

Aerosol Therapy

พว. ทิพาวรรณ เอี่ยมนุ่ม

หน่วยโรคระบบการหายใจและภาวะวิกฤต

โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย

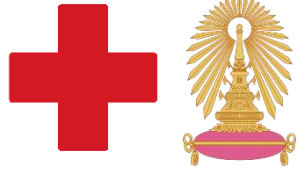




Outlines

- 01 การพ่นยาในผู้ป่วย IPD (NIV)
- 02 การพ่นยาในผู้ป่วย on ET-tube, T-tube with Ventilator (IMV)

AEROSOL THERAPY



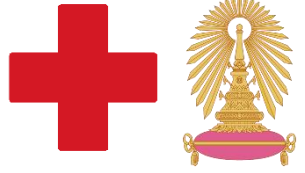
01 Nebulizer
ฝอยละอองของเหลว



02 Pressurized metered-dose
inhaler (pMDI)



03 Dry powder inhaler
(DPI)



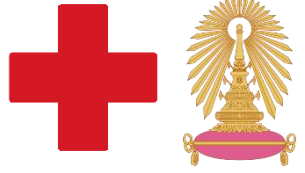
01

Nebulizer

ฝอยละอองของเหลว

อุปกรณ์ทำ aerosol ที่สามารถให้ aerosol ที่มีขนาดใกล้เคียงกัน สม่ำเสมอตามที่ต้องการ เนื่องจากมี baffling system คือ หลังจากผ่านขบวนการตีของเหลวให้กลายเป็นละอองแล้ว จะผ่านตัวขวางกั้นที่เรียกว่า baffle ซึ่งมีไว้ให้ aerosol ขนาดใหญ่ชนและหยุดตัวลง ส่วน aerosol ขนาดเล็กจะแขวนลอยอยู่กับกระแสลมและผ่านไปทางข้างๆของ baffle

AEROSOL THERAPY



01 Nebulizer ฝอยละอองของเหลว

Jet nebulizers

ใช้ก๊าซที่มีแรงดันสูงไหลผ่านท่อเล็กๆ ทำให้เกิดแรงดันดึงยาที่เป็นของเหลวที่อยู่ในกระเปาะขึ้นมาตามท่อและแตกเป็นฝอยละอองเมื่อถูกแผ่นกั้น จะทำให้ฝอยละอองแตกเป็นอนุภาคขนาดเล็กลง เข้าสู่หลอดลมฝอยได้

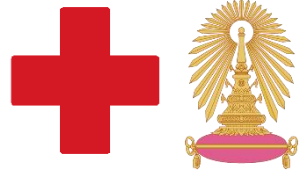
Ultrasonic nebulizers

ใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นตัวทำให้ transducer เกิดการสั่นสะเทือน เกิดเป็นคลื่นความถี่สูง ทำให้ของเหลวแตกเป็นฝอยละออง ขนาดเล็ก กว่า 2 ไมครอน ใช้กับผู้ป่วยที่มีเสมหะเหนียว และใช้ SVN (Small Volume Nebulizer) ไม่ได้ผล

Vibrating mesh nebulizers

ทำงานโดยใช้พลังงานไฟฟ้า ไปกระตุ้น piezo element ให้ไปสั่นสะเทือนแผ่นโลหะ ทำให้ของเหลวแตกเป็นฝอยละอองและผ่านแผ่นกั้นซึ่งมี ช่องเล็กๆ (aperture plate) ที่เป็นตัวกำหนดขนาดของฝอยละอองที่ได้

