

# اکسیژن تراپی و انواع تجهیزات آن

## گاز اکسیژن طبی و اکسیژن تراپی:

کلمه اکسیژن از دو واژه یونانی Oxus به معنای اسید و Gennan به معنای تولید گرفته شده است. شاید بتوان گفت که گاز اکسیژن مهم ترین گاز جهت ادامه حیات روی کره زمین است. به طوری که بدون گاز اکسیژن هیچ انسان و حیوانی نمی تواند بیش از چند دقیقه زنده بماند. جو زمین در حال حاضر حدود ۲۱ درصد گاز نیتروژن و ۲۱ درصد گاز اکسیژن دارد و این درصد اکسیژن در هوا برای تنفس و ادامه حیات همه موجودات زنده لازم و کافی است. البته لازم به ذکر است که جو اولیه زمین حدود ۴۰ درصد گاز اکسیژن داشت ولی بعدها به دلیل تغییرات جوی کره زمین این میزان به نصف کاهش پیدا کرد. در حال حاضر مهم ترین کاربرد گاز اکسیژن برای تنفس و ادامه یافتن حیات است.

اکسیژن یکی از فراوان ترین عناصر موجود در جهان است. بدن ما نیاز به مقدار مشخصی از جریان اکسیژن در خون دارد تا بتواند به طور موثر سلول ها، ارگان ها و بافت ها را تغذیه کند. گاهی اوقات دستگاه تنفسی و شرایط بدن به گونه ای تغییر می کند که بدن دیگر نمی تواند با تنفس هوای محیط که دارای ۲۱ درصد گاز اکسیژن است میزان اکسیژن لازم برای سلول هایش را فراهم سازد. در چنین مواقعی فرد با علائم کمبود اکسیژن مواجه خواهد شد. زمانی که میزان اکسیژن خون به زیر مقدار نرمال افت می کند. شرایطی ایجاد می شود که به آن هیپوکسی یا هیپوکسمی (کمبود اکسیژن) گفته می شود. هیپوکسی می تواند حاد باشد و به دلیل شرایط اورژانسی یا مزمن، که در طول زمان به دلیل مشکلات سلامتی بلند مدت مثل بیماری مزمن ریوی ایجاد می شود، اتفاق بیفتد. برای رفع آن بیمار نیاز به مصرف گاز اکسیژن اضافی دارد که به آن اکسیژن تراپی می گویند.

هیپوکسی دلیل اصلی تجویز اکسیژن تراپی برای بیماران دچار انسدادهای مزمن ریوی است. اما بسیاری از مردم ممکن است ندانند که دچار هیپوکسمی هستند مگر اینکه به دلایل دیگر متوجه شوند. هیپوکسمی همراه با بیماری مزمن انسداد ریوی منجر به کاهش کیفیت زندگی، اختلال در عملکرد ماهیچه های اسکلتی، کاهش تحمل در ورزش و یک خطر فزاینده ای از مرگ می شود. بنابراین بیماران دچار انسداد ریوی مزمن یا بیماری های مزمن دیگر که فرد را در خطر بالاتری برای هیپوکسی قرار می دهد لازم است که علائم کمبود اکسیژن را در بدن شناسایی کرده و به موقع جهت رفع آن اقدام نمایند. علائم کمبود اکسیژن در بدن بسته به شدت آن فرق می کند. برخی از این علائم عبارتند از: گیجی، سر درد، تنگی نفس، تنفس سریع، سر گیجه، سرگردانی و حس خفگی، عدم تعادل، ضربان قلب سریع، فشار خون بالا، اختلالات بینایی و ...

بعد از اینکه پزشک کمبود اکسیژن را در بدن بیمار تشخیص داد مصرف گاز اکسیژن را همانند دارو در مدت زمان مشخص و به میزان مشخص تجویز می کند. گاز اکسیژن تجویز شده یک منبع گاز اضافی بر میزان اکسیژن موجود در هوا است که به بیماری که دچار هیپوکسمی شده و بدنش به هر دلیلی نمی تواند میزان اکسیژن مورد نیاز خود را تامین کند کمک می کند.

