



การดูแลรักษาและการพยาบาลผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังขั้นรุนแรง โดยการส่องกล้องพ่นไอน้ำอุณหภูมิสูงเพื่อลดปริมาตรปอดกลีบบน

สายฝน รัตนเดชากุล พย.บ.

หน่วยโรคระบบการหายใจและภาวะวิกฤตทางการหายใจ
โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย

บทคัดย่อ

โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังเป็นโรคเรื้อรังที่เป็นปัญหาทางสาธารณสุข เป็นสาเหตุของการเสียชีวิตอันดับ 5 ของโลก การรักษาในปัจจุบันมีความหลากหลายและมีวิทยาการใหม่ๆ ในการรักษาเพิ่มขึ้นมาก เทคนิคการลดปริมาตรปอดด้วยการส่องกล้องและพ่นไอน้ำในหลอดลม เป็นวิธีหนึ่งในแนวทางการรักษาและถูกบรรจุเป็นคำแนะนำของ Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) สำหรับการรักษาโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังขั้นรุนแรง โดยมีเป้าหมายเพื่อลดปริมาตรปอดโดยใช้ไอน้ำร้อนพ่นเข้าไปในส่วนของปอด เป้าหมายเพื่อให้เกิดการอักเสบแล้วนำไปสู่การหดตัวของปอด ทำให้สามารถลดปริมาตรถุงลมโป่งพองลง และทำให้ปอดส่วนที่ดีสามารถขยายเพิ่มปริมาตรมากขึ้น สามารถช่วยในการลดความรุนแรงของโรค เพิ่มสมรรถภาพการทำงานของปอด ลดอาการเหนื่อย และส่งเสริมให้เกิดคุณภาพชีวิตในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง เนื่องจากการรักษาใหม่ยังมีผู้ป่วยจำนวนน้อยที่ได้รับการดูแลรักษา เพื่อให้มีการรักษาที่มีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องมีการดูแลอย่างถูกต้องเหมาะสมจากทีมงานทั้งทางด้านการแพทย์และการพยาบาล ตั้งแต่การคัดเลือกผู้ป่วยที่เหมาะสมกับการรักษา ให้การเตรียมความพร้อมและขั้นตอนการรักษาที่ถูกต้อง รวมถึงการพยาบาลทั้งก่อนการทำหัตถการ ระหว่างหัตถการที่อาศัยบุคลากรสหสาขาที่มีความชำนาญ และหลังการทำหัตถการที่ดูแลผู้ป่วยได้อย่างถูกต้อง ปลอดภัย ในบทความนี้จะกล่าวถึงการดูแลรักษาผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังขั้นรุนแรงด้วยการส่องกล้อง และพ่นไอน้ำในหลอดลม เพื่อลดปริมาตรปอด เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในการรักษาวิธีนี้โดยละเอียด

บทนำ

โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (Chronic Obstructive Pulmonary Disease, COPD) เป็นปัญหาทางสาธารณสุข องค์การอนามัยโลก (WHO) ได้ประมาณประชากรโลกว่ามีผู้ป่วยจากโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง คิดเป็นร้อยละ 12 เป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับที่ 5 ของโลก โดยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังมีแนวโน้มการพบอัตราการกำเริบของโรคและอัตราการเสียชีวิตสูงขึ้น จึงมีการคาดการณ์ว่าจะขยับขึ้นเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับที่ 3 ของโลกภายในปี พ.ศ. 2573 นี้¹

ระบาดวิทยาของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง

โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังมีอัตราเพิ่มขึ้นในทั่วโลก เนื่องจากการสูบบุหรี่ที่มีมากขึ้น นอกจากนี้ในบางพื้นที่มีการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลอย่างแพร่หลาย เช่น การเผาไม้ หญ้าหรือวัสดุอินทรีย์อื่นๆ ก็มีส่วนทำให้เกิดผู้ป่วยเพิ่มขึ้น ปัจจุบันพบว่าโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังมีผู้เสียชีวิต 3.23 ล้านคนทั่วโลกในปี พ.ศ. 2562 โดยประเทศที่กำลังพัฒนาจะมีอัตราการเสียชีวิตสูงกว่าประเทศที่พัฒนาแล้ว²⁻³ การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 มีส่วนก่อให้เกิดความเสี่ยงเป็นพิเศษต่อผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง อัตราการเสียชีวิตของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่ติดเชื้ออยู่ที่ร้อยละ 15

เทียบกับร้อยละ 4 ในผู้ที่ไม่มีประวัติติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019⁴⁻⁵ อัตราการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลนั้นสูงขึ้นเป็นสองเท่าสำหรับผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่ติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 เมื่อเทียบกับผู้ที่ไม่มีโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังและติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 อย่างไรก็ตามโดยรวมแล้วพบว่าการระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 มีความสัมพันธ์กับการลดลงของการเข้ารับรักษาในโรงพยาบาลของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังทั่วโลก⁶⁻⁷ เหตุผลนี้ไม่ชัดเจน แต่อาจเป็นผลมาจากการป้องกันภาวะการติดเชื้อทางเดินหายใจที่เพิ่มขึ้น เช่น การใส่หน้ากาก⁸ นอกจากนี้ยังมีการสันนิษฐานว่าการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลลดลงในช่วงการระบาดใหญ่เนื่องจากผู้ป่วยที่มีเหตุฉุกเฉินทางการแพทย์ เช่น อาการกำเริบเฉียบพลันของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง แต่หลีกเลี่ยงการมาแผนกฉุกเฉินเนื่องจากกลัวการติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019⁸

โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังมักจะถูกมองว่าเป็นโรคที่ผู้ป่วยไปแสวงหาตนเองโดยการสูบบุหรี่ รักษาให้หายไม่ได้ ดังนั้นในปี พ.ศ. 2549 Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, GOLD⁹ ได้เพิ่มคำจำกัดความของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังว่าเป็นโรคที่ป้องกันและรักษาได้ เพื่อที่จะเปลี่ยนทัศนคติของแพทย์ที่มักจะมองว่าโรคนี้เป็นโรคที่รักษาไม่ได้และไม่สนใจรักษาให้กลับมารักษาอย่างเต็มที่ นอกจากนี้ในปัจจุบันพบว่าการรักษาที่ทำให้ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังมีสมรรถภาพปอดดีขึ้น คุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ลดอาการเหนื่อยหอบและลดการกำเริบของโรคได้

คำนิยาม

โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง เป็นโรคที่ป้องกันและรักษาได้ โดยมีลักษณะการเพิ่มการอุดกั้นของหลอดลมที่ไม่ตอบสนองต่อยายขยายหลอดลมเต็มที่ (progressive, not fully reversible air flow limitation) ซึ่งเป็นผลจากการสัมผัสฝุ่นและแก๊สพิษที่สำคัญที่สุดได้แก่ควันบุหรี่ ทำให้เกิดการอักเสบที่ผิดปกติ (abnormal inflammatory response) ทั้งในหลอดลม ถุงลม และระบบอื่นๆ ของร่างกาย (multicomponent disease) ผู้ป่วยที่มีโรคร่วมหรืออาการกำเริบเฉียบพลันจะมีผลให้เกิดความรุนแรงของโรคมามากขึ้น⁹⁻¹⁰

สาเหตุของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง

สาเหตุหลักของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง มี 2 ประการ¹¹

1. การสูบบุหรี่รวมถึงจากการสูดดม :

- การได้รับควันจากการสูบบุหรี่เป็นปัจจัยเสี่ยงหลักในประเทศส่วนใหญ่ แม้ว่าจะมีผู้สูบบุหรี่เพียงร้อยละ 15 เท่านั้นที่พัฒนาเป็นโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่เห็นได้ชัดทางคลินิก

- ควันจากการปรุงอาหารในร่ม และความร้อนเป็นปัจจัยสาเหตุสำคัญในประเทศที่มักใช้ไฟในร่มในการปรุงอาหารหรือให้ความร้อน

- ความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจในวัยเด็กและการสัมผัสกับควันบุหรี่จากคนรอบข้างรวมถึงสัมผัสสิ่งแวดล้อม มลพิษทางอากาศและฝุ่นจากการทำงาน (เช่น ฝุ่นแร่ ฝุ่นฝ้าย) หรือสารเคมีที่สูดดม (เช่น แคลเดียม) ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง แต่พบได้น้อยกว่าสาเหตุข้างต้น

2. ปัจจัยทางพันธุกรรม¹²

ความผิดปกติทางพันธุกรรม คือการขาด alpha-1 antitrypsin ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของถุงลมโป่งพองในผู้ไม่สูบบุหรี่ และเพิ่มความรุนแรงของโรคในผู้สูบบุหรี่อย่างเห็นได้ชัด นอกจากนี้ยังพบว่ารูปแบบของยีนส์มากกว่า 30 ชนิดมีความเกี่ยวข้องกับโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง หรือการลดลงของการทำงานของปอด แต่ไม่แสดงให้เห็นชัดเจนเท่ากับการขาด alpha-1 antitrypsin เช่น chromosome 2q, transforming growth factor beta 1 (TGF-β1), microsomal epoxide hydrolase 1 (mEPHX1), and tumor necrosis factor alpha (TNFα) ซึ่งในปัจจุบันข้อมูลสนับสนุนยังไม่ชัดเจน ต้องทำการศึกษาค้นคว้าต่อไป¹³