AEROSOL THERAPY



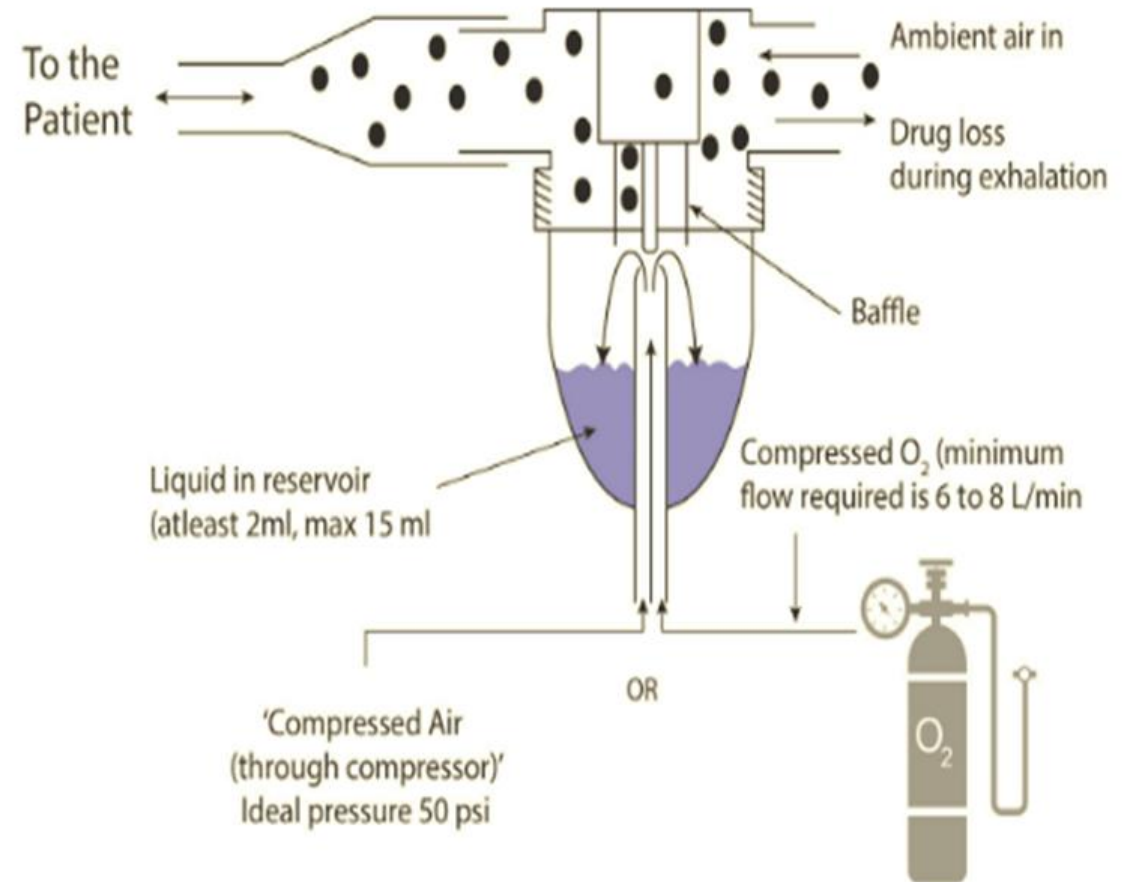
01

Nebulizer

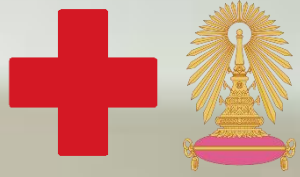
ฝอยละอองของเหลว

Jet nebulizers

- Jet nebulizers have a higher residual volume
- เปิด Flow rate ประมาณ 6-8 LPM จะได้อนุภาคขนาด 1-5 ไมครอน
- Recommendation : use fill volume of 4-5 ml
- Nebulization time ประมาณ 10-15 นาที
- ขณะพ่นยาให้กระเปาะ nebulizer วางในแนวตั้ง



AEROSOL THERAPY

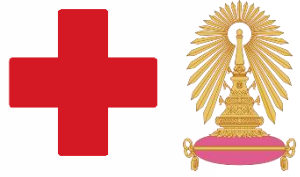


01 Nebulizer ฝอยละอองของเหลว

Jet nebulizers



AEROSOL THERAPY



01

Nebulizer

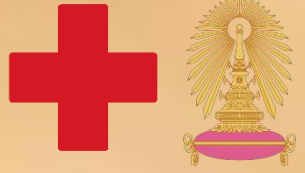
ฝอยละอองของเหลว

Jet nebulizers

❖ ผู้ป่วยทั่วไป



AEROSOL THERAPY



01

Nebulizer

ฝอยละอองของเหลว

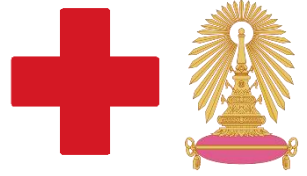
Jet nebulizers

❖ ผู้ป่วยเจาะคอ



Nebulisers



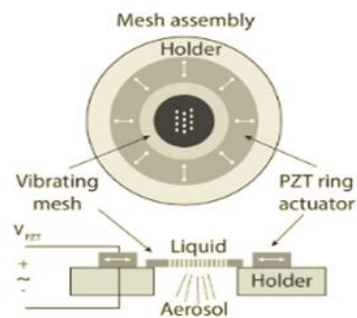
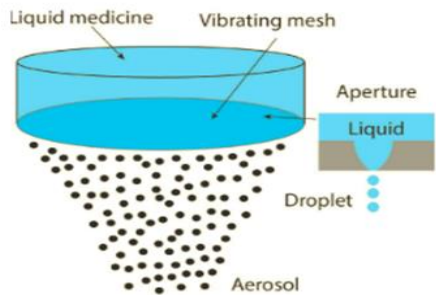


01

Nebulizer

ฝอยละอองของเหลว

Vibrating mesh nebulizers



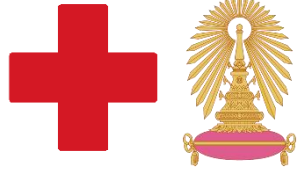
Active mesh nebulizers

- Vibrational element contracts and expands, moving a deformed aperture plate with 1,000 tapered holes
- Use a mesh or plate with multiple apertures to produce an aerosol
- The holes are larger on the liquid side and smaller on the side from which the droplets emerge
- External gas flow is not required

Passive mesh nebulizers

- Use a piezoelectric crystal that vibrates a transducer horn interacting with the liquid formulation and a static aperture plate

AEROSOL THERAPY

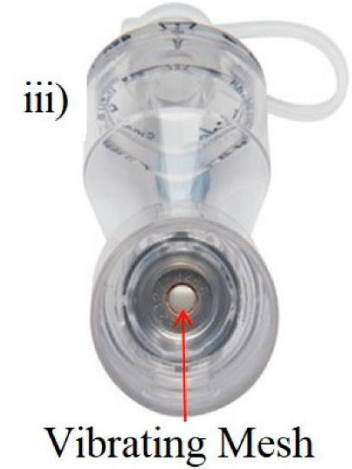
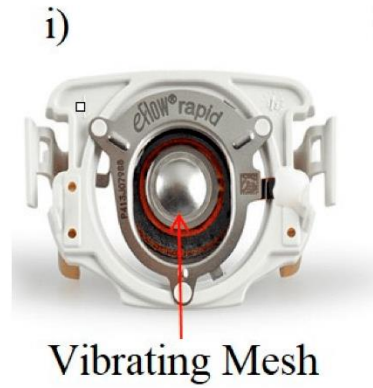
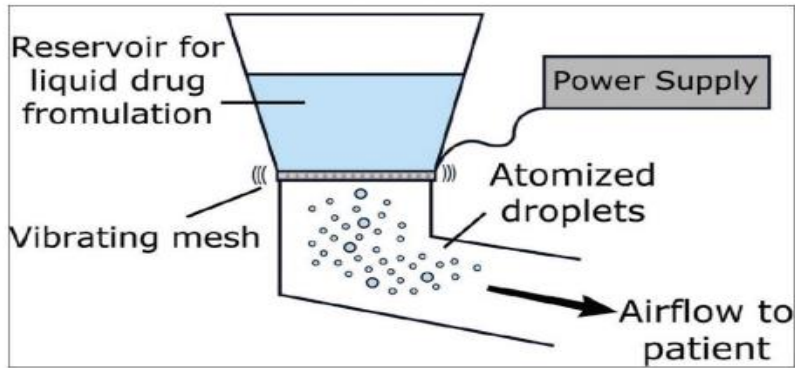