با وجود اینکه اکسیژن مایه حیات است و نبود آن زندگی را با خطرات جدی مواجه می سازد. اگر مصرف آن از مقدار مشخصی تجاوز کند هم خطر آفرین خواهد بود و می تواند منجر به مسمومیت های اکسیژنی شود. مسمومیت اکسیژنی در شرایطی ایجاد می شود که مقدار مشخص و بیش از اندازه ای از گاز اکسیژن در یک مدت زمان مشخص وارد بدن شود. گاز اکسیژن در بدن تولید رادیکال آزاد می کند که وقتی وارد ریه می شود ریه به طور طبیعی دارای آنتی اکسیدان هایی است که می تواند مقادیر بیش از حد گاز اکسیژن را خنثی کند اما با این حال وقتی میزان این رادیکال های آزاد از حدی فراتر رود دیگر آنتی اکسیدان های ریه نمی توانند با آن مقابله نموده و این رادیکال ها در مرحله اول به ریه آسیب می زند و منجر به تنگی نفس، خستگی، سرفه و ضعف می شود. اگر اکسیژن تراپی متوقف شود علائم ظرف چند ساعت فروکش می کند. اما در صورت ادامه پیدا کردن اکسیژن تراپی با دز بالا و زمان طولانی آسیب جدی به سلول های عصبی مرکزی و بینایی وارد خواهد آمد که بعضاً برخی از آن ها بازگشت پذیر نیستند.

بیمارانی که جهت بهبود حیات خود نیاز به اکسیژن تراپی دارند، همه در یک دسته قرار نمی گیرند بلکه بعضی از بیماران توانایی تنفس و دم و بازدم صحیح را داشته و تنها دچار هایپوکسمی شده اند. برای این دسته از بیماران میتوان از سیلندرهای اکسیژن و یا دستگاه های اکسیژن ساز استفاده نمود. اما گروهی از بیماران به دلیل مشکلات ریوی، قراردادن تحت عمل های جراحی، کما، آپنه خواب و... توانایی دم و بازدم صحیح نداشته و یا گاهی دچار قطع تنفس و یا آپنه می شوند. برای اینگونه از بیماران که درصد بالایی از آنها در بخش های ویژه بیمارستان قرار دارند، استفاده از دستگاه های تنفس مصنوعی (ونتیلاتور) و یا ماژول خاصی از آن یعنی CPAP و یا BIPAP تجویز می گردد. در ادامه توضیحات مفصل تری در خصوص هر یک از این تجهیزات ارائه می گردد.



## سیلندر اکسیژن:

سیلندره‌های اکسیژن طبی معمولاً در حجم‌های ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۴۰ لیتری عرضه می‌شوند. این سیلندرها در شرایط معمول و استاندارد دارای فشار حداکثر ۱۵۰ بار و خلوص اکسیژن ۹۹/۹۹ درصد می‌باشند. از مزایای استفاده از سیلندر اکسیژن می‌توان به در دسترس قرار داشتن، کم هزینه بودن در استفاده‌های کم و کوتاه مدت و عدم نیاز آن به برق و باطری اشاره نمود. اما استفاده از این سیلندرها معایبی نیز دارد. از مهمترین معایب سیلندره‌های اکسیژن، حمل و نقل سخت و احتمال انفجار آن در صورت حمل و نقل نامناسب، تماس با دست چرب و سایر عوامل از جمله استفاده از قطعات غیر استاندارد برای اتصال به فشارشکن، منیفولد و... می‌باشد. همچنین به دلیل حجم محدود اکسیژن موجود در سیلندر و اتمام زود هنگام آن و نیاز به انتقال سیلندرها به مراکز تولید و ذخیره اکسیژن جهت شارژ مجدد، استفاده از سیلندره‌های اکسیژن در حجم بالا و زمان طولانی هزینه سنگینی را به مرکز درمانی تحمیل می‌کند.



## دستگاه اکسیژن ساز:

دستگاه‌های اکسیژن ساز به دو صورت بیمارستانی و خانگی ساخته و عرضه می‌شوند.

در مراکز درمانی به روش‌های متفاوتی از جمله مخزن اکسیژن مایع، دستگاه اکسیژن ساز، پالت اکسیژن و... ذخیره اکسیژن انجام شده و از آنجا از طریق لوله‌های مسی و یا استیل گازهای طبی به بخش‌های درمانی منتقل می‌گردد تا به دستگاه‌های حیاتی نیازمند اکسیژن از جمله ونتیلاتور، ماشین بیهوشی، BIPAP و... وارد شود و یا از طریق تجهیزاتی مانند فلومتر مستقیماً به بیمار ارائه گردد.