พยาธิวิทยาและสรีรวิทยา¹⁴⁻¹⁵

โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง มีพยาธิสภาพที่สำคัญ 2 แบบ คือหลอดลมอักเสบเรื้อรัง (chronic bronchitis) และถุงลมโป่งพอง (emphysema) ซึ่งพยาธิสภาพทั้งสองอย่างมักพบร่วมกันในผู้ป่วย แต่จะมีความโดดเด่นมากขึ้นแตกต่างกันในแต่ละคน

1. หลอดลมอักเสบเรื้อรัง (chronic bronchitis)

หมายถึง อาการไอเกือบทุกวันในสัปดาห์ เป็นเวลาอย่างน้อย 3 เดือน ระยะเวลารวม 2 ปี ต่อเนื่องเกิดจากเมื่อมีการสัมผัสควันบุหรี่ มลพิษต่างๆ จะเกิดการอักเสบเรื้อรังของหลอดลม โดยเยื่อบุผิววม เนื่องจาก goblet cells มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นและใหญ่ขึ้น (goblet cells hypertrophy and hyperplasia) จึงส่งผลให้มีการสร้างเยื่อบุหนา และเหนียวมากขึ้น มีผลทำให้การทำงานของ cilia ที่โบกพัดสิ่งแปลกปลอมออกไปนอกทางเดินหายใจลดลง มีเสมหะคั่งค้างในหลอดลม มีการติดเชื้อเป็นๆ หายๆ ทำให้เกิดการทำลายทางเดินหายใจเพิ่มมากขึ้น จนกระทั่งเกิดหลอดลมอุดกั้น ทำให้อากาศไหลผ่านเข้าออกถุงลมได้ลดลง (ventilation) ในขณะที่การไหลเวียนโลหิตที่ปอดส่วนนี้ (perfusion) ปกติ บริเวณนี้เป็นตำแหน่งที่มีการแลกเปลี่ยนก๊าซต่ำ (low $\dot{V}/\dot{Q}$ ratio) ทำให้เกิดการลัดวงจรของเลือด ทำให้เลือดไม่ผ่านการแลกเปลี่ยนก๊าซ (shunt effect) นั่นคือเลือดที่มีออกซิเจนต่ำที่ไหลผ่านมานั้นรับออกซิเจนเข้าไปได้น้อยกว่าปกติ คาร์บอนไดออกไซด์ก็ขับออกได้น้อยกว่าปกติ ทำให้เลือดที่ผ่านถุงลมบริเวณนี้มีออกซิเจนน้อยลง และคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มมากขึ้น¹⁶

การอักเสบของหลอดลมอักเสบเรื้อรังจะดำเนินมากขึ้นจนเกิดหลอดลมอักเสบอุดกั้นเรื้อรัง การตรวจสมรรถภาพการทำงานของปอดด้วยสไปโรเมทรี (spirometry) จะพบการอุดกั้นของหลอดลมในผู้ป่วยที่มีหลอดลมอักเสบอุดกั้นเรื้อรัง อย่างไรก็ตามผู้ป่วยหลอดลมอักเสบเรื้อรังและผู้ป่วยหลอดลมอักเสบอุดกั้นเรื้อรังจะแยกออกจากกัน จึงเรียกรวมกันว่าเป็นโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง¹¹

2. ถุงลมโป่งพอง (emphysema) คือการทำลายเนื้อปอดที่นำไปสู่การสูญเสียถุงลม และความยืดหยุ่น โดยปกติผนังกันของถุงลม (alveolar septum) ประกอบไปด้วยเส้นใยยืดหยุ่น (elastic fiber) ที่เป็นตัวกำหนดความยืดหยุ่นของถุงลม และมีหลอดเลือดฝอย (pulmonary capillary) ที่นำเลือดมาแลกเปลี่ยนก๊าซ หลอดเลือดฝอยเหล่านี้จะอยู่ในผนังกันถุงลม เมื่อมีการทำลายผนังกันถุงลมหรือผนังของถุงลม ผลที่เกิดขึ้นคือ

2.1 เกิดการรวมตัวกันของถุงลมใกล้เคียง เป็นถุงลมขยายใหญ่ขึ้น และอาจพัฒนาเป็น blebs หรือ bullae

ในที่สุด³ ทำให้อากาศที่เข้าไปยังถุงลมใหญ่ ถูกแลกเปลี่ยนไปไม่หมด เนื่องจากเส้นเลือดฝอยปอดที่มาเลี้ยงถุงลมมีสัดส่วนน้อยลงเมื่อเทียบกับขนาดของถุงลม อากาศในถุงลมยังคงมีปริมาตรเท่าเดิม แต่มีการไหลเวียนโลหิต (perfusion) ลดลงเรียกบริเวณนี้ว่า high $\dot{V}/\dot{Q}$ ratio หรือ dead space-like effect หรือ dead space ventilation คืออากาศที่เข้าไปในถุงลมส่วนใหญ่เป็นอากาศที่ไม่ได้มีการแลกเปลี่ยนก๊าซ

2.2 เมื่อมีการทำลายผนังกันของถุงลม และหลอดเลือดฝอยปอดที่อยู่ข้างใน ถือว่าเป็นการทำลาย ความสามารถในการแพร่กระจาย (diffusion) ของ alveolar - capillary membrane ทำให้พื้นที่ผิวของการแลกเปลี่ยนก๊าซลดลง

2.3 เนื่องจากในถุงลมมีผนังกันที่มีความยืดหยุ่น (septum elastic fiber) อยู่ด้วย ทำให้เมื่อถูกทำลายจึงทำให้การคืนตัวของปอดช่วงหายใจออกทำได้น้อยลง

2.4 ผนังกันของถุงลมยังมีหน้าที่ดึงให้ถุงลมและหลอดลมที่อยู่ด้านในที่ไกลจากโพรงเยื่อหุ้มปอด (pleural cavity) ให้ขยายช่วงหายใจเข้า เรียกแรงนี้ว่า radial traction หรือ alveolar dependence force ดังนั้นเมื่อผนังกันของถุงลมถูกทำลาย แรงดังกล่าวก็จะมีค่าลดลง

- **การจำกัดการไหลของอากาศ⁸** เป็นลักษณะทางพยาธิสรีรวิทยาที่สำคัญของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง คือ มีข้อจำกัดของการไหลเวียนอากาศที่เกิดจากการตีบของทางเดินหายใจ และ/หรือการอุดตันที่เกิดจากการสูญเสียการหดตัวและความยืดหยุ่น หรือทั้งสองอย่าง โดยการตีบตันและการอุดตันของทางเดินหายใจ เกิดจากการกระตุ้นการสร้างเมือกเมื่อมีการอักเสบ¹⁶, อาการบวมของน้ำเยื่อเมือก, หลอดลมหดเกร็ง, พังผืดในแขนงปอดและการเปลี่ยนแปลงของทางเดินหายใจขนาดเล็ก หรือการรวมกันของกลไกเหล่านี้ รวมถึงผนังถุงลมถูกทำลายทำให้เกิดการปิดของทางเดินหายใจ

- ช่องว่างถุงลมที่ขยายใหญ่ขึ้น บางครั้งรวมกันเป็น bullae ซึ่งหมายถึงเส้นผ่านศูนย์กลาง ≥ 1 ซม. bullae อาจว่างเปล่าทั้งหมดหรือมีเส้นของเนื้อเยื่อปอดที่พาดผ่านในพื้นที่ของถุงลมโป่งพองที่รุนแรง สิ่งเหล่านี้นำไปสู่การสูญเสียความยืดหยุ่นและความดันก๊าซภายในปอด

- การอุดกั้นของหลอดเลือดจะเพิ่มความต้านทานของทางเดินหายใจ ทำให้เกิดการหายใจที่ถี่ขึ้น แรงขึ้นแต่ไม่มีประสิทธิภาพ เมื่อโรคลุกลามมากจะนำไปสู่ภาวะขาดออกซิเจน (hypoxia) และภาวะคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดสูง (hypercapnia)

โดยสรุปพบว่ากลไกหลักๆ ที่เกิดในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง คือภาวะอุดกั้นของหลอดเลือดและความผิดปกติของผนังถุงลม ทำให้เกิดการระบายก๊าซและการไหลเวียนเลือดผิดปกติ ($\dot{V}/\dot{Q}$ mismatch) ซึ่งมีทั้ง high และ low $\dot{V}/\dot{Q}$ ratio

ภาวะแทรกซ้อนของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง^{12, 17}

ภาวะแทรกซ้อนของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังมีหลายภาวะ เช่น ความดันโลหิตสูงในปอด การติดเชื้อระบบทางเดินหายใจ และน้ำหนักตัวลด เป็นต้น¹¹ ในบทความนี้จะกล่าวถึงภาวะแทรกซ้อนข้างต้น 3 ภาวะ ซึ่งเป็นที่พบบ่อย

1. ความดันโลหิตของหลอดเลือดปอดสูง ภาวะขาดออกซิเจนเรื้อรังเป็นสาเหตุสำคัญของความดันโลหิตสูงในหลอดเลือดปอด การเพิ่มขึ้นของความดันหลอดเลือดในปอด อาจเพิ่มขึ้นจากการทำลายเส้นเลือดฝอยในปอดเนื่องจากการถูกทำลายของถุงลม ความดันโลหิตสูงในปอดเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังเสียชีวิตมากขึ้น

2. การติดเชื้อระบบทางเดินหายใจ การติดเชื้อไวรัสหรือแบคทีเรียในทางเดินหายใจ เป็นเรื่องที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ทำให้เกิดโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบเฉียบพลัน การติดเชื้อทางเดินหายใจทำให้เกิดการทำลายปอดโดยแบคทีเรีย ประมาณร้อยละ 30 ของผู้ป่วยปอดอุดกั้นเรื้อรังจะมีเชื้อ *Haemophilus influenza* ซึ่งพบบ่อยในทางเดินหายใจส่วนล่าง ในผู้ป่วยที่เคยได้รับการรักษาในโรงพยาบาลอาจพบ *Pseudomonas aeruginosa* หรือแบคทีเรียแกรมลบอื่นๆ ร่วมด้วย จึงมีแนวโน้มที่จะติดเชื้อ ซึ่งการติดเชื้อกลุ่มนี้เป็นการเพิ่มการอักเสบที่เร่งการลุกลามของโรค

3. ภาวะน้ำหนักลด น้ำหนักลดอาจเกิดได้จากการได้รับพลังงานไม่เพียงพอ และมีการเพิ่มขึ้นของไซโตไคน์ เช่น $\text{TNF-}\alpha$, $\text{IL-1}\beta$, IL-6 ¹³ ภาวะน้ำหนักลดนี้อาจเกิดจากความ

ไม่สมดุลกันระหว่างการใช้พลังงานและการบริโภค เนื่องจากมีการใช้พลังงานสูงในช่วงมีการอักเสบเกิดขึ้น มีไซโตไคน์มากขึ้น ภาวะขาดออกซิเจนในเลือดสูง ความผิดปกติอื่นๆ ที่อยู่ร่วมกันส่งผลเสียต่อคุณภาพชีวิต และอาจเกิดภาวะอื่นๆ เช่น โรคกระดูกพรุน ภาวะซึมเศร้า ความวิตกกังวล โรคหลอดเลือดหัวใจ มะเร็งปอดและมะเร็งอื่นๆ กล้ามเนื้อลีบและกรดไหลย้อน เป็นต้น

การวินิจฉัยโรค^{14,18}

อาการ อาจไม่พบอาการในระยะแรก ส่วนใหญ่ผู้ป่วยจะมีอาการเมื่อพยาธิสภาพลุกลามไประดับหนึ่งแล้ว อาการหลักคือ ไอมีเสมหะหรืออาการหายใจเหนื่อยที่ค่อยๆ เป็นมากขึ้นเรื่อยๆ และ/หรือไอเรื้อรังมีเสมหะโดยเฉพาะในช่วงเช้า อาการอื่นที่พบได้ คือแน่นหน้าอกหรือหายใจมีเสียงหวีด โดยทั่วไปผู้ป่วยมักมีประวัติการสัมผัสกับมลภาวะทางอากาศ หรือมีประวัติสูบบุหรี่ต่อเนื่องเป็นเวลานาน ในกรณีที่มีอาการอื่นๆ เช่น ไอมีเลือดหรือเจ็บหน้าอก จะต้องหาโรคร่วมหรือการวินิจฉัยอื่นเสมอที่สำคัญ คือวัณโรค มะเร็งปอด และหลอดลมพอง (bronchiectasis)

ภาวะอาการกำเริบ (exacerbation) หมายถึงผู้ป่วยมีอาการไอมากขึ้น มีเสมหะเพิ่ม เสมหะเปลี่ยนสี และมีอาการเหนื่อยมากขึ้น โดยส่วนใหญ่ต้องได้รับการรักษาด้วยการใช้ยาขยายหลอดลม ยา steroids ผู้ป่วยที่มีอาการรุนแรงจำเป็นต้องได้รับการรักษาในห้องฉุกเฉิน หรือรับไว้ในโรงพยาบาล

อาการแสดง เมื่อการอุดกั้นของหลอดเลือดมากขึ้น อาจตรวจพบลักษณะของข้อจำกัดการไหลเวียนของอากาศ (airflow limitation) และลมค้างในปอด (air trapping) เช่น ระยะเวลาหายใจออกนานขึ้น (prolonged expiratory phase) เส้นผ่าศูนย์กลางหน้าอกในแนวหน้า-หลังเพิ่มมากขึ้น (increased chest A-P diameter) เสียงเคาะปอดโปร่ง (hyper resonance on percussion) อาจพบเสียงลดลงหรือฟังได้เสียงหวีด (wheeze) ฯลฯ

การตรวจสมรรถภาพปอดสไปโรเมตรี

ใช้ในการวินิจฉัยโรคหลอดลม นอกจากประวัติอาการ ไอ เสมหะ หายใจหอบเหนื่อยเรื้อรังและมีประวัติสัมผัสกับ

ปัจจัยเสี่ยงแล้ว การตรวจวัดสมรรถภาพปอดจะช่วยยืนยันการวินิจฉัย และบ่งบอกระดับความรุนแรง

ผู้ป่วยจะเป่า 3 ครั้ง ก่อนและหลังพ่นยา โดยเลือกครั้งที่ดีที่สุดเปรียบเทียบกัน จะพบการอุดกั้นของหลอดลม โดยค่า Forced Expiratory Flow in 1 second (FEV₁) จะลดลง และนำค่า FEV₁ และค่า Forced Vital Capacity (FVC) มาคำนวณเป็นสัดส่วน FEV₁/FVC จะน้อยกว่า 0.7 ซึ่งบ่งชี้การอุดกั้นหลอดลม หลังการพ่นยาขยายหลอดลมถ้าค่า FEV₁ เพิ่มขึ้นไม่ถึงร้อยละ 12 หรือ 200 มิลลิลิตร แสดงว่าไม่มีการขยายของหลอดลม ตามปกติถ้าเป็นโรคหลอดลมแล้ว หลังการพ่นยาขยายหลอดลมก็จะเป่าได้มากขึ้น

การตรวจภาพรังสีทรวงอก

การตรวจภาพรังสีทรวงอกช่วยในการแยกโรคออกจากโรคอื่นๆ หรือภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้นในผู้ป่วยโรคนี้ได้ ในระยะท้ายของโรคอาจตรวจพบลักษณะของหัวใจด้านขวาล้มเหลว เช่น ขาบวม ตับโต หัวใจข้างขวาโต เขียว เป็นต้น

การรักษาพยาบาล มีเป้าหมาย คือ¹⁹

1. ป้องกันหรือชะลอการดำเนินโรค
2. บรรเทาอาการ โดยเฉพาะอาการหอบเหนื่อย
3. เพื่อเพิ่มความสามารถในการทำกิจกรรม
4. ทำให้คุณภาพชีวิตดีขึ้น
5. ป้องกันและรักษาภาวะแทรกซ้อน
6. ป้องกันและรักษาภาวะอาการกำเริบ
7. ลดอัตราการเสียชีวิต

แผนการดูแลรักษา¹² เพื่อคงสภาพร่างกายให้ดี และลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้นประกอบด้วยหลัก 4 ประการคือ

1. หยุดสูบบุหรี่
2. การเลี่ยงปัจจัยเสี่ยง
3. การรักษาโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง
4. การประเมินและติดตามโรค
5. การรักษาภาวะกำเริบเฉียบพลันของโรค (acute exacerbation)

แนวทางการรักษาพยาบาล^{13,20}

ขั้นที่ 1 การประเมินผู้ป่วยเพื่อจัดกลุ่มในการรักษา ใช้หลายปัจจัยร่วมกัน โดยถือเอาความรุนแรงสูงสุดเป็นหลักในการจัดกลุ่ม ได้แก่

1. อาการหอบเหนื่อย
2. การวัด modified medical research council dyspnea scale (mMRC)

3. การเกิดการกำเริบเฉียบพลันของโรค

4. ผลการตรวจสมรรถภาพปอด

ขั้นที่ 2 แนวทางการรักษาแบบขั้นบันได

ทางการรักษาด้วยยาต้องมีการปรับให้เหมาะสมกับสถานะของผู้ป่วยเป็นระยะ ยาหลักที่ใช้รักษาประกอบด้วย ยาขยายหลอดลม ยาต้านการอักเสบ เช่น สเตียรอยด์ ยาปฏิชีวนะ ยาบรรเทาอาการ เช่น ยาแก้ไอ ยาขับเสมหะ และอื่นๆ ซึ่งต้องให้คำแนะนำควบคู่ไปกับการรักษาในผู้ป่วยทุกรายเพื่อเพิ่มคุณภาพชีวิต ลดการกำเริบ และวางแผนการรักษาร่วมกับผู้ป่วยเสมอ ได้แก่

1. สอนและทบทวนเทคนิคการพ่นยาที่ถูกต้อง
2. ให้ผู้ป่วยรับวัคซีนป้องกันไข้หวัดใหญ่ (influenza vaccine) ปีละ 1 ครั้ง ทุกปี แต่ระยะเวลาที่เหมาะสมคือ เดือนมีนาคม-เมษายน และแนะนำประโยชน์ของการรับวัคซีนป้องกันปอดอักเสบ (pneumococcal vaccine) พิจารณานัดในผู้ป่วยที่อายุมากกว่า 65 ปี หรือผู้ป่วยที่มีค่าของ FEV₁ < ร้อยละ 40 ของค่าอ้างอิง²¹
3. ตรวจสอบการสูบบุหรี่ แนะนำวิธีและให้การสนับสนุนการเลิกสูบบุหรี่
4. การฟื้นฟูสมรรถภาพปอด (pulmonary rehabilitation) ในผู้ป่วยกลุ่มที่มีอาการ
5. ในผู้ป่วยกลุ่มอาการรุนแรง แนะนำให้
 - 5.1 พิจารณาให้ผู้ป่วยใช้ออกซิเจนอย่างน้อยวันละ 15 ชั่วโมง (long term oxygen therapy) ตามข้อบ่งชี้
 - 5.2 แจ้งการพยากรณ์โรค จนถึงวาระสุดท้ายในชีวิตกับผู้ป่วยและญาติ เพื่อวางแผนชีวิตในอนาคต
 - 5.3 ให้การรักษาในแนวทางอื่นๆ