01

Nebulizer

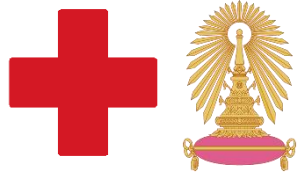
ฝอยละอองของเหลว

Vibrating mesh nebulizers



Palladium vibrating mesh (VMN)

AEROSOL THERAPY



01

Nebulizer

ฝอยละอองของเหลว

Vibrating mesh
nebulizers



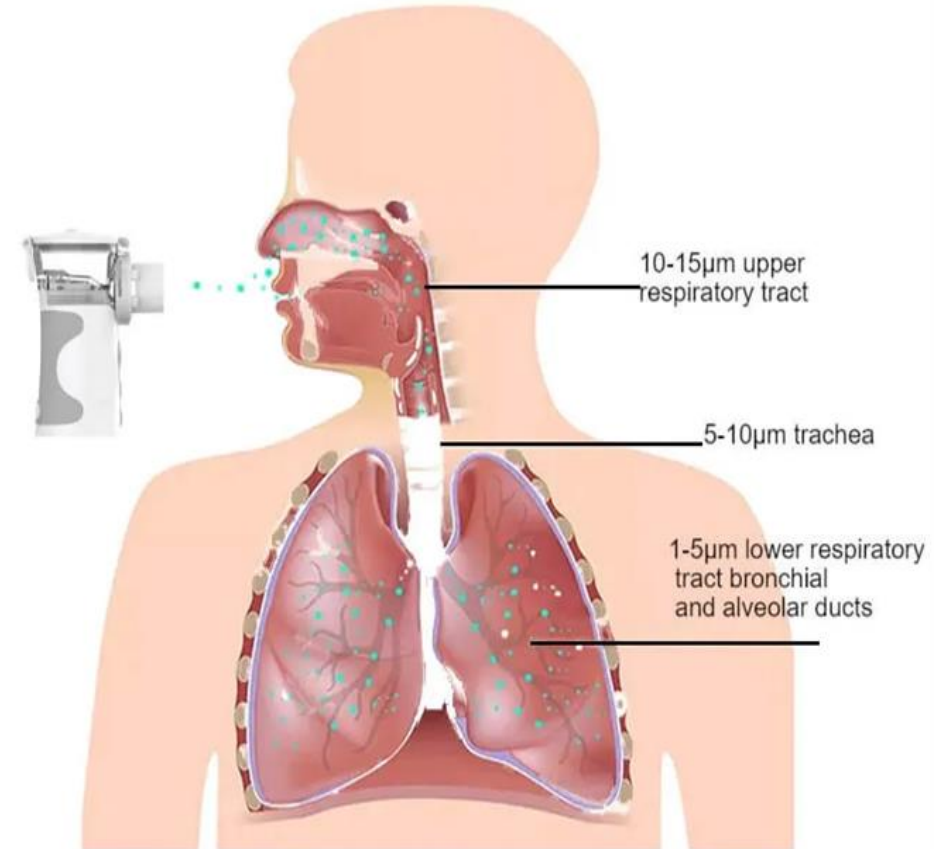
Mask



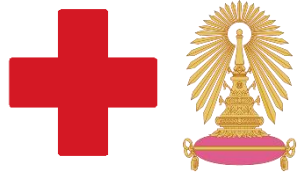
Mouth piece



Palladium vibrating mesh (VMN)



AEROSOL THERAPY



02

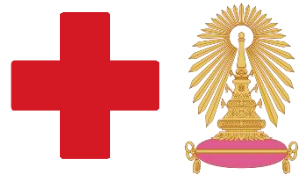
Pressurized metered-dose inhaler
(pMDI)



ยาเป็นของเหลวบรรจุกระป๋องโดยผสมกับ inert gas ที่ถูกอัดเป็นของเหลว เหมือนกระป๋องสเปรย์ เมื่อกดประป๋องจะทำให้ valve เปิด inert gas จะพุ่งออกมาตามช่องทางออก แต่ครั้งจะได้จำนวนยาค่อนข้างคงที่

MDI เป็นอุปกรณ์ที่ให้สารละอองฝอย ที่มีขนาดอนุภาค 2-5 ไมครอน

AEROSOL THERAPY



02

Pressurized metered-dose inhaler (pMDI)

ข้อดี

- ใช้กันแพร่หลายกว่าชนิดอื่นๆ
- พกพาง่าย
- ส่วนใหญ่มีราคาถูก
- การสูดไม่ต้องใช้แรงสูดสุด



Seretide Evohaler®
(salmeterol/fluticasone propionate)



Ventolin Evohaler®
(salbutamol)



Berodual®
(fenoterol hydrobromide/ipratropium bromide)



Aerotamol®
(salbutamol)

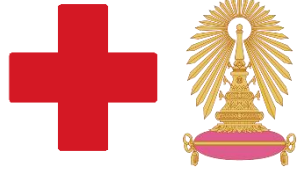


Flutiform®
(formoterol fumarate dihydrate/fluticasone propionate)

รูปที่ 1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ metered dose inhaler (MDI)
[รูปภาพประกอบตัวอย่างผลิตภัณฑ์ใช้เพื่อให้ความรู้กับประชาชนเท่านั้น]^[7]