خالص سازی اکسیژن توسط دستگاه های اکسیژن ساز توسط روش های متنوعی انجام می شود که پرکاربردترین آنها روش جداسازی جذبی PSA می باشد. این فرایند در چند مرحله انجام شده که به اختصار این مراحل بیان می شوند:

مرحله اول افزایش فشار هوای محیط از طریق کمپرسور: در این مرحله که همان مرحله فشرده سازی هوا و آماده سازی اولیه است، هوای محیط به کمپرسورهای هوا انتقال یافته و فشار آن تا حد مشخص افزایش می یابد. (تا حدود ۸ الی ۹ بار)

مرحله دوم عبور هوای فشرده از درایر جهت خشک سازی: هوای فشرده شده پس از عبور از درایر (خشک کن) و تله آبگیر، درصد بالایی از رطوبت و روغن معلق موجود در خود را از دست می دهد.

مرحله سوم عبور هوای فشرده از برج کربن فعال: از آنجایی که علیرغم فیلتراسیون هوای فشرده ممکن است هنوز مقداری از قطرات روغن و رطوبت در هوا موجود باشد، با عبور هوا از میکروفیلترهای سری شده موجود در برج کربن فعال (جاذب کربن فعال) رطوبت و روغن باقی مانده آن کاملاً جذب شده و هوایی کاملاً خشک، تمیز و فشرده به ستون های دستگاه اکسیژن ساز وارد می شود.

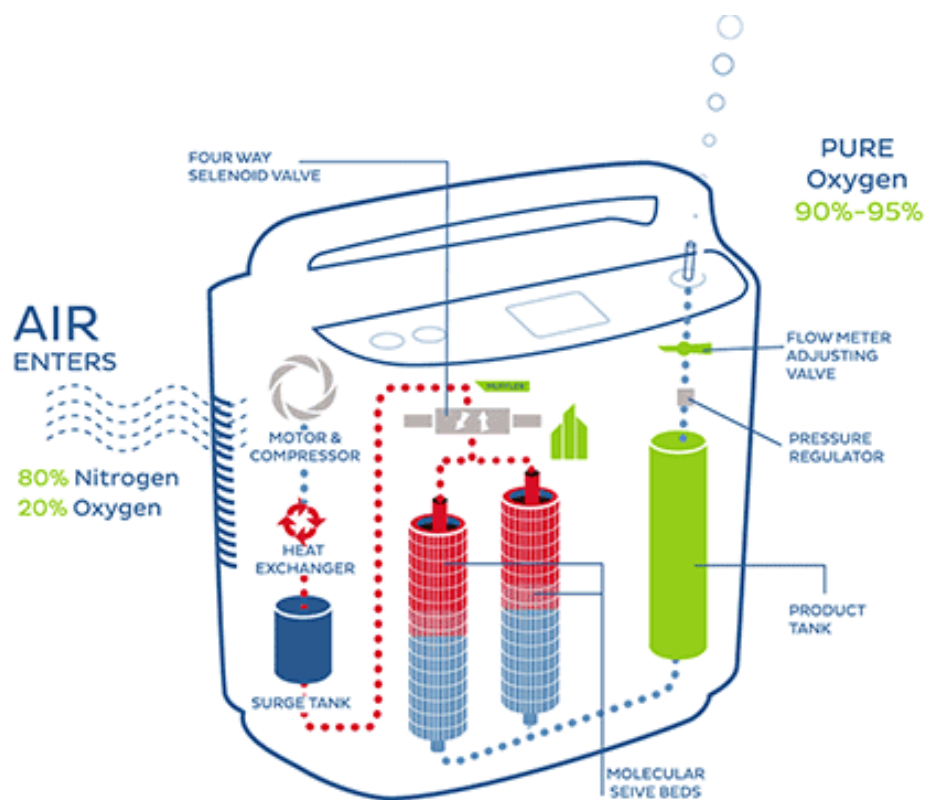
مرحله چهارم مخزن ذخیره هوای فشرده: هوا پس از طی مراحل آماده سازی، وارد مخزن ذخیره می گردد. مخزن هوای تعبیه شده در اینجا حجم هوای لازم برای ژنراتور PSA را کنترل نموده و این جریان را پایدار می کند.

