تریگر تنفسی ندارد و در نتیجه هماهنگی بیمار با ونتیلاتور بیشتر می‌گردد.



## تنظیمات ابتدایی ونتیلاتور در NIV

تنظیمات ابتدایی برای تهویه غیرتهاجمی باید براین اساس باشد که چه میزان حمایت از طرف ونتیلاتور لازم است، البته راحتی و همکاری بیمار با درمان مهم است.

بنابراین اولین ملاحظه در استفاده از NIV مشخص کردن نوع اختلال تنفسی (اکسیژناسیون، ونتیلیسیون یا مختلط) است که براساس نوع اختلال مد (Mode) تنفسی ونتیلاتور مشخص می‌گردد. بعنوان مثال در نوع یک نارسایی تنفسی (اختلالات اکسیژناسیون) که مشخصا در ARDS و ادم ریه کاردیوژنیک اتفاق می‌افتد استفاده از مد CPAP (Continues Positive Airway Pressure) مفید است. در اختلال خواب انسدادی Obstructive Sleep Apnea (OSA) نیز از CPAP استفاده می‌گردد. در اختلالات هیپرکاپنی (COPD و آسم) یا هیپوونتیلاسیون پریفرال از BIPAP (Bi-level Positive Airway Pressure) استفاده میکنیم. در هیپوونتیلاسیون سانتال یا آپنه خواب مرکزی Central Sleep Apnea (CSA) از BIPAP همراه Back up استفاده میشود در این اختلال ونتیلاتور آپنه مرکزی بیمار را تشخیص داده و با مد Back up یا Apnea Ventilation بیمار را تهویه می‌کند.

لازم به توضیح مجدد است که مدهای CPAP و BIPAP بصورت ساده و Auto و همراه Back up در انواع ونتیلاتورها قابل اجرا هستند. در شرایطی مانند خواب که بیمار تغییر پوزیشن‌های مکرر دارد و در نتیجه میزان انسداد راههای هوایی متغیر است از مدهای Auto استفاده می‌شود. در این مد بجای تنظیم یک عدد ثابت فشار یک محدوده فشاری برای ونتیلاتور تعریف می‌شود تا با تغییر فشار راههای هوایی مقدار فشار اعمال شده از طرف ونتیلاتور کم یا زیاد شود.

در گام دوم تنظیم ونتیلاتورها جهت NIV، تنظیم پارامترهایی است که در قالب هر کدام از مدهای بکارگرفته شده است که به اختصار در ادامه تشریح خواهد شد.

## نکته بسیار مهم در انتخاب مدها و پارامترهای مربوطه، مانیتورینگ مداوم بیماران است که براساس علایم حیاتی، حجم‌ها و فشارهای تنفسی، مقاومت و کمپلیانس ریوی، وضعیت اکسیژناسیون و وضعیت هوشیاری، راحتی و همکاری بیمار قابل تغییر هستند.

- CPAP:  $5 \text{ CmH}_2\text{O}$  که در Auto CPAP در محدوده ۵ تا ۱۰ یا بیشتر قابل تنظیم است.
- IPAP:  $10 \text{ CmH}_2\text{O}$  که در Auto BIPAP در محدوده ۱۰ تا ۲۰ یا بیشتر قابل تنظیم است.
- EPAP:  $5 - 10 \text{ CmH}_2\text{O}$
- PS (Pressure Support):  $8 - 12 \text{ CmH}_2\text{O}$  در مد BIPAP که در حقیقت CPAP+PS می‌باشد فاصله IPAP و EPAP نشاندهنده مقدار فشار حمایتی یا PS است. از آنجاییکه برای بهبود اکسیژناسیون EPAP و برای بهبود ونتیلیسیون و کاهش تلاش تنفسی (WOB) Work Of Breathing، IPAP را افزایش می‌دهند بنابراین توجه به حفظ فاصله این دو پارامتر که همان مقدار PS است ضروری می‌باشد.
- $\text{Fio}_2$  (Fractional inspiratory oxygen): ۱۰۰ درصد
- Ramp: ۱۵ دقیقه
- Trigger: ۲ در فشاری و ۲۵٪ در حجمی
- Flow: ۴۰-۶۰ لیتر در دقیقه
- Expiratory cycle sensitivity or Expiratory Trigger یا تریگر بازدمی و Rise Time در جهت هماهنگی بیمار با ونتیلاتور در برخی از ونتیلاتورها قابل تنظیم است.