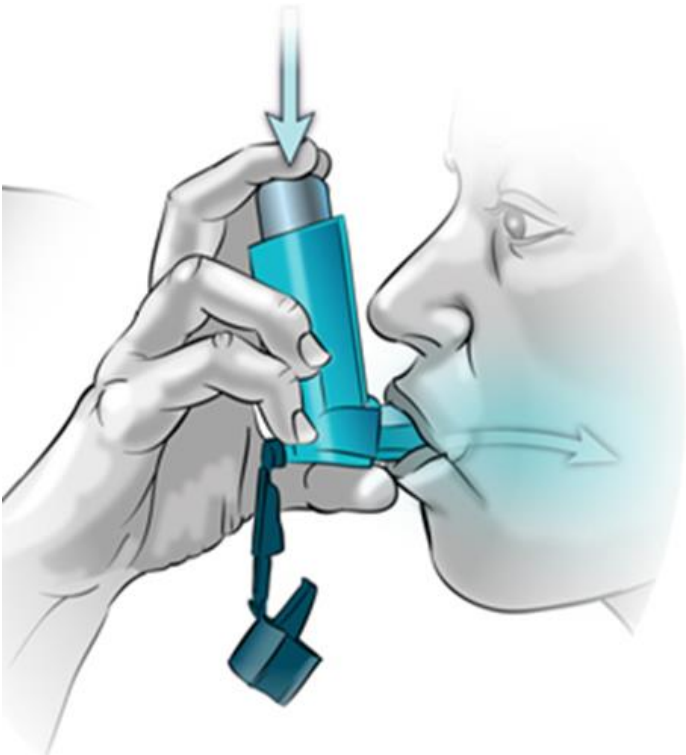
**** แต่มีข้อจำกัด คือ ต้องอาศัยจังหวะที่สัมพันธ์ในขณะที่กำลังกดยาและหายใจเข้า****

AEROSOL THERAPY



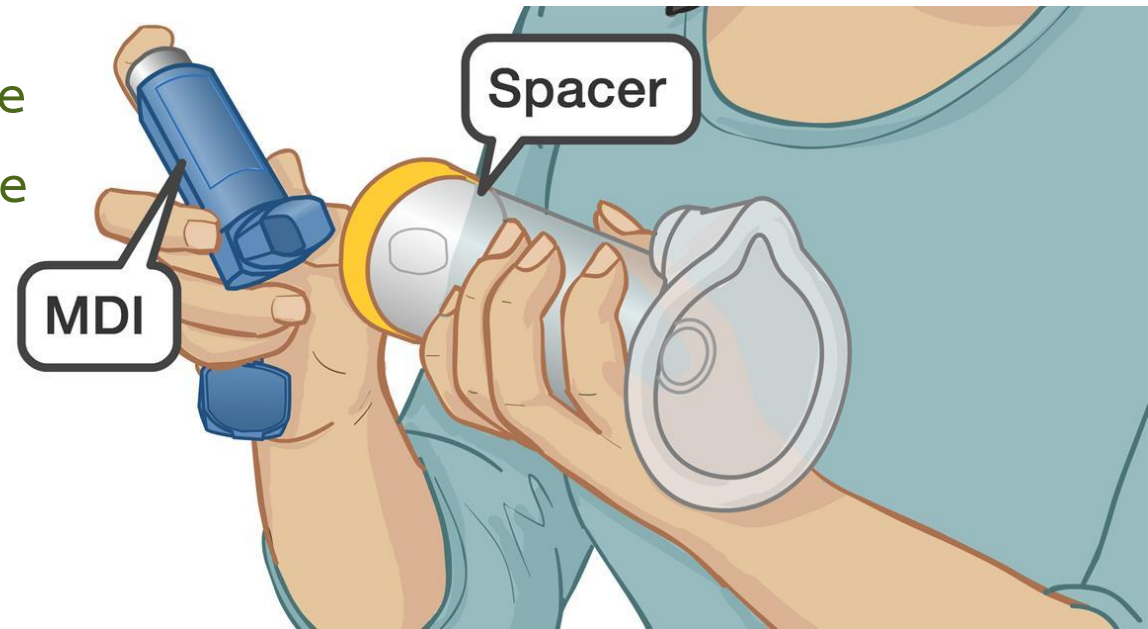
02

Pressurized metered-dose inhaler
(pMDI)

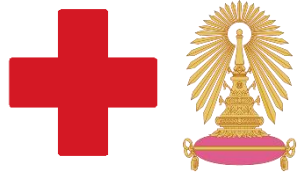


Technique

1. Close mouth technique
2. Open mouth technique
3. MDI with spacer









AEROSOL THERAPY

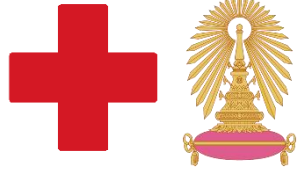


การสูดยาชนิด Metered dose inhaler (MDI)

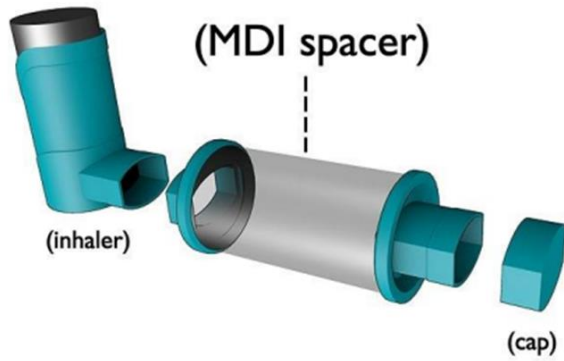
Table 3: Correct steps for using a BAI (Synchrobreathe, Cipla Ltd) and rationale for the same

| Steps | Rationale |
|---|--|
|  <p>1. Hold the device in an upright position and shake it up and down four or five times.</p> | Same as for pMDI. |
|  <p>2. Remove/open the cap (as per the device).</p> | Pulling open the cap (as in the Synchrobreathe) loads the dose and readies the device for inhalation. It is therefore imperative to close the cap in the Synchrobreathe after inhalation is complete. This is important to load the next dose. |
| <p>3. Priming</p> | When starting use of a new BAI, after shaking the inhaler, actuate the device twice into the air away from the face. Priming ensures that the required dose is available in the chamber. If the BAI has not been used for more than a week (e.g. salbutamol), it will be necessary to prime the device even if it has been used in the past. |
|  <p>4. Exhale completely to empty the lungs to functional residual capacity. Place the inhaler mouthpiece between the teeth, with the tongue flat below the mouthpiece, and make a tight seal around it with the lips before inhalation.</p> | Same as for pMDI. |
|  <p>5. Now inhale slowly and deeply.</p> | To be continued even after hearing a click as the click is the indication of an actuation. It should be emphasised to the patient that a continued breath after the click is mandatory. |
|  <p>6. Take the mouthpiece out of the mouth and close the lips. Hold the breath for 10 seconds or for as long as comfortably possible.</p> | Same as for pMDI. |
|  <p>7. Breathe out normally.</p> | Same as for pMDI. |
| <p>8. Put back/close the cap (as per the device).</p> | Ensures loading of the next dose. |