مرحله پنجم ژنراتور یا مولد گاز اکسیژن: برای تولید اکسیژن، هوای فشرده وارد مخزن ستون حاوی ماده جاذب زئولیت می شود. در حین عبور هوا از ستون حاوی ماده جاذب زئولیت، مولکول های نیتروژن و دیگر ناخالصی های موجود در هوا جذب ماده جاذب می گردد؛ ولیکن گاز اکسیژن جذب نشده و از ستون خارج می گردد. عملیات جذب تا زمان تکمیل ظرفیت جذب زئولیت ادامه می یابد. به محض اینکه زئولیت توسط مولکول های جذب شده اشباع گردید، مخزن دوم حاوی زئولیت شروع به کار کرده و مخزن تحت فشار اول احیاء می شود. عملیات احیاء زئولیت با کاهش فشار گاز انجام می شود. کاهش فشار مخزن زئولیت منجر به دفع گازهای جذب شده به زئولیت می شود. پس از احیاء زئولیت، عملیات جذب مطابق فرایند قبلی ادامه پیدا می کند.

مرحله ششم ذخیره سازی اکسیژن: اکسیژن تولیدی در کپسول های جمع آوری اکسیژن جمع آوری می شود. در واقع، مخزن ذخیره اکسیژن سبب می گردد تا جریان مداوم و پایداری از اکسیژن با خلوص بالا فراهم گردد.

دستگاه های اکسیژن ساز خانگی نیز فرایندی مشابه دستگاه های بیمارستانی را طی می کنند و یا می توانند از روش های دیگر خالص سازی اکسیژن را انجام دهند. اما این فرایند در ابعاد کوچک انجام شده و به صورت دستگاه های با ظرفیت ۳، ۵، ۱۰ لیتری و یا ظرفیت های دیگر عرضه می شوند. منظور از ۳ یا ۵ لیتر در دقیقه، ماکزیمم

حجم و فلوی تولیدی دستگاه اکسیژن ساز می باشد که اکسیژن مورد نیاز بیماران را به صورت سیستم پیوسته یا Continuous تولید می کنند. به صورتی که اگر فلو را در اندازه بالاتر از میزان حداکثر تنظیم کنیم، خلوص اکسیژن پایین می آید. با توجه به اینکه اکثر اکسیژن سازهای خانگی چرخ دارند جابجایی آنها از اتاقی به اتاقی دیگر به راحتی امکان پذیر می باشد. همچنین بیماران می توانند با استفاده از سوند اکسیژن های بلند به راحتی در منزل تحرک داشته باشند. ساعات استفاده از دستگاه را تنها پزشک مشخص می کند و این ساعات بین ۱ الی ۲۴ ساعت در روز می تواند باشد. به عنوان یک توصیه جدی این مهم را باید توجه کرد که پس از تجویز پزشک به سرعت باید از دستگاه اکسیژن ساز استفاده کرد.



## دستگاه ونتیلاتور:

ونتیلاتور (Ventilator) یا دستگاه تنفس مصنوعی، دستگاهی است که با توجه به شرایط بیمار به عمل تنفس کمک می کند و یا برای بیمارانی که قادر به تنفس نیستند، تنفس را بصورت کامل انجام می دهد. دستگاه به نحوی طراحی شده است تا هوای قابل تنفس (در صورت نیاز هوا با درصد اکسیژن بیشتر) را به داخل ریه ها بفرستد و سپس دی اکسید کربن را از ریه ها خارج کند. از ونتیلاتورها به صورت عمده در بخش های مراقبت ویژه، بخش اورژانس و بیهوشی استفاده می شود. نوعی از ونتیلاتور به نام ونتیلاتور پرتابل نیز برای استفاده در آمبولانس، همچنین در شرایط بحرانی، مناطق صنعتی، بیمارستان صحرایی و مکان های امدادی بدون تجهیزات پیشرفته و همچنین در هواپیما مورد استفاده قرار می گیرد ضمن این که برای نگهداری از بیمار در منزل (Home Care) نیز می توان از دستگاه ونتیلاتور پرتابل استفاده نمود. با توجه به شرایط بیمار ونتیلاتور می تواند فشار، حجم و زمان تنفس را کنترل و یا محدود سازد.

دو دلیل اصلی برای استفاده از دستگاه ونتیلاتورها وجود دارد:

### ❖ برای جراحی

### ❖ زمانی که فرد به حدی بیمار می شود که نمی تواند بطور عادی نفس بکشد.

از ضروری ترین دستگاه های درمان بیماری COVID-19 دستگاه ونتیلاتور می باشد. طبق آمار بدست آمده ۵٪ از بیماران مبتلا به COVID-19 نیاز به بستری شدن در بخش مراقبت های ویژه دارند که از این تعداد نیمی از آنها نیازمند استفاده از دستگاه ونتیلاتور می باشند.