ขั้นที่ 3 การรักษาอื่น ๆ^{6,22}

สำหรับผู้ป่วยบางรายที่ได้รับการรักษาด้วยยาและการฟื้นฟูสมรรถภาพปอดอย่างเต็มที่แล้วยังควบคุมอาการได้ไม่ดี อาจพิจารณาการรักษาอื่น ๆ ที่ไม่ใช่การให้ยา ได้แก่ การรักษาโดยการผ่าตัด และหรือหัตถการพิเศษ ได้แก่

1. Bullectomy อาจพิจารณาในผู้ป่วยที่มี bleb หรือ bullae ขนาดใหญ่ เป็นการผ่าตัดถุงลมใหญ่ออก ในกรณีที่มีปอดบางส่วนโป่งพองเป็นถุงลมใหญ่ (bullae) ถุงลมนั้นจะปกคลุมเนื้อปอดปกติ ทำให้ไม่สามารถทำงานได้²³ การคัดเลือกผู้ป่วยที่เหมาะสม จะทำให้ได้ผลดีโดยจะสามารถลดอาการหายใจเหนื่อยหอบ และเพิ่มการทำหน้าที่ของปอด¹⁶

2. การผ่าตัดเพื่อลดปริมาตรปอด (Lung Volume Reduction Surgery: LVRS) มีประโยชน์เฉพาะในกลุ่มผู้ป่วยที่มีลักษณะถุงลมโป่งพองเด่นที่ปอดกลีบบน (upper-lobe predominant emphysema) และมีความสามารถในการออกกำลังกายในระดับต่ำ เป็นการผ่าตัดโดยการตัดเย็บเนื้อปอด

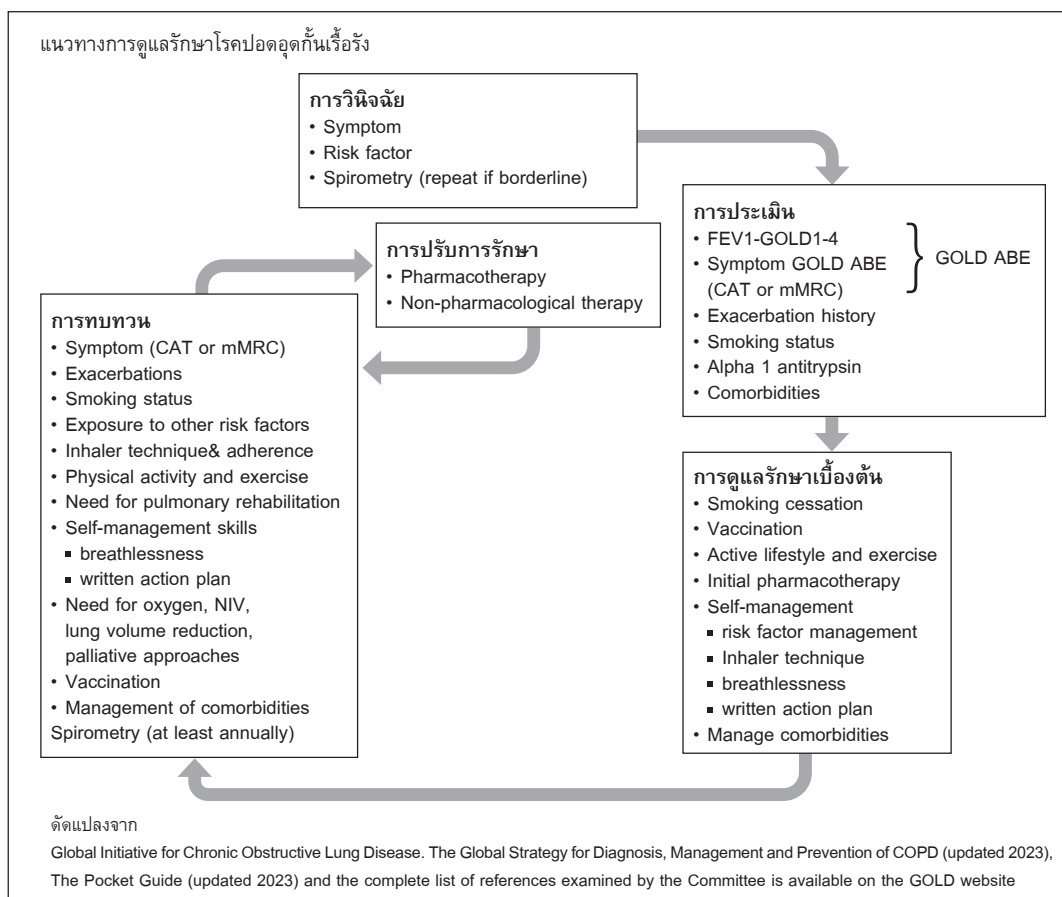
ที่โป่งออกบางส่วนราวร้อยละ 20-30 ของปอดแต่ละข้าง แม้จะมีการศึกษาที่แสดงผลของการรักษาด้วยการผ่าตัดว่าได้ผลดี แต่การผ่าตัดนั้นมีความเสี่ยงจากการผ่าตัด²²

3. การส่องกล้องทำหัตถการเพื่อลดปริมาตรปอด (Bronchoscopic Lung Volume Reduction: BLVR) เช่น การใส่ endotracheal valve, coils, Bronchoscopic Thermal Vapor Ablation (BTVA), Biological Lung Volume Reduction, Airway bypass stents.

4. การผ่าตัดปลูกถ่ายปอด (lung transplantation) การคัดเลือกผู้ป่วยที่เหมาะสมจะทำให้ผู้ป่วยมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นได้ แต่ปัญหาสำคัญที่ยังไม่สามารถทำได้แพร่หลาย คือ การขาดแคลนปอดของผู้บริจาค และโรงพยาบาลที่สามารถทำได้มีจำกัด

อย่างไรก็ตามต้องคำนึงถึงประโยชน์ที่ผู้ป่วยจะได้รับกับความเสี่ยงจากการผ่าตัดหรือทำหัตถการ ดังนั้นจึงควรส่งต่อผู้ป่วยเหล่านี้ไปยังอายุรแพทย์ผู้เชี่ยวชาญโรคระบบการหายใจ เพื่อประเมินการรักษาโดยละเอียดต่อไป

แผนภูมิที่ 1. แนวทางการดูแลรักษาโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง⁶



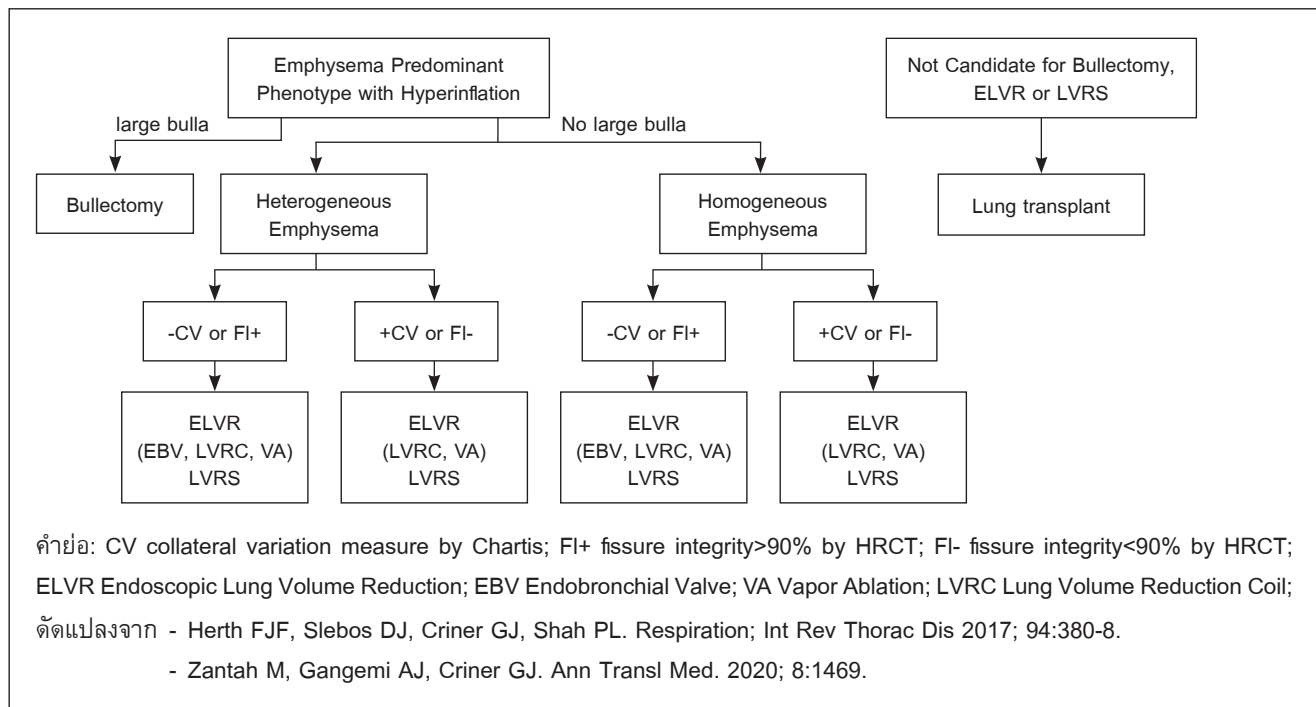
แนวทางการเลือกเทคนิคการทำ BLVR ในผู้ป่วยถุงลมโป่งพอง (expert algorithm)²⁴⁻²⁵