AEROSOL THERAPY



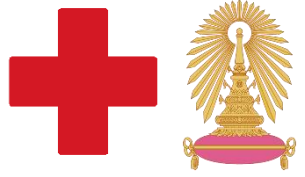
การสูดยาชนิด MDI with spacer



MDI with spacer



Aerosol therapy ในผู้ป่วย on ET-tube, T-tube with Ventilator (IMV)



Device ที่ใช้บริหาร aerosol ใน Mechanical ventilator

01



SVN

(Small volume nebulizer)



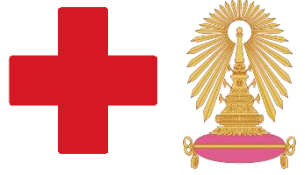
02



MDI

(Meter dose inhaler)

Aerosol therapy ในผู้ป่วย on ET-tube, T-tube with Ventilator (IMV)



ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ aerosol ในผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจ

ขนาด Endotracheal tube, ventilator settings, ตำแหน่งการวางของ aerosol generator ในวงจรเครื่องช่วยหายใจ และลักษณะของ adapter ที่ใช้

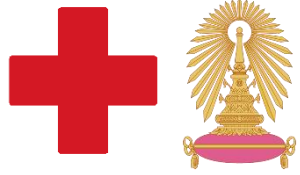
Humidity ใน ventilator circuit พบว่าความชื้นที่มากขึ้นอาจจะทำให้ aerosol deposition ใน lower airway ลดลง ได้มากถึงร้อยละ 40 เพราะความชื้นทำให้ aerosol particle มีขนาดโตขึ้น (Humidifier ควรตรงตามขีดที่กำหนดไว้)

พยาธิสภาพในทางเดินหายใจของผู้ป่วย

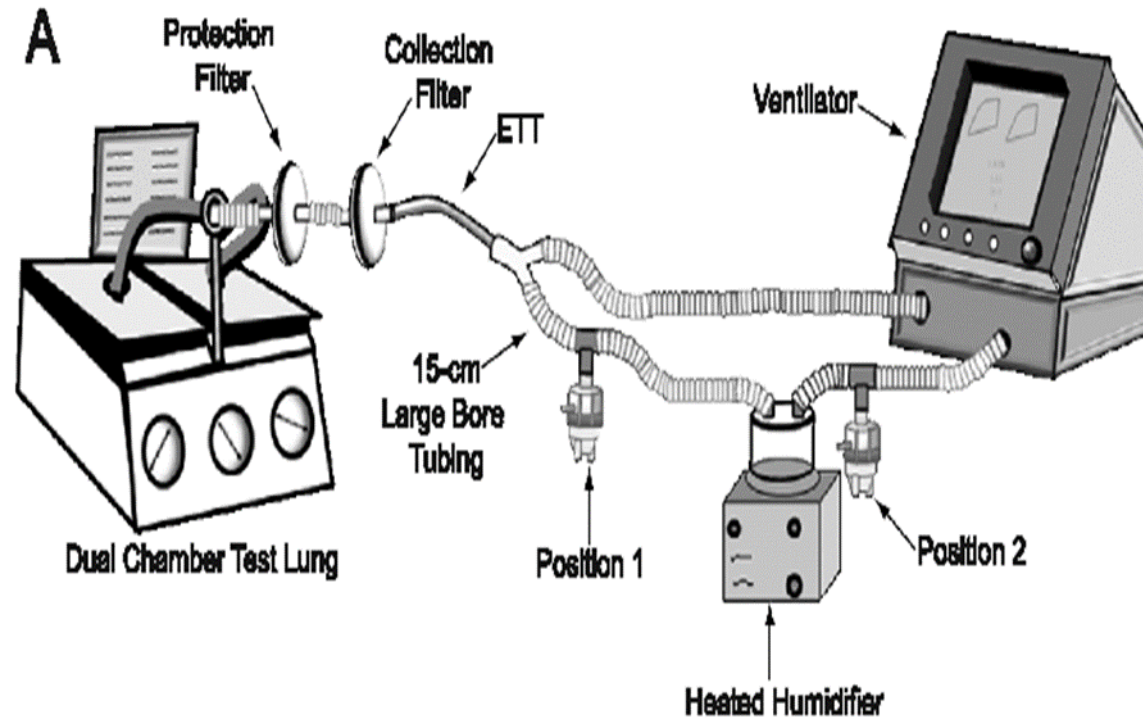
Breath configurations ผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจจะมีรูปแบบของลมหายใจเป็น square หรือ decelerating inspiratory flow และมี inspiratory flow สูงถึง 40-60 ลิตร/นาที ปัจจัยดังกล่าวจะลดปริมาณ aerosol ที่เข้าไปในทางเดินหายใจตอนล่าง

ขนาดของอนุภาคยาพ่น

Aerosol therapy ในผู้ป่วย on ET-tube, T-tube with Ventilator (IMV)