## عوارض NIV

عوارض مربوط به بیمار: پنوموتوراکس، کاهش برون ده قلبی، اتساع معده، خشکی دهان و بینی، خشکی و تحریک چشم بعلت نشستی هوا، احتقان بینی، دیستانسیون شکم، آسپیراسیون، زخمهای فشاری

عوارض مربوط به ونتیلاتور: تهویه ناکافی (هایپوکسمی و هایپرکاپنی)، تهویه زیاد (هایپوکاپنی)، خرابی و عمل نکردن ونتیلاتور و Humidifier، عدم هماهنگی بیمار با ونتیلاتور، شکستگی ماسک و پارگی بندها، نشستی در لوله های رابط

## مراقبت‌ها در NIV

بررسی و معاینات فیزیکی

در ابتدای هر شیفت، در زمان تغییر وضعیت تنفسی بیمار و هنگام تغییر تنظیمات ونتیلاتور بررسیهای زیر انجام می‌شود:

- سطح هوشیاری
- تعداد و الگو و تلاش تنفسی بیمار، استفاده بیمار از عضلات کمکی تنفسی
- Heart Rate
- Puls Oxymetry و میزان نیاز بیمار به اکسیژن
- میزان راحتی بیمار و تحمل درمان
- میزان هماهنگی بیمار با ونتیلاتور
- تنظیمات ونتیلاتور: Mode, Inspiratory pressure, Expiratory pressure, rate, Inspiratory Time, TiMin/TiMax, Trigger, Ramp, Alarm Setting
- اتصال منبع هوا و اکسیژن
- میزان  $FiO_2$  یا میزان جریان اکسیژن در دقیقه
- کنترل نشستی یا انسداد ماسک و لوله های رابط
- کنترل محل فشار ماسک و بندها بر صورت و پیشگیری و درمان زخمهای فشاری
- کنترل سیستم مرطوب کننده یا فیلتر HME
- کنترل و تمیز کردن ماسکها روزانه و PRN
- تعویض لوله‌های رابط ونتیلاتورها هر هفته یا PRN
- بهداشت دهان

## مراحل شروع NIV

- ۱- بیمار در حالت نشسته قرارگیرد و اهداف و عوارض NIV را برای بیمار تشریح کنید.
- ۲- از یکی از انواع ماسک (Nasal, Oronasal, Full-face, Helmet) مناسب استفاده کنید.
- ۳- ماسک را به ست ونتیلاتور وصل کنید و بعد از روشن کردن ونتیلاتور با فشار پایین تهویه را شروع کنید.
- ۴- ماسک را روی صورت بیمار نگهدارید و یا به بیمار اجازه دهید آنرا به آرامی بر روی صورت خود نگهدارد و در صورت لزوم بردارد تا در وضعیتی راحت به ماسک عادت کند و از طریق آن نفس بکشد.

- ۵- وضعیت اکسیژناسیون بیمار را کنترل کنید و با تنظیم  $Fio_2$  میزان  $Spo_2$  را بالای ۹۰ حفظ کنید.
- ۶- ماسک را روی صورت بیمار ثابت کنید.
- ۷- IPAP و EPAP را برای رسیدن به حجم بازدمی کافی بیمار و راحتی بیمار و هماهنگی با ونتیلاتور تنظیم کنید. اجازه ندهید میزان حداکثر فشار راههای هوایی (Peak Pressure) بیشتر از  $20 \text{ CmH}_2\text{O}$  برسد.
- ۸- نشتی (Leak) مدار تنفس مخصوصاً ماسک را چک کنید و در صورت لزوم بندهای ماسک را تنظیم کنید.
- ۹- تعداد تنفس، تعداد ضربانات قلب، میزان دیسترس تنفسی،  $Spo_2$ ، میزان تهویه دقیقه‌ای و حجم بازدمی را کنترل کنید.
- ۱۰- بعد از یک ساعت گازهای خونی را چک کنید.