ونتیلاتورها به طور کلی به دو دسته حجمی و فشاری تقسیم بندی می شوند که نوع فشاری خود به دو دسته فشار مثبت و فشار منفی تقسیم می شود که به دلایل متعدد ونتیلاتورهای فشار مثبت در شرایط امروزه کاربرد و محبوبیت بیشتری پیدا کرده اند.

تهویه در ونتیلاتورها به سه طریق زیر انجام می شود:

### ❖ کنترله یا اجباری (Mandatory) : ونتیلاتور شروع و پایان دم و کل کار را انجام می دهد و بیمار هیچ

نقشی ندارد.

### ❖ کمک (Assist) : شروع کننده بیمار بوده و محدود کردن به حجم یا فشار در اختیار دستگاه می باشد.

### ❖ خودبخودی (Spontaneous) : شروع کننده بیمار بوده و شروع و پایان دم با بیمار می باشد.

با توجه به طرق بیان شده تهویه در ونتیلاتورها و همچنین با توجه اینکه نیاز به فیدبک تنفس بیمار وجود دارد یا خیر، سازندگان ونتیلاتورها مدها و حالات تنفسی مختلفی را ایجاد نموده اند که هر کدام نحوه، زمان، حجم و فشار تنفس مصنوعی را مشخص می کند. در ادامه تعدادی از مدهای پرکاربرد به اختصار توضیح داده می شوند:

❖ **A/C (Assist/control):** این مد فشار و یا حجم تنفسی را کنترل می کند و در هر بار تنفس چه تنفس توسط بیمار شروع شده باشد چه توسط دستگاه، دستگاه مقدار تنفس یکسانی را با توجه به تنظیمات نرخ تنفس، تحویل بیمار می دهد.

❖ **SIMV (Synchronized intermittent mandatory ventilation):** در این حالت دستگاه تنفس مصنوعی را با تنفس آگاهانه بیمار هماهنگ می سازد. در واقع این مد از دستگاه ترکیبی هماهنگ شده از حالت تنفس مصنوعی کامل توسط دستگاه و تنفس آگاهانه خود بیمار می باشد.

❖ **PCV (Pressure control ventilation):** حالتی از تنفس مصنوعی است که در مدهای AC و یا SIMV قابل استفاده است و هدفش تنظیم مقدار مشخصی از فشار هنگام دم می باشد. نرخ جریان تنفس با توجه به نیاز بیمار و مشخصات شخصی ریه بیمار مانند قدرت انطباق ریه و مقاومت راه های هوایی، تغییر می کند. در مد PCV زمان دم نیز تنظیم می شود.

❖ **CPAP (Continuous positive airway pressure ventilation):** در این حالت تمامی مراحل تنفس توسط خود بیمار انجام می شود و دستگاه در این مد درصد اکسیژنی که تحویل داده می شود را کنترل می کند و همچنین میزان حجم و یا فشاری از هوا را که تکمیل کننده تنفس بیمار است اعمال می کند. در این مد بیمار حجم جاری تنفسی و تعداد تنفس آگاهانه را مشخص می کند. در این مد دستگاه می تواند در صورت نیاز فشار مثبتی را هنگام دم بیمار بوجود آورد تا تنفس را برای بیمار آسانتر کند.

❖ **PSV (Pressure support ventilation):** حالتی از تنفس آگاهانه است که در مدهای CPAP و یا SIMV قابل استفاده است و هدفش تنظیم فشار دم می باشد شبیه به حالت PCV ولی در حالت PSV دم هنگامی که ریه ها پر می شوند متوقف می شود و جریان تحویلی تا میزان مشخصی که برای دستگاه تنظیم شده است کاهش می یابد. در این مد بیمار نرخ تنفس، زمان دم، حجم جاری و نرخ جریان را تعیین می کند.

❖ **PEEP (Positive end expiratory pressure):** در این مد فشار مثبت در انتهای بازدم اعمال می شود تا از بسته شدن کامل ریه ها جلوگیری شود.