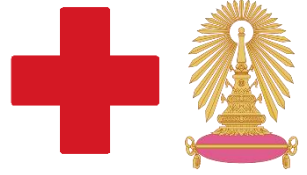


Jet nebulizers during Mechanical Ventilation

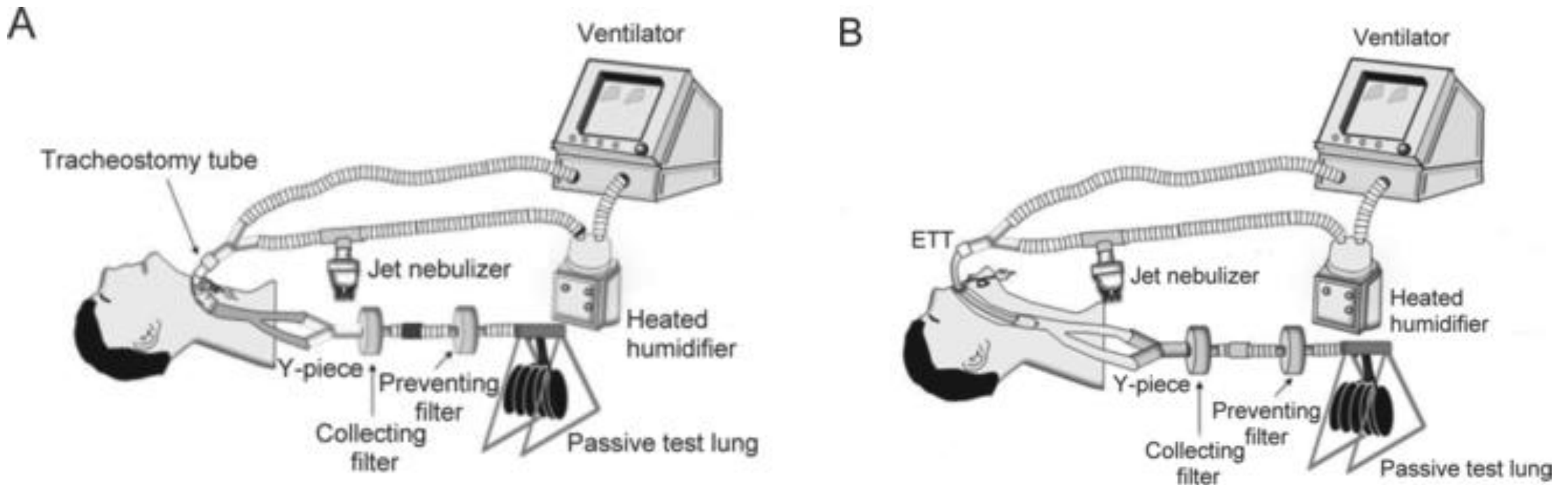


Nebulizer position in the ventilator circuit

Aerosol therapy ในผู้ป่วย on ET-tube, T-tube with Ventilator (IMV)

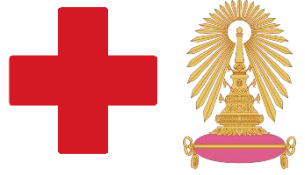


Jet nebulizers during Mechanical Ventilation



Nebulizer position in the ventilator circuit

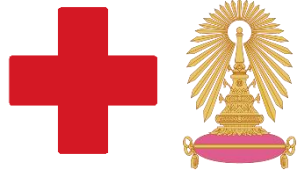
Aerosol therapy ในผู้ป่วย on ET-tube, T-tube with Ventilator (IMV)



Factors Influencing Aerosol Delivery During Mechanical Ventilation

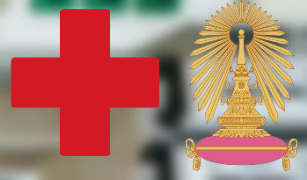
- ◆ The type of nebulizer → → ควรใช้ SVN ที่ผลิตละอองฝอย ที่มีขนาด 1 - 2 ไมครอน ในผู้ป่วยที่หายใจเอง ยาจะเข้าสู่ทางเดินหายใจตอนล่างและปอดได้ร้อยละ 8 - 12 แต่ในผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจยาจะเข้าสู่ทางเดินหายใจตอนล่างและปอดได้เพียงร้อยละ 1.2 - 3.0 เท่านั้น
- ◆ Residual volume → → Recommendation : use fill volume of 4-5 ml
- ◆ Mode of nebulization → → ในระหว่างที่พ่นยาจะทำให้มีการรบกวนการทำงานของเครื่องช่วยหายใจ จึงควรปรับการตั้งเครื่องช่วยหายใจให้เหมาะสม
 - Tidal volume แนะนำให้ใช้ VT มากกว่า 500 ml
 - Inspiratory flow rate ต่ำ ช่วยให้ได้ผลดี
 - Inspiratory time ยาวนาน ช่วยให้ได้ผลดี

Aerosol therapy ในผู้ป่วย on ET-tube, T-tube with Ventilator (IMV)



Factors Influencing Aerosol Delivery During Mechanical Ventilation

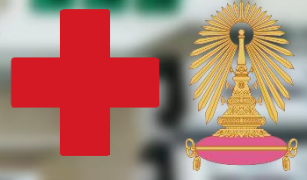
- ◆ Position of nebulizer in the ventilation circuit →→ ต่อ SVN เข้ากับ inspiratory limb ของ ventilator circuit ให้ห่างอย่างน้อย 30 cm จาก Y-piece เพื่อใช้ inspiratory limb เป็น drug reservoir ทำให้มีการสะสมของยาเพิ่มมากขึ้น ในช่วงหายใจเข้า ช่วยให้มี drug delivery เพิ่มมากขึ้น
- ◆ Gas flow →→ Jet nebulizer : recommend 6-10 LPM
 - Operating any jet nebulizer at a low flow or pressure increases aerosol particle size → reduce pulmonary drug delivery
 - Ultrasonic and vibrating mesh nebulizers are operated by electricity → not influenced by gas flow
- ◆ bias flow →→ Increasing bias flows ทำให้ปริมาณละอองฝอยลดลง → recommend : bias flow to less than or equal to 2 LPM