#### نکات مهم:

- تهویه غیرتهاجمی روشی برای حمایت تنفسی بیمار بدون استفاده از راههای هوایی مصنوعی است.
- کلید موفقیت در این روش انتخاب بیمار مناسب و جلب همکاری وی است.
- در روش NIV بیمار باید قادر به باز نگهداشتن راههای هوایی خود باشد.
- براساس شواهد NIV در COPD تشدید شده و ادم ریوی کاردیوژنیک بیشترین کارایی را دارد.
- در نارسایی حاد تنفسی ماسک اورونازال بیشترین کارایی را دارد.
- فیت بودن ماسک بسیار مهم می باشد بطوریکه نشت هوا و احساس ناراحتی با فیت بودن ماسک بر طرف می گردد، استفاده از پانسمان transparent در مناطق فشار از نشت هوا و نکرور پوست جلوگیری می کند. بیمار در وضعیت سر ۴۵ در جه بالا خوابانده می شود.
- پذیرش ماسک از طرف بیمار مهمترین بخش درمان در NIV است. هرچه به بیمار در مورد روش درمان آگاهی بیشتری داده شود و همکاری بیشتری با کادر درمان داشته باشد، موفقیت درمان بیشتر است.
- انتخاب دستگاه و مد مناسب و آموزش پرسنل و برقراری ارتباط موثر با بیمار حائز اهمیت زیادی است.
- معمولاً در شروع این نوع تهویه، بیمار مضطرب و ممکن است دچار دیسترس تنفسی باشد در این زمان پرستار نبایستی بیمار را تنها بگذارد (حداقل ۳۰ دقیقه). دادن آرام بخش زیاد ممنوع می باشد.
- بهترین روش بکارگیری NIV هنوز نامشخص است اما در منابع بکارگیری این روش با فشار و جریان Flow کمتر و افزایش تدریجی آنها تا رسیدن به اهداف درمانی تاکید شده است.
- در فشار بالای  $20 \text{ CmH}_2\text{O}$  امکان دمیدن هوا در معده می شود. بیمار از نظر پری شکم و احتمال آسپیراسیون مانیاتور می شود و در صورت نیاز از نازو گاستریک تیوب استفاده می گردد.
- بکارگیری NIV نیازمند مدیریت و مانیتورینگ مداوم است. و تنظیمات ونتیلاتور بستگی به پاسخ بیمار و بهبود یا بدتر شدن بیماری اولیه بیمار است.
- بهترین روش برای جدا کردن NIV هنوز نامشخص است، اما بهترین دلیل برای جدا کردن بیمار رفع شدن علتی است که باعث وصل شدن بیمار به ونتیلاتور شده است.

1- Shelledy DC, Peters JI, Proud KC. Mechanical Ventilation.3rd Ed. Burlington : Jones & Bartlett Learning, 2020.

2-Chang DW, White GC, Restrepo RD, Waugh JB. Respiratory Critical Care. Burlington : Jones & Bartlett Learning, 2021.

3-Hess DR, Kacmarek RM. Essentials of Mechanical Ventilation. 4th Ed. New York : McGraw-Hill Education, 2019.

4-Cairo JM. Pilbeams Mechanical Ventilation:Physiological and Clinical Applications. 6th Ed. St. Louis : Elsevier, 2016.

5-Esquinas AM. Mechanical Ventilators for Non-Invasive Ventilation:Principles of Technology and Science. New York: Nova Science Publishers, Inc.,2020.

۶- احمدی، کوروش؛ فروغیان، مهدی؛ مقصودی، محمدرضا و ابراهیمی، محسن. مبانی اداره راه هوایی در بخش اورژانس. تهران: آرتین طب، ۱۳۹۶.

۷- سامی، رامین. اکسیژن درمانی و تهویه مکانیکی غیرتهاجمی به زبان ساده. رامین سامی؛ ویراستار مریم کرباسی. اصفهان: دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی استان اصفهان، ۱۳۹۶.