ในปี พ.ศ. 2557 มีคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เป็นฉบับแรกจนถึงปัจจุบันในปี พ.ศ. 2560 มีการเปลี่ยนแปลงคำแนะนำจากหลักฐานของการทำ BLVR ด้วยเทคนิคต่างๆ ที่มีมากขึ้น⁶ เกณฑ์การคัดเลือกผู้ป่วยโรคถุงลมโป่งพอง เข้ารับการรักษาดังวิธี BLVR จะต้องได้รับการปรับการรักษาด้วยยาอย่างเต็มที่ รวมทั้งการรักษาแบบไม่ใช้ยาตามคำแนะนำของ GOLD หรือคำแนะนำระดับชาติของแต่ละประเทศ ในการประเมินผู้ป่วยจำเป็นต้องมีหลักฐานของการเกิด hyperinflation จากการตรวจสมรรถภาพปอด และทดสอบการทำงานของปอด (body plethysmography) รวมถึงการประเมินภาพทางรังสีวินิจฉัยโดยใช้เอกซเรย์

คอมพิวเตอร์ปอด เพื่อมองหาโรคร่วมอื่นที่อาจมีผลต่อการทำ BLVR²⁶

การประเมินผู้ป่วยจำเป็นต้องใช้แพทย์ผู้เชี่ยวชาญ และบุคลากรทางการแพทย์หลายสาขา (multidisciplinary team) ได้แก่ รังสีแพทย์ อายุรแพทย์โรคปอด ศัลยแพทย์ทรวงอก และอายุรแพทย์โรคปอดที่เชี่ยวชาญด้านการส่องกล้อง และการทำหัตถการในหลอดลมและทรวงอก (interventional pulmonologist) รวมทั้งผู้ป่วยทุกรายควรได้รับการประเมินทางเลือกในการปลูกถ่ายอวัยวะเปลี่ยนปอด (lung transplantation) โดยการทำให้ BLVR อาจเป็นหนึ่งในทางเลือกสำหรับผู้ป่วยเพื่อรอปลูกถ่ายอวัยวะ สำหรับแนวทางการเลือกเทคนิคการทำ BLVR ในผู้ป่วยโรคถุงลมโป่งพองตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญมีรายละเอียด ดังแผนภูมิที่ 2

แผนภูมิที่ 2. แนวทางการผ่าตัดและส่องกล้องเพื่อการรักษาถุงลมโป่งพอง²⁴⁻²⁵



โดยสรุปแล้วเทคนิคการทำ BLVR มีหลากหลายวิธี และแต่ละเทคนิคมีหลักการที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งทำให้การคัดเลือกผู้ป่วย emphysema เพื่อมารับการรักษาด้วย

เทคนิคต่างๆ เหล่านี้จึงมีความจำเป็นต้องเลือกได้อย่างเหมาะสม เพื่อก่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด² และควรคำนึงถึงภาวะแทรกซ้อนที่ไม่มากจนเกินไป

การส่องกล้องพ่นไอน้ำเพื่อลดปริมาตรปอด (Bronchoscopic Thermal Vapor Ablation, BTVA)²⁶

เทคนิคการลดปริมาตรปอดด้วยการพ่นไอน้ำในหลอดลม (BTVA) เป็นวิธีการที่ใหม่ และเป็นหนึ่งในแนวทาง การรักษาของ Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD)²⁷ โดยเป็นตัวเลือกรักษาสำหรับผู้ป่วยที่มีถุงลมโป่งพองอย่างรุนแรง เทคนิคการลดปริมาตรปอดด้วยการส่องกล้อง (ELVR) มีเป้าหมายเพื่อลดปริมาตรปอดโดยใช้เครื่องผลิตไอน้ำร้อนต่อเข้ากับปลายสายพ่น แล้วพ่นไอน้ำไปยังส่วนของปอด เป้าหมายเพื่อให้มีการอักเสบ นำไปสู่การหดตัวของปอดในกลีบที่เสียหาย ทำให้ลดปริมาตรถุงลมโป่งพองที่เป็นโรคและทำให้เพิ่มปริมาตรปอดส่วนที่ดี ช่วยในการลดความรุนแรงของโรค สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของปอด นำไปสู่การหายใจที่ดีขึ้น มีผลให้เพิ่มความทนทานต่อการออกกำลังกาย ส่งเสริมให้เกิดคุณภาพชีวิตในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โดยเฉพาะที่มีถุงลมโป่งพองส่วนบน และลดอัตราการเสียชีวิตได้²⁸

การศึกษาในสัตว์ทดลองพบว่า BTVA สามารถทำให้ปริมาตรปอดของสัตว์ทดลองลดลงได้ ณ ตำแหน่งที่ทำหัตถการ และผลทางพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อปอดพบว่าการเกิดพังผืดแต่ไม่พบความผิดปกติที่ตำแหน่งอื่นที่ไม่ได้รับไอน้ำ²⁹ จากการศึกษาของ Gompelmann และคณะ²⁷ พบว่าการทำให้เกิดการอักเสบโดยใช้ไอน้ำร้อนมีผลต่อการลดปริมาตรปอด³⁰ ปี พ.ศ. 2552 Snell และคณะ³¹ เป็นกลุ่มแรกที่รายงานผลการรักษาที่ทำกับผู้ป่วยที่มีถุงลมโป่งพองกลีบบน พบว่าสามารถลดปริมาตรปอดได้ ต่อมามีการศึกษา STEP-UP (Sequential Segmental Treatment of Emphysema with Upper Lobe Predominance)³² เป็นการศึกษาแบบสุ่ม มีกลุ่มเปรียบเทียบโดยได้ทำการศึกษาในผู้ป่วยที่มีถุงลมโป่งพองกลีบบน พบว่ากลุ่มที่ได้ BTVA มีสมรรถภาพปอดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมโดยกลุ่ม BTVA มี FEV₁ ที่ดีขึ้นร้อยละ 14.7 (p < 0.0001), คะแนน SGRQ ลดลง -9.7 แต้ม (p = 0.0021) ปริมาตรความจุปอดลดลง 303 มิลลิลิตร เมื่อเทียบกับกลุ่ม

ควบคุม ติดตามต่อเนื่องเป็นเวลา 12 เดือน สมรรถภาพปอดและคุณภาพชีวิตดีขึ้น โดยกลุ่ม BTVA มีค่า FEV₁ ดีขึ้นร้อยละ 12.8 (p = 0.0039) และค่าคะแนน SGRQ ลดลง 12.1 แต้ม (p = 0.0021) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม³³⁻³⁴ ส่วนภาวะแทรกซ้อนหลังการทำ BTVA ที่พบมากที่สุดได้แก่การกำเริบของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง และปอดอักเสบจากการติดเชื้อและไม่ติดเชื้อ ส่วนภาวะลมรั่วในปอด (pneumothorax) พบได้เพียงเล็กน้อย³⁵

จากการศึกษาพบว่า วิธี BTVA ทำได้ง่ายและสะดวกกว่าการผ่าตัดเพื่อลดปริมาตรปอด³³ มีผลกระทบแบบค่อยเป็นค่อยไป โดยพบโรคปอดอักเสบและการติดเชื้อเป็นผลข้างเคียงที่พบได้ เช่นเดียวกับเทคนิค BLVR อื่นๆ³⁶ โดยประสิทธิภาพของ BTVA ดีไม่แตกต่างจากการรักษาโดยการส่องกล้องแบบอื่น และไม่จำเป็นต้องใช้การประเมิน collateral ventilation รวมทั้งภาวะแทรกซ้อนจากการทำ BTVA ไม่ต่างจากเทคนิคอื่นๆ²⁷ แต่อย่างไรก็ตามการทำ BTVA ยังมีข้อจำกัดคือ แนวทางการรักษาส่วนใหญ่ยังแนะนำให้รักษาเฉพาะปอดกลีบบน เพราะยังมีหลักฐานเฉพาะการรักษาเฉพาะกลีบบนเท่านั้น³⁵⁻³⁸

การประเมินผู้ป่วยก่อนรับการรักษา BTVA³³

ใช้เกณฑ์การคัดเลือกผู้ป่วย emphysema ซึ่งอ้างอิงตามเกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมวิจัยในการศึกษาก่อนหน้านี้²⁷⁻²⁸ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. การประเมินระดับของการอุดกั้นของทางเดินหายใจ ผู้ป่วยมีผลสมรรถภาพปอดที่มีการอุดกั้นของหลอดลมที่รุนแรง (evidence of airway obstruction and lung hyperinflation) ได้แก่ post bronchodilator FEV₁ ร้อยละ 15-50 ของค่ามาตรฐาน และ Total Lung Capacity (TLC) > ร้อยละ 100 ของค่ามาตรฐาน RV > ร้อยละ 175 ของค่ามาตรฐาน

การตรวจสมรรถภาพปอด spirometry มีความจำเป็นในการวินิจฉัยโรค และจัดลำดับความรุนแรง การติดตามการรักษาโดยพบลักษณะของ airflow limitation ค่า FEV₁/FVC หลังให้ยาขยายหลอดลมน้อยกว่าร้อยละ 70

ตารางที่ 1. Spirometric Classification of COPD และ Severity Based on Post-Bronchodilator FEV₁^{14, 38-39}

Stage I	Mild	FEV ₁ > 80 % predicted
Stage II	Moderate	FEV ₁ > 50 - 79 % predicted
Stage III	Severe	FEV ₁ > 30 - 49 % predicted
Stage IV	Very Severe	FEV ₁ < 30 % predicted

2. ความสามารถในการออกกำลังกาย (exercise capacity) โดยการวัด 6 minute walking distance (6 -MWD, meters) ผู้ป่วยมีอาการจากโรคถุงลมโป่งพอง 6 MWD อยู่ระหว่าง 100-500 เมตร ในผู้ป่วยทุกรายที่จะเข้ารับการประเมินการทำ BTVA ควรจะต้องได้รับการเข้าโปรแกรมการออกกำลังกายบำบัดก่อนทุกราย

3. ผู้ป่วยไม่มีภาวะที่อาจมีความเสี่ยงจากการให้ยาระงับความรู้สึก (general anesthesia, sedation) หรือส่องกล้อง bronchoscopy เช่น ภาวะคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดสูงเรื้อรัง (chronic hypercapnia) หรือมีภาวะออกซิเจนในเลือดต่ำ (PaO₂ < 45 มิลลิเมตรปรอท) หรือมีภาวะที่เกี่ยวข้องโรคหัวใจและหลอดเลือด เช่น ความดันโลหิตสูงแดงปอดสูงหรือหลอดเลือดหัวใจตีบที่ยังไม่ได้รับการแก้ไข หรือมีตรวจพบเชื้อในเสมหะ (bacterial colonization)

4. ประเมินความเหนื่อยก่อนและหลังการออกกำลังกาย โดยใช้ Borg scale และ modified medical research council (mMRC) มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ตารางที่ 2. Borg scale และ modified medical research council (mMRC)¹⁹

เกณฑ์การให้คะแนนภาวะหายใจลำบาก	คะแนนที่ได้
รู้สึกหายใจหอบ ขณะออกกำลังกายอย่างหนักเท่านั้น	0
หายใจเหนื่อยหอบเมื่อเดินอย่างเร่งรีบบนพื้นราบ หรือเมื่อเดินขึ้นที่สูง	1
เดินบนพื้นราบได้ช้ากว่าคนอื่นที่อยู่ในวัยเดียวกัน เพราะหายใจหอบหรือต้องหยุดเพื่อหายใจเมื่อเดินตามปกติบนพื้นราบ	2
ต้องหยุดเพื่อหายใจ หลังจากเดินได้ประมาณ 100 เมตร หรือหลังจากเดินได้สักพักบนพื้นราบ	3
หายใจหอบมากขณะปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน	4

5. ประเมินคุณภาพชีวิต (quality of life) โดยใช้ COPD Assessment Test (CAT) และ/หรือ St.George Respiratory Questionnaires (SGRQ)

ตารางที่ 3. COPD Assessment Test (CAT)และ/หรือ St.George Respiratory Questionnaires (SGRQ)^{7,39-40}

ข้าพเจ้าไม่เคยมีอาการไอ	0	1	2	3	4	5	ข้าพเจ้าไอตลอดเวลา
ข้าพเจ้าไม่มีเสมหะเลย	0	1	2	3	4	5	ปอดของข้าพเจ้าเต็มไปด้วยเสมหะ
ข้าพเจ้าไม่รู้สึกแน่นหน้าอกเลย	0	1	2	3	4	5	ข้าพเจ้ารู้สึกแน่นหน้าอกมาก
ข้าพเจ้าเดินขึ้นเนินหรือบันไดหนึ่งขั้นข้าพเจ้ายังคงหายใจได้คล่อง	0	1	2	3	4	5	ข้าพเจ้าเดินขึ้นเนินหรือบันไดหนึ่งขั้นข้าพเจ้ารู้สึกเหนื่อยหอบอย่างมาก
ข้าพเจ้าทำกิจกรรมต่างๆ ที่บ้านโดยไม่จำกัด	0	1	2	3	4	5	ข้าพเจ้าทำกิจกรรมต่างๆ ที่บ้านได้อย่างจำกัดมาก
ข้าพเจ้ามีความมั่นใจที่จะออกไปนอกบ้านทั้งๆ ที่ปอดของข้าพเจ้ามีปัญหา	0	1	2	3	4	5	ข้าพเจ้าไม่มีความมั่นใจที่จะออกไปนอกบ้านเพราะปอดของข้าพเจ้ามีปัญหา
ข้าพเจ้านอนหลับสนิท	0	1	2	3	4	5	ข้าพเจ้านอนหลับไม่สนิทเพราะปอดของข้าพเจ้ามีปัญหา
ข้าพเจ้ารู้สึกกระตือรือร้นอย่างมาก	0	1	2	3	4	5	ข้าพเจ้ารู้สึกอ่อนเพลียและเหนื่อยง่าย

**การประเมินระดับอาการของผู้ป่วย ได้จากการประเมิน CAT หรือ mMRC score โดยแบ่งเป็นระดับรุนแรงน้อยและมาก less symptoms (อาการรุนแรงน้อย) mMRC 0 – 1 or CAT < 10 more symptoms (อาการรุนแรงมาก) mMRC 2 or CAT 10

6. การประณินย้อยอื่นๆ เช่น อาการไอ ปริมาณเสมหะ ความเหนื่อยล้า (fatigue) ภาวะโภชนาการ อัตราการกำเริบของโรค อัตราการนอนโรงพยาบาล หรือค่าใช้จ่ายในการรักษาโรค

ขั้นตอนการส่องกล้องพ่นไอน้ำเพื่อลดปริมาตรปอด^{27,40-41}

ผู้ป่วยที่ได้รับการพิจารณาให้ใช้ BTVA ต้องเป็นผู้ป่วยที่มีถุงลมโป่งพองต่างกันของปอดกลีบบน (heterogeneous upper lobe emphysema) ที่มีอาการแม้ว่าจะได้รับการรักษาทางการแพทย์อย่างเหมาะสม

ก่อนเริ่มขั้นตอนการทำหัตถการจะประเมินคอมพิวเตอร์ปอดด้วยซอฟต์แวร์เพื่อระบุกลีบปอดที่มีถุงลมโป่งพองสูงสุด ปริมาตรและดัชนีความแตกต่างสูงสุดของกลีบปอดที่จะรักษาเทียบกับกลีบปอดที่ไม่ได้รับการรักษา ส่วนขั้นตอนการทำต้องดำเนินงานภายใต้การให้ยานอนหลับอย่างลึกหรือการดมยาสลบ หลังจากนั้นจะดำเนินการส่องกล้องหลอดลมและการวางตำแหน่งของสายสวน BTVA ออกันกลีบปอด เป้าหมายโดยใช้บอลลูนดำเนินการพ่นไอน้ำ ไอน้ำจะถูกพ่นไปตามเวลาที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้ปริมาณไอน้ำตามที่กำหนด ไอน้ำจะทำให้ปอดบริเวณนั้นลดปริมาตรลง หลังจากขั้นตอนนี้ผู้ป่วยควรได้รับการเฝ้าระวังอาการอย่างใกล้ชิดเพื่อติดตามอาการของปฏิกิริยาการอักเสบ และภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งอาจทำให้อาการของผู้ป่วยทรุดลงชั่วคราวได้ ดังนั้นผู้ป่วยที่จะเข้ารับการรักษาควรได้รับการคาดการณ์ว่าจะสามารถทนต่ออาการที่ทรุดลงชั่วคราวหลังการรักษาเหล่านี้ได้

ข้อห้าม : ห้ามใช้ BTVA ในผู้ป่วยที่มีภาวะต่อไปนี้⁴¹⁻⁴²

1. การเจ็บป่วย ได้แก่ มีโรคที่เกี่ยวข้องกับความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน ได้รับยากดภูมิปริมาณสูงมีความผิดปกติของการแข็งตัวของเลือด และโรคหัวใจและหลอดเลือดที่ไม่คงที่ ประวัติโรคหอบหืดรุนแรง หรือการขาด alpha-1 antitrypsin

2. ได้อนุพันธ์ของมอร์ฟินภายใน 4 สัปดาห์ที่ผ่านมา

3. ตั้งครรภ์หรือให้นมบุตร

4. โรคถุงลมโป่งพองมีความแตกต่างกันไม่มากระหว่างกลีบบนและล่าง (อัตราส่วนของเนื้อเยื่อต่ออากาศ < ร้อยละ 11)

5. การติดเชื้อแบคทีเรียหรืออาการที่บ่งชี้ถึงการติดเชื้อที่ยังดำเนินอยู่ เช่น มีไข้ เม็ดเลือดขาวสูง

6. มี bulla ขนาดใหญ่ (ปริมาณมากกว่า 1/3 ของกลีบ) หรือมีการกระจายตัวของ bulla ในกลีบที่ต้องทำการรักษา

7. มีการติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจส่วนล่างหรือมีอาการกำเริบของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังในช่วง 6 สัปดาห์ที่ผ่านมา

ไม่แนะนำการรักษา BTVA ในผู้ป่วยดังต่อไปนี้⁴³

1. ผู้ป่วยอายุน้อยกว่า 40 ปี และผู้มีอายุมากกว่า 75 ปี

2. $FEV_1 < \text{ร้อยละ } 20$

3. Diffusing capacity for carbon monoxide, DLCO < ร้อยละ 20

4. ดัชนีมวลกาย (BMI) < 18 กก./ตร.ม. หรือ > 32 กก./ตร.ม.

5. $RV \leq \text{ร้อยละ } 150$

6. มีประวัติการปลูกถ่ายหัวใจและ/หรือปอด การผ่าตัดลดปริมาตรปอด (LVRS) การผ่าตัดเต้านมหรือทรวงอกด้วยการกำจัดเนื้อเยื่อปอด

7. ผู้ป่วยที่มี endobronchial valve(s) อยู่ขวางในพื้นที่เป้าหมายในการรักษาด้วย inter vapor ผู้ป่วยที่ใส่ขดลวดอุดหลอดลม ผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วยพอลิเมอร์/กาวอุดหลอดลม (endobronchial polymer/glue) ก่อนหน้านี้ การติดเชื้อทางเดินหายใจล่าสุดหรืออาการกำเริบของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังในช่วง 6 สัปดาห์ที่ผ่านมา

8. Unstable COPD อย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปนี้⁴⁴⁻⁴⁵

• เข้ารับการรักษาภายในโรงพยาบาล > 3 ครั้ง เพื่อการรักษาเกี่ยวกับโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่ต้องใช้ยาปฏิชีวนะในช่วง 12 เดือน

- เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลเกี่ยวกับโรคปอดอุดตันเรื้อรังในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา
- การใช้ยาสเตียรอยด์ขนาดสูงทุกวัน
- 9. มีภาวะเลือดออกง่ายหรือใช้ยาละลายลิ่มเลือด
- 10. เดินได้น้อยกว่า 140 เมตร ใน 6 นาที (6MWD) แม้จะได้รับการรักษาทางยาอย่างเหมาะสมแล้ว
- 11. ค่าความดันย่อยของคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือด (partial pressure of carbon dioxide, PaCO₂) มากกว่า 50 mmHg
- 12. มีอาการของ bronchiectasis ที่เด่นชัด
- 13. มีลมรั่วในปอดหรือมีน้ำในเยื่อหุ้มปอดปริมาณมาก ใน 6 เดือนที่ผ่านมา
- 14. ประวัติอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปนี้
 - กล้ามเนื้อหัวใจตาย หรือโรคหลอดเลือดหัวใจเฉียบพลัน ในปีที่ผ่านมา
 - การรักษาในโรงพยาบาลเนื่องจากหัวใจห้องล่างซ้ายล้มเหลว ในปีที่ผ่านมา
 - แพทย์ที่มีความจำเป็นในการส่งกลองหลอดลม

วิธีการส่งกลองพ่นไอน้ำเพื่อลดปริมาตรปอด²⁸

ระบบ BTVA ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน คือ

1. โปรแกรม Inter Vapor Personalized Procedure (IP3) เป็นโปรแกรมแผนการรักษาเฉพาะบุคคล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ความหนาแน่น ความรุนแรงของโรคที่ได้จากเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ปอดและให้รายละเอียดเกี่ยวกับส่วนที่เป็นโรครวมถึงให้ทางเลือกในการใช้ปริมาณไอน้ำเพื่อการรักษาในถุงลมโป่งพองเป้าหมาย
2. Inter vapor generator เป็นเครื่องกำเนิดระบบไอน้ำที่ควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างและส่งไอน้ำในปริมาณที่แม่นยำ ผ่านทางสายสวนสู่ทางเดินหายใจ เป้าหมายตามแผนการรักษาของแพทย์ที่ได้จากโปรแกรมของ IP3 โดยการส่งไอน้ำไปยังผู้ป่วยจะถูกกระตุ้นโดยแพทย์หรือผู้ควบคุม และจะสิ้นสุดการรักษาโดยอัตโนมัติหลังจากเวลาการรักษาที่ป้อนเสร็จสิ้น

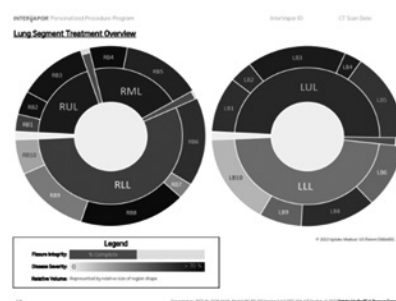
3. สายสวน inter vapor เป็นอุปกรณ์แบบใช้ครั้งเดียวที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ใช้ในการส่งไอน้ำจาก inter vapor generator ผ่านกลองส่งหลอดลมไปยังปอดส่วนที่ต้องการรักษา ได้รับการออกแบบมาสำหรับกลองส่งหลอดลมที่มีขนาดช่องใส่อุปกรณ์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.8 มิลลิเมตรขึ้นไป ที่ส่วนต้นของสายสวนมีจุกสำหรับต่อกระบอกฉีดขนาด 1 มิลลิลิตร เพื่อขยายบอลูน ซึ่งส่วนต้นนี้จะต่อกับเครื่องกำเนิด ส่วนของบรรจุภัณฑ์สายสวนมาพร้อมกับชุดล้าง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำ BTVA

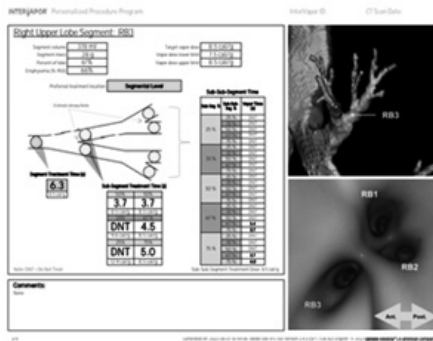
1. โปรแกรมการรักษาเฉพาะบุคคล (Inter Vapor Personalized Procedure Program: IP3) (รูปที่ 1-3)
2. เครื่องกำเนิดระบบไอน้ำ (inter vapor generator) (รูปที่ 4)
3. สายสวน (inter vapor catheter) (รูปที่ 5)
4. ถุงระบายน้ำ (drain bag) (รูปที่ 6)



รูปที่ 1.



รูปที่ 2.



รูปที่ 3.



รูปที่ 6.



รูปที่ 4.

อุปกรณ์เสริมที่จำเป็น ได้แก่

1. น้ำปราศจากเชื้อจำนวน 1,000 มิลลิลิตร (sterile water 1,000 ml.) (รูปที่ 7)
2. สายให้สารละลายแบบมีหัวล็อก (intravenous set with luer lock) (รูปที่ 8)
3. กระบอกฉีดยา ขนาด 60 มิลลิลิตร (sterile syringe 60 ml.) (รูปที่ 9)
4. กระบอกฉีดยา ขนาด 1 มิลลิลิตร (sterile syringe 1 ml.) (รูปที่ 10)
5. สารหล่อลื่น: xylocaine gel หรือ lubricate gel (รูปที่ 11)



รูปที่ 5.



รูปที่ 7.



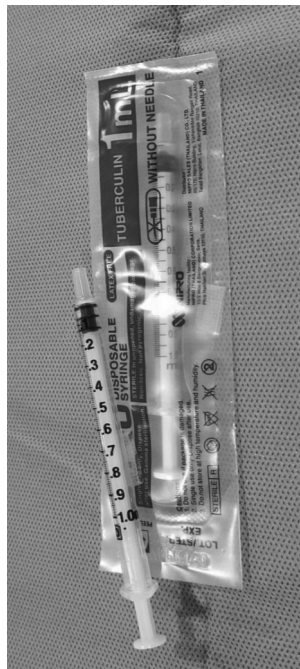
รูปที่ 8.



รูปที่ 11.



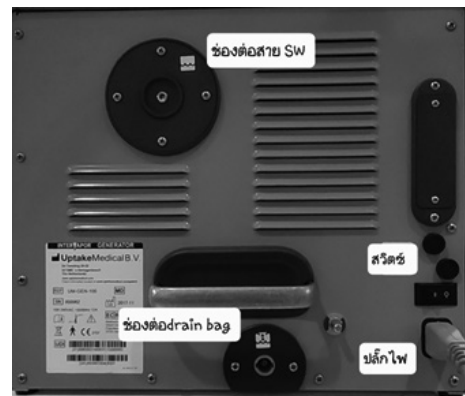
รูปที่ 9.



รูปที่ 10.

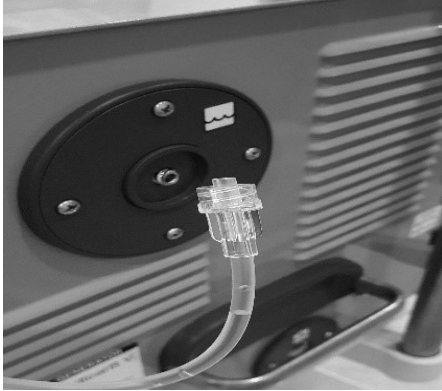
การเตรียมเครื่องกำเนิด (inter vapor generator)

1. เสียบปลั๊กไฟให้ความระมัดระวังในเรื่องการหลุดของปลั๊ก และไฟฟ้าดับเนื่องจากเครื่องกำเนิดไม่มีแบตเตอรี่หรือเครื่องสำรองไฟฟ้า



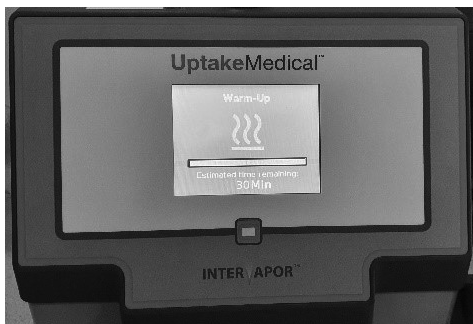
รูปที่ 12. แสดงด้านหลังของเครื่องกำเนิด (inter vapor generator)

2. ต่อถุงระบายน้ำ (inter vapor drain bag) ถุงใหม่ เข้าที่ช่องทางด้านหลังของเครื่องโดยการกดข้อต่อสายจนสุด แล้วหมุนตามเข็มนาฬิกา 1/8 รอบและต่อสายให้สารละลาย (intravenous set) เข้ากับ sterile water bag 1,000 มิลลิลิตร จากนั้นต่อเข้าช่องด้านหลังของเครื่องกำเนิด



รูปที่ 13. แสดงจุดต่อสาย sterile water bag 1,000 มิลลิลิตร ที่ช่องด้านหลังของเครื่องกำเนิด

3. เปิดสวิตช์ที่อยู่ด้านหลังเครื่อง
4. เครื่องจะระบายน้ำที่เหลือค้างในเครื่องลงถังระบายน้ำไบโใหม่ จากนั้นจะดูด sterile water เข้าเครื่องเองโดยอัตโนมัติประมาณ 1,000 มิลลิลิตร และทำการต้มน้ำใช้เวลาประมาณ 30 นาที



รูปที่ 14. แสดงภาพการต้มน้ำใช้เวลาประมาณ 30 นาที ของเครื่องกำเนิด (inter vapor generator)

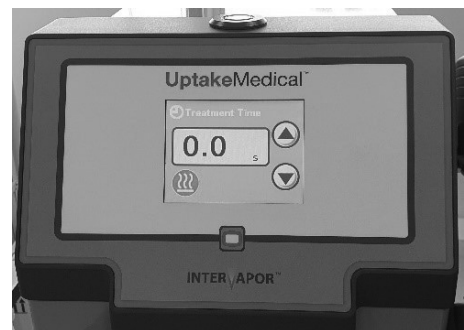
5. เมื่อครบเวลาและได้อุ่นหภูมิพร้อมใช้ หน้าจอเครื่องกำเนิดจะแสดงโหมดพร้อมทำงานเพื่อให้ทำการทดสอบต่อไป



รูปที่ 15. แสดงภาพหน้าจอเครื่องกำเนิดแสดงโหมดพร้อมทำงาน

การทดสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องกำเนิด (inter vapor generator priming)

1. หลังจากเครื่องพร้อม หน้าจอเครื่องจะแสดงโหมดพร้อมทำงานให้ทำการกดปุ่ม Treatment และตั้งเวลาการรักษาไว้ที่ 10 วินาที บนหน้าจอเครื่อง



รูปที่ 16. แสดงภาพหน้าจอพร้อมให้ตั้งเวลาการรักษา

2. กดปุ่ม "Set" บนตัวจับ (สัญลักษณ์ลูกศรและปุ่มสี่เหลี่ยม)



รูปที่ 17. แสดงภาพกดปุ่ม "set" บนตัวจับ

3. หันด้ามจับคว่ำลง และกดให้ต่ำ เพื่อป้องกันอันตรายจากการพ่นของไอน้ำร้อน

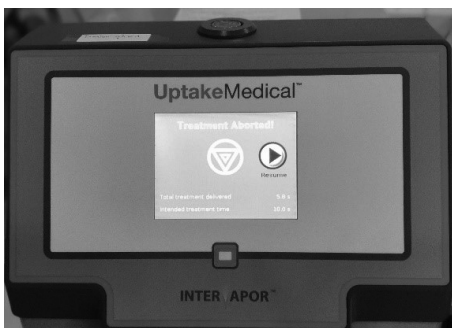
4. ทดสอบการปล่อยไอน้ำออกจากเครื่องโดยการกดปุ่ม “vapor” บนด้ามจับ (สัญลักษณ์รูปไอน้ำสีเขียว)



รูปที่ 18. แสดงภาพปุ่ม “vapor” บนด้ามจับ

****ข้อสำคัญ1.** โหมดการตั้งค่าจะได้รับการยืนยันด้วยโทนเสียง และตัวบ่งชี้การตั้งค่าบนหน้าจอแสดงผล เครื่องใช้เวลา 10 วินาที หากไม่กดปุ่ม vapor บนด้ามจับ (สัญลักษณ์รูปไอน้ำสีเขียว) ภายในเวลา 10 วินาที เครื่องจะตัดกลับออกไปสู่หน้าจอของโหมดพร้อมทำงาน

2. การพ่นไอน้ำจะหยุดโดยอัตโนมัติ เมื่อเวลานับถอยหลังจนถึง 0.0 แต่สามารถยกเลิกการพ่นไอน้ำด้วยตนเองได้โดยการกดปุ่ม vapor อีกครั้งระหว่างทำการส่งหน้าจอจะแสดงหน้าจอการรักษาที่ถูกยกเลิก



รูปที่ 19. แสดงภาพหน้าจอการรักษาที่ถูกยกเลิก

5. จากนั้นกดปุ่ม Resume บนหน้าจอเพื่อดำเนินการต่อ

การ stand by เครื่องกำเนิด

ก่อนทำการรักษาเพื่อให้เกิดความพร้อมอาจต้องใช้เวลาในการทบทวนข้อมูลและเตรียมผู้ป่วย จึงควร stand by เครื่องเพื่อไม่ให้ต้องรักษาฉุกเฉินน้ำตลอดเวลา การรักษาฉุกเฉินน้ำตลอดเวลา อาจทำให้เครื่อง error ได้ การ stand by ทำได้โดยการกดปุ่ม Stand By บนหน้าจอหลัก แล้วกด Yes เพื่อยืนยันคำสั่ง

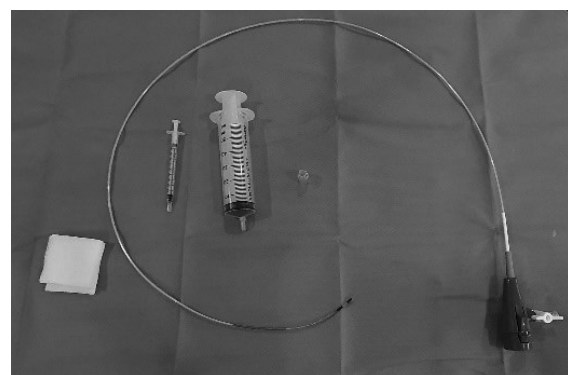
จากนั้นเครื่องจะหยุดการต้มชั่วคราว เมื่อพร้อมจะทำการรักษาให้กดปุ่ม Resume เพื่อกลับเข้าสู่โหมดทำงานตามปกติ ใช้เวลาในการเพิ่มอุณหภูมิน้ำประมาณ 5-30 นาที ขึ้นอยู่กับระยะเวลาของการ standby



รูปที่ 20. แสดงภาพหน้าจอ Stand by

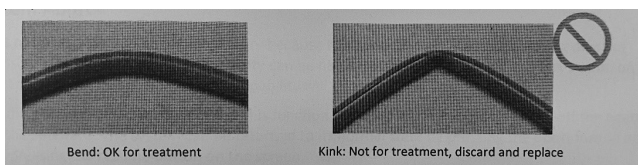
การเตรียมสายสวน (inter vapor catheter)

1. แกะบรรจุภัณฑ์ออกจากห่ออย่างปลอดภัยเขาวางลงบนโต๊ะที่ปูด้วยผ้าปราศจากเชื้อ



รูปที่ 21. แสดงภาพอุปกรณ์ในการเตรียมทดสอบสายสวน

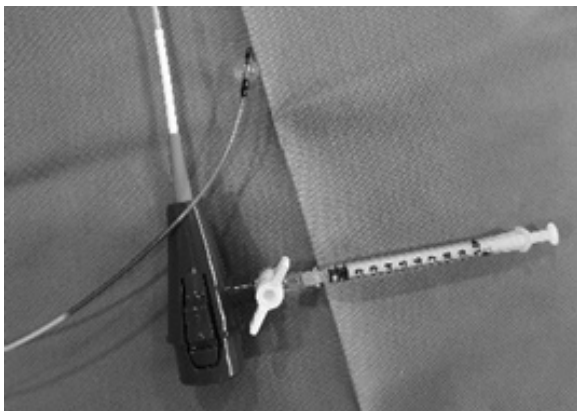
2. สวมถุงมือปราศจากเชื้อ เพื่อตรวจสอบการหักพังของสาย ถ้าพบการหักพังขอห้ามใช้เด็ดขาด



รูปที่ 22. แสดงภาพการงอ และการหักพังของสายสวน⁴⁰

การทดสอบการฉีดในสายสวน (inter vapor catheter priming)

1. ต่อกระบอกฉีดยาขนาด 1 มิลลิลิตร เข้ากับจุกบน T-way ที่ติดมากับสายสวนจากนั้นหมุน T-way ไปที่ตำแหน่งเปิดแล้วขยายบอลลูนที่อยู่ส่วนปลายของสายสวน โดยการดันอากาศประมาณ 0.7 มิลลิลิตร ด้วยกระบอกฉีดยาแล้วหมุน T-way ไปทางด้านปิดเพื่อป้องกันบอลลูนยุบ



รูปที่ 23. แสดงภาพการทดสอบขยายบอลลูนที่อยู่ส่วนปลายของสายสวน