Aerosol therapy ในผู้ป่วย on ET-tube, T-tube with Ventilator (IMV)

Optimal Technique for drug delivery by Jet nebulizer in ventilated patients

1. Review order, identify patient, and assess need for bronchodilator
2. Assess airway, remove excess secretions if present
3. Place drug in nebulizer, do not exceed manufacturer recommendations
4. Place nebulizer in the inspiratory line 18 inch (46 cm) from the patient wye connector or proximal to the ventilator
5. Use minimal flow or continuous flow during nebulizer operation
6. Remove HME from circuit
7. Set gas flow to nebulizer at 6-8 LPM

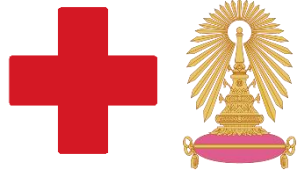


Aerosol therapy ในผู้ป่วย on ET-tube, T-tube with Ventilator (IMV)

Optimal Technique for drug delivery by Jet nebulizer in ventilated patients

8. Adjust ventilator volume or pressure limit and alarms to compensate for added flow
9. Run until nebulizer begins to sputter
10. Remove nebulizer from circuit, rinse with sterile water and run dry, store in safe place
11. Reconnect humidifier or HME, return ventilator settings and alarms to previous values
12. Monitor patient for adverse response

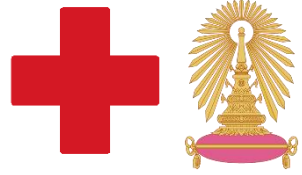
Aerosol therapy ในผู้ป่วย on ET-tube, T-tube with Ventilator (IMV)



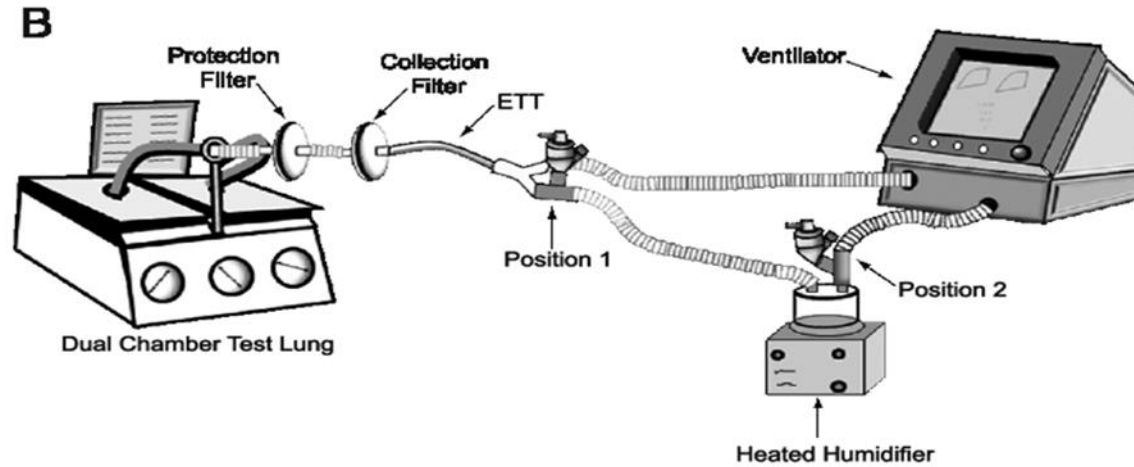
Common Errors when Using a Nebulizer

- ✘ Incorrectly assembling and operating the nebulizer.
- ✘ Under-filling or over-dilution of the medicine in the medication cup.
- ✘ Errors with compatibility between the device and drug formulation.
- ✘ Improper use of the nebulizer and its interface, usage technique and the pattern of breathing. Lack of regular cleaning and disinfection of the device can also lead to the spread of infection.

Aerosol therapy ในผู้ป่วย on ET-tube, T-tube with Ventilator (IMV)



Mesh nebulizer during Mechanical Ventilation

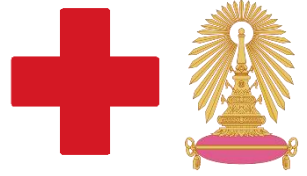


Position 1



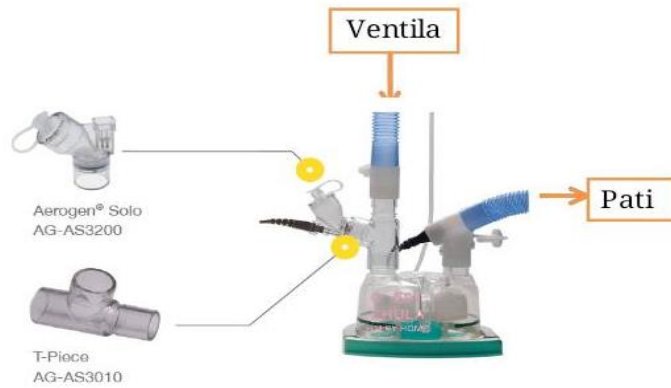
Position 2

Aerosol therapy ในผู้ป่วย on ET-tube, T-tube with Ventilator (IMV)



Mesh nebulizer during Mechanical Ventilation

วิธีต่อ



1. ต่อ Aerogen solo เข้ากับ T piece
2. ใส่ Aerogen solo ที่ต่อกับ T piece เข้ากับ humidifier ฝั่ง dry side
3. ใส่ยาเข้าไปใน aerogen solo พร้อมกับต่อสาย cable
4. กดปุ่มเปิดเครื่อง



Aerosol therapy ในผู้ป่วย on ET-tube, T-tube with Ventilator (IMV)