## دستگاه های کمک تنفسی سی پی پ و بای پی :

دستگاه کمک تنفسی CPAP : سی پی پ در اصل یک مانور فشاری جهت بهبود اکسیژناسیون، بهبود FRC (ظرفیت باقیمانده عملکردی) و کمپلایانس ریه می باشد که در تنفس های خودبخودی بکار می رود. البته به عنوان یک مد مستقل جهت تست تحمل جهت جداسازی از ونتیلاتور و همچنین به عنوان یک مد ترکیبی به همراه سایر مدهای خودبخودی مثل PS نیز می تواند بکار برود. در این مد تهویه ای توسط دستگاه داده نمی شود و حجم و تعداد تنفس در اختیار بیمار می باشد.

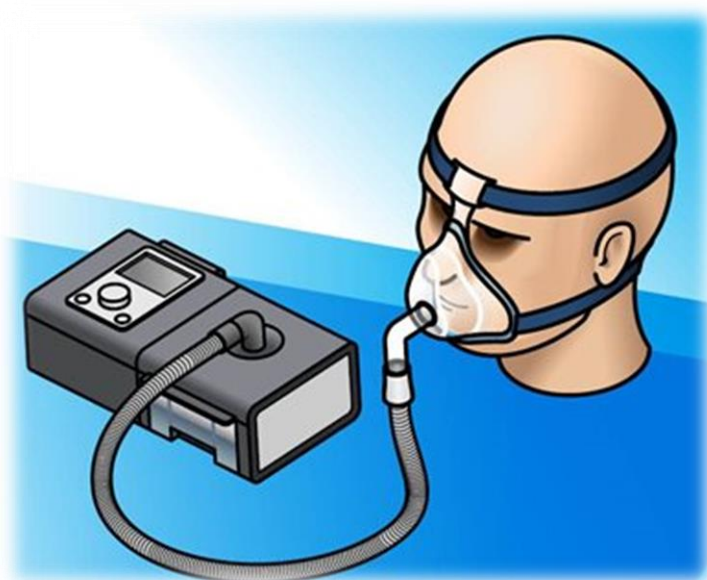
دستگاه کمک تنفسی Bipap : بای پی نوعی سی پی پ است که بین دو سطح فشار بالا و فشار پایین قرار دارد. سطح فشار بالا فشار مثبت راه هوایی دمی (IPAP) و سطح فشار پایین، فشار مثبت راه هوایی بازدمی (EPAP) نامیده می شود.

دستگاه بای پی دارای انواع (مدهای) AVAPS، S/T، S، T و CPAP است. در مورد مد CPAP که صحبت شد یعنی دستگاه بای پی توانایی تبدیل شدن به سی پی پ را نیز دارد. مدهای S و ST رایج ترین انواع بای پی هستند. در مد S دستگاه به صورت نرمال بر روی فشار بازدمی یعنی epap کار می کند و تنها زمانی فشار هوای بیشتر یا ipap را اعمال می کند که حسگرها متوجه مشکل بیمار در عمل دم شوند. بنابراین با اعمال یک فشار بالاتر، مشکل سختی عمل دم را برطرف می کنند و دوباره روی فشار بازدمی تنظیم می شود. دستگاه بای پی مد ST، علاوه بر انجام عمل فوق، با تهیه بک آپ از ریتم تنفسی، تعداد تنفس بیمار در یک زمان مشخص را تعیین می کند و کمک می کند بیمار از تعداد تنفس مشخصی در دقیقه کمتر نداشته باشد. از دیگر مدهای دستگاه بای پی، مد AVAPS است که مد حجمی است و برای رساندن ریه بیمار به حجم تنفسی مشخص استفاده می شود.



ماهیت غیر تهاجمی بای پپ BIPAP آن را به یک فرم ایمن درمان تبدیل می کند. جریان اضافی هوا می تواند منجر به خشک شدن بینی و گلو، آبریزش بینی، گرفتگی بینی یا عطسه شود، اما شرکت های سازنده این دستگاه با تعبیه مرطوب کننده ها ( Humidifier ) توانسته اند این مشکل را نیز به راحتی برطرف کنند.

بیماری هایی مانند آسم شدید، بیماری مزمن انسداد ریو (COPD) ، آپنه تنفسی زیاد که سطح اکسیژن خون را کاهش دهد، نارسایی های مزمن قلبی و عروقی، بیماری عصبی و ماهیچه ای و... همه از مواردی هستند که در آنها پزشک دستگاه بای پپ را تجویز می کند.



**منابع:**

<https://www.cdc.gov>

<https://tanafosi.com/oxygen-concentrator/>

**تهیه و تنظیم:**

خانم مهندس زهرا ثابت قدم