

# یک ارزیابی از انواع نبولایزرهاى جت، اولتراسونیک و مش

به علت نیاز به هوای فشرده و لوله اضافه سخت باشد. همچنین، چندین مقاله ناکارآمدی آن ها را در انتقال داروها به اثبات رسانده اند. به این دلایل جت نبولایزرهاى جدیدی در چندسال گذشته توسعه یافته اند. با پیشرفت طراحی نبولایزرها، جت نبولایزرهاى جدید مخازنى دارند که گاز پخش شونده در هوا را در خود نگه داری می کنند یا صافی هایی دارند که سایز ذرات پخش شونده را کاهش می دهند و باعث افزایش کارایی درمان می شوند. این نبولایزرها همچنین تولید افشانه افزایش یابنده با تنفس دارند و در نتیجه موجب رسیدن حجم بیشتری از دارو، ذراتی با حجم مناسب تر و کمتر به هدر رفتن دارو طی بازدم می شوند.

**جت نبولایزرها به ۴ گروه تقسیم می شوند: ۱. جت نبولایزرها با لوله چین دار ۲. جت نبولایزرها با کیسه جمع کننده ۳. نبولایزرهاى تقویت شونده با تنفس ۴. جت نبولایزرهاى فعال شونده با تنفس**

## جت نبولایزرها با لوله چین دار

جت نبولایزرهاى با لوله چین دار، نبولایزرهاى متداول و با خروجی پیوسته ثابتی هستند که مقدار ثابتی از ذرات افشانه ای را طی دم، بازدم و نگه داشتن تنفس می سازند. درحالی که جت نبولایزرها معایب متعددی دارند، به راحتی قابل استفاده اند و تاثیر خوبی بر تبعیت بیمار از درمان دارند.

## جت نبولایزرها با کیسه جمع کننده

جت نبولایزرها با کیسه جمع کننده به عنوان یک نبولایزرها با دوز مشخص که ذرات افشانه ای را تنها در دم آزاد می کند مشخص می شود. این نبولایزرها پروفایل کلینیکی بهتری نسبت به جت نبولایزرها با لوله چین دار دارند.

## جت نبولایزرهاى تقویت شونده با تنفس

این نبولایزرها ذرات افشانه ای بیشتری طی دم از طریق دریچه های یک طرفه داخل قطعه دهانی آزاد می کنند. آن ها ذرات افشانه ای را از طریق فشار منفی ناشی از تلاش دمى بیمار می سازند.

## جت نبولایزرهاى فعال شونده با تنفس

این نبولایزرها، جریان دمى بیمار را حس می کنند و ذرات افشانه ای را تنها در دم منتقل می کنند. بنابراین این نبولایزرها موجب کاهش هدر رفتن دارو طی درمان می شوند و زمان درمان را افزایش می دهند.

## نبولایزرهاى اولتراسونیک

نبولایزرهاى اولتراسونیک، برای ساخت ذرات افشانه ای یک کریستال پیزوالکتریک که در فرکانس های بالا ارتعاش می کند، دارند و به دو گروه مختلف تقسیم می شوند.

۱. نبولایزرهاى اولتراسونیک با حجم بالا : برای انتقال

سالیین هایپر تونیک جهت القای خلط

۲. نبولایزرهاى اولتراسونیک با حجم کم: برای انتقال

داروهای استنشاقی استفاده می شوند

بیش از یک قرن است که از نبولایزرها به طور شایع برای انتقال داروهای افشانه ای (ایروسول شده) در بیماران ریوی استفاده می شود. نبولایزرها زمانی که بیمار نمی تواند تنفس هماهنگ داشته باشد، یا برای استفاده از اسپری های فشرده تحریک نیاز داشته باشد، یا جریان دمى مورد نیاز برای استفاده از اسپری های پودر خشک را نتواند فراهم کند، جهت انتقال داروهای افشانه ای دستگاه انتخابی می باشد.

**نبولایزرها به سه دسته تقسیم می شوند: ۱. جت نبولایزرها ۲. اولتراسونیک نبولایزرها ۳. مش نبولایزرها.**

با وجود اینکه از جت نبولایزرها به طور شایع در درمان بیماران ریوی استفاده می شود، حجیم هستند و همچنین به یک منبع انرژی نیاز دارند. به خاطر قطرات افشانه ای و بخار حلالی که هوای خروجی را اشباع می کند، جت نبولایزرها محلول دارویی را خشک می کنند و غلظت محلول را در حجم باقی مانده ریوی افزایش می دهند. با وجود اینکه نبولایزرهاى اولتراسونیک فشرده تر و کارآمدتر از جت نبولایزرها هستند، برای انتقال پروتئین و سوسپانسیون نمی توان از آن ها استفاده کرد. با توسعه مش نبولایزرها که از امواج با فرکانس پایین استفاده می کنند، مسئله افزایش دما که باعث تغییر شکل پروتئین ها در انتقال داروهای افشانه ای می شد حل شده است. همچنین، نشان داده شده است که مش نبولایزرها برای انتقال سوسپانسیون ها، لیپوزوم ها و نوکلئیک اسیدها مناسب اند. از آنجایی که تعداد زیادی نبولایزرها از هر مجموعه به بازار معرفی شده است، هدف این مقاله توضیح انواع نبولایزرهاى موجود و ارزیابی کارایی آن ها در انتقال داروهای افشانه ای است. به علاوه استراتژی های درمان استنشاقی بهینه در بیماران ریوی بررسی خواهد شد.

## جت نبولایزرها

به طور سنتی از جت نبولایزرها برای درمان بیماران ریوی استفاده می شده است. این نبولایزرها به ۲ تا ۱۰ L/min هوای فشرده برای انتقال دارو داخل یک لوله موئینه ای از مخزن نبولایزرها جهت ایجاد طیفی گسترده از ذرات با سایزهای مختلف که به یک یا تعداد بیشتری صافی دمیده می شوند و آن صافی ذرات های درشت تر را

جدا می کند و به مخزن باز می گرداند.

از جت نبولایزرها برای انتقال فرمولاسیون هایی که نمی توان آن ها را از طریق اسپری های بادوز مشخص منتقل کرد استفاده می شود. تعدادی از داروها که توسط جت نبولایزرها انتقال پیدا می کند عبارتند از: آنتی بیوتیک، موکولیتیک، فورمولاسیون های لیپوزومی و محصولات ترکیبی مانند محلول استنشاقی Pulmozyme. از سوی دیگر استفاده از جت نبولایزرها می تواند



Advantages and disadvantages of different types of nebulizers		
Nebulizers	Advantages	Disadvantages
Jet nebulizers with corrugated tubing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cheap</li> <li>• Easy to use</li> <li>• Effective in delivering drugs that can not be delivered with pMDIs and DPIs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inefficient</li> <li>• Difficult to clean</li> <li>• Need compressed gas and additional tubing</li> </ul>
Breath-actuated & Breath-enhanced jet nebulizers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Drug delivery only during inhalation</li> <li>• Easy to use</li> <li>• Less medication wasted</li> <li>• More efficient than JNs with tubing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Need sufficient flow to trigger drug delivery</li> <li>• Takes longer to deliver drug</li> <li>• Not ventilator-enabled</li> <li>• More expensive</li> </ul>
Ultrasonic nebulizers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Easy to use</li> <li>• More efficient than jet nebulizers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Large residual volume</li> <li>• Inability to aerosolize viscous solutions</li> <li>• Degradation of heat-sensitive materials</li> </ul>
Mesh nebulizers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fast, quiet, portable</li> <li>• Self-contained power source</li> <li>• Optimize particle size for specific drugs</li> <li>• More efficient than other nebulizers</li> <li>• Easy to use</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• More expensive</li> <li>• Cleaning can be difficult</li> <li>• Medication dosage must be adjusted in transition from JNs</li> <li>• Not compatible with viscous liquids or those that crystallize on drying</li> </ul>

JNs: Jet nebulizers; pMDIs: pressurized metered-dose inhalers

mL دارند و در مقدار کمتر از حجم باقی مانده افزایش سازی نمی کنند، با حجم های پرشدگی کوچک مانند ۲ mL و کمتر کار نخواهند کرد بنابراین پزشک باید تصمیم بگیرد که حجم پرشدگی را جهت افزایش کارایی جت نبولایزرها افزایش دهد. مگر اینکه جت نبولایزر برای حجم کوچکتری طراحی شده باشد، استفاده از حجم پرشدگی در حدود ۵-۴ mL برای جت نبولایزرها پیشنهاد شده است. افزایش حجم پرشدگی دارو را رقیق خواهد کرد و نسبت بزرگتری از دوز را انتقال خواهد داد. تنها اشکال افزایش حجم پرشدگی، افزایش زمان درمان با جت نبولایزرها خواهد بود.

داروهای افشانه شده با استفاده از یک قطعه دهانی یا ماسک صورت تجویز می شوند. گرچه قطعه دهانی بهترین رابط برای استفاده در حین درمان با افشانه است، این وسیله در نوزادان، کودکان کوچک و سالمندان مبتلا به مشکلات شناختی نمی تواند استفاده شود. ماسک صورتی در این موارد به رابط ترجیح داده شده است، اما استفاده از قطعه دهانی میزان افشانه‌هایی که بر روی صورت، درون چشمها و در داخل بینی می‌نشینند را افزایش می دهد. همچنین این مهم است که یک درزگیر ماسک صورتی خوب برای دستیابی به انتقال داروی بهینه در حین درمان با افشانه، بیابید. از آنجایی که انتقال داروی افشانه شده بهینه وابسته به تکنیک است، این مهم است که به بیمار آموزش داده شود تا تنفس جزر و مدی از راه دهان همراه با نفس های عمیق دوره ای، در حین درمان با افشانه انجام دهد. همچنین پزشک باید از مشکلات بالقوه‌ای که ممکن است با استفاده از هر نوع نبولایزر در حین درمان با افشانه ایجاد شود آگاه باشد. آنها باید بدانند که دلیل زمینه‌ای هر مشکل و راه حل آنها چیست. جدول بالا معایب و مزایا را در حین انتقال دارو به شکل افشانه با نبولایزرها، جت، اولتراسونیک و مش را توضیح می دهد. برای نتیجه درمان با افشانه به وسیله نبولایزرها یک روش تثبیت شده برای درمان بیماران مبتلا به بیماری‌های تنفسی است. پیشرفت های اخیر در تکامل نبولایزرها انتقال دارو را دقیق تر، با ضایعات کمتر و برای استفاده در حین درمان استنشاقی آسان تر، کرده است. همچنین انواع جدید نبولایزر پیشرفت هایی مانند طراحی کوچک، قابلیت انتقال، طول درمان کوتاه تر و کارکرد بی صدا حاصل کرده اند که انتظار می رود تبعیت بیمار از درمان را بهبود ببخشند. اگرچه، علی رغم پیشرفت در فناوری های افشانه، هنوز نیازهایی برای کاهش قیمت این نبولایزرها جدید وجود دارد.

## مش نبولایزرها

این نبولایزرها با استفاده از فناوری میکروپمپ قادر به تولید ذرات افشانه ای خواهند بود. مقایسه مش نبولایزرها با نبولایزهای اولتراسونیک نشان دهنده انتقال داروی مشابه در بیماران وابسته به ونتیلاتور است.

مش نبولایزرها می توانند به دو گروه تقسیم شوند:

**۱. مش نبولایزهای فعال:** مش نبولایزهای فعال از یک قطعه پیزو استفاده می کنند که با جریان الکتریسیته انقباض یافته و بزرگ می شود، و یک مش با سوراخ های بسیار ریز را که جهت تولید افشانه در تماس با دارو قرار دارد، به لرزش درمی آورند

**۲. مش نبولایزهای انفعالی:** مش نبولایزهای انفعالی از یک حلقه مبدل جهت ایجاد لرزش های انفعالی در یک صفحه سوراخ شده با ۶۰۰۰ سوراخ باریک برای تولید افشانه، استفاده می کنند.

## استفاده بهینه از نبولایزها در عرصه بالینی

فاکتورهای زیادی وجود دارند که انتقال دارو به شکل افشانه در بیماران با بیماری تنفسی را تحت تاثیر قرار می دهند. درمان استنشاقی موفق وابسته به تکنیک است. بنابراین پزشکان باید انواع مختلف نبولایزر در دسترس برای معالجه استنشاقی و تکنیک بهینه ای که نیاز است در عرصه بالینی استفاده شود و عیب یابی برای هر نوع نبولایزر، را بشناسند. باید ذکر گردد که جریان گاز و فشار استفاده شده در جت نبولایزرها اندازه ذرات و انتقال دارو را تحت تاثیر قرار می دهد. برای نمونه، هر جت نبولایزر به میزان خاصی از جریان در محدوده ۱۰-۲ L/min نیاز دارد که به وسیله سازنده تعیین شده و در جدول دستگاه نوشته شده است. شکست در تنظیم اندازه گیرنده جریان به شکل مناسب ذرات بزرگی در حین درمان با افشانه ایجاد خواهد کرد. گاهی اوقات پزشکان ترجیح می دهند از یک کمپرسور همراه با جت نبولایزر استفاده کنند. اگرچه مهم است که بدانید جت نبولایزرها برای کار در ۵۰ psi ساخته شده اند و استفاده از کمپرسور تنها ۱۳ psi تولید می کند که در نتیجه اندازه ذرات را افزایش و کارایی درمان را کاهش پیدا می کند. بنابراین جت نبولایزرها باید همراه با کمپرسورهایی استفاده شوند که با طراحی حاضر آنها مطابق باشد یا در میزان جریانی که در برجسب دستگاه به وسیله سازنده پیشنهاد شده است، کار کنند. در حالیکه جت نبولایزرها با هوای کمپرس شده یا اکسیژن کار می کنند، به دلیل بهبود ۵۰٪ انتقال افشانه با heliox، استفاده از مخلوط هلیوم و اکسیژن در جت نبولایزرها در سال های اخیر معمول شده است. استفاده از میزان جریان صحیح در درمان با افشانه به وسیله heliox برای انتقال داروی به شکل افشانه ضروری است. برای نمونه اگر heliox در همان میزان جریانی استفاده شود که برای هوا یا اکسیژن استفاده می شود، اندازه ذرات و افشانه تولیدی منتقل شده به وسیله جت نبولایزر به دلیل چگالی کم heliox در مقایسه با اکسیژن یا هوا کاهش خواهد یافت، بنابراین جریان در کار با heliox باید به اندازه ۱.۵ تا ۲ برابر افزایش یافته تا انتقال دارو به شکل افشانه در بیماران با بیماری های تنفسی بهینه شود. به این دلیل که جت نبولایزرها حجم های باقی مانده بزرگی به اندازه ۰.۵ تا ۲



**پیشرفت های اخیر در تکامل نبولایزرها انتقال دارو را دقیق تر، با ضایعات کمتر و برای استفاده در حین درمان استنشاقی آسان تر، کرده است**