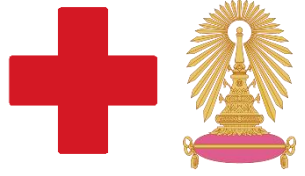


Best Orientation of Aerogen Solo for Optimal Aerosol Delivery



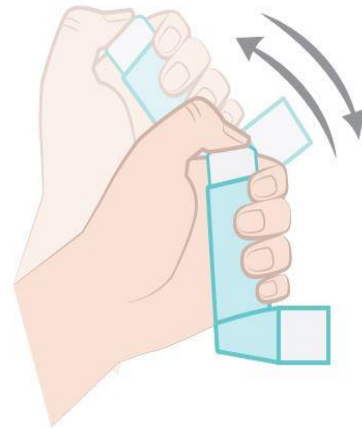
pMDI with Mechanical Ventilation

Aerosol therapy ในผู้ป่วย on ET-tube, T-tube with Ventilator (IMV)

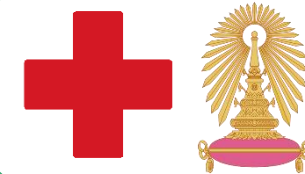


Factors Influencing Aerosol Delivery During Mechanical Ventilation

- Timing of actuation → → การกด MDI จะต้องให้มีจังหวะที่สอดคล้องกันกับ inspiratory flow (การกด MDI 1- 1.5 วินาทีก่อนเครื่องตีลมเข้า จะลด drug delivery ได้มากถึงร้อยละ 35)



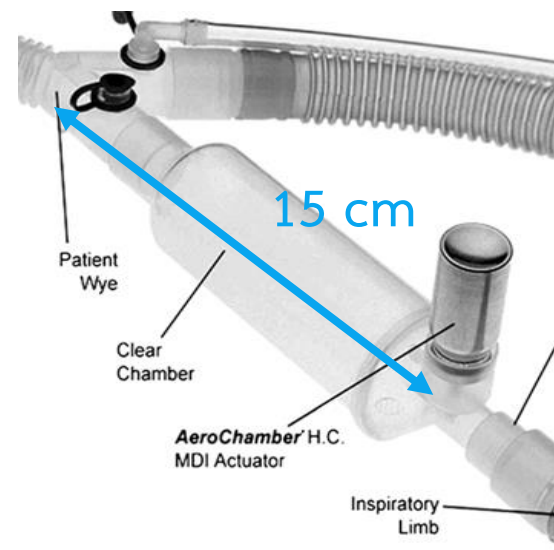
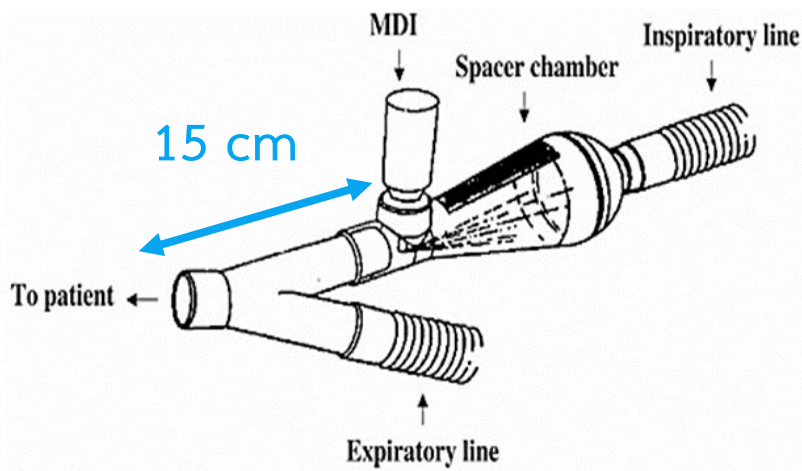
- Priming and shaking the canister → → เขย่ากระบอกยาก่อนพ่นยาเสมอ
 - Prime a pMDI ก่อนใช้ครั้งแรก และทิ้งระยะเวลาการใช้มากกว่า 24 hr
 - ก่อนการพ่นยาทุกครั้งควรเขย่ายา ก่อนเสมอ และไม่ควรพ่นติดๆกัน เพราะอุณหภูมิยาจะเปลี่ยนไป ทำให้ได้ยาน้อยลงในครั้งหลัง จึงให้พ่นห่างกันอย่างน้อย 15 วินาที



Aerosol therapy ในผู้ป่วย on ET-tube, T-tube with Ventilator (IMV)

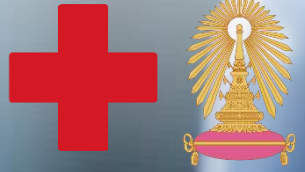
Factors Influencing Aerosol Delivery During Mechanical Ventilation

- Placement of the pMDI in the ventilator circuit → ควรติดตั้ง spacer chamber เข้าทาง inspiratory limb ของ circuit และอยู่ห่างจาก endotracheal tube ประมาณ 15 cm.
- สามารถต่อ MDI กับวงจรเครื่องช่วยหายใจได้โดยใช้ adapter จะได้ปริมาณยาผ่านเข้าสู่ ทางเดินหายใจตอนล่างร้อยละ 3.9-5.6
- การใช้ spacer chamber จะให้ aerosol delivery ได้สูงมากกว่าถึง 4-6 เท่า



Chamber spacer ต่อห่างจากปลาย ETT 15 cm

Aerosol therapy in High-flow

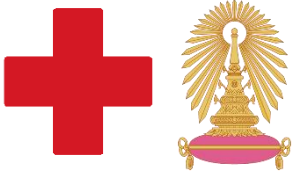


นิยมใช้

Vibrating mesh nebulizer



Aerosol therapy in High-flow



Thank
you

The image features the words "Thank you" written in a highly decorative, cursive script. The text is rendered in two shades of blue: a vibrant teal and a lighter, sky-blue. The letters are thick and have a 3D effect, with a soft, light blue shadow cast beneath them. The word "Thank" is on the top line, and "you" is on the bottom line. The letters are interconnected with elegant flourishes and loops. Surrounding the text are several small, four-pointed teal stars and light blue dots of varying sizes, scattered around the letters to create a festive and celebratory atmosphere. The entire graphic is set against a plain white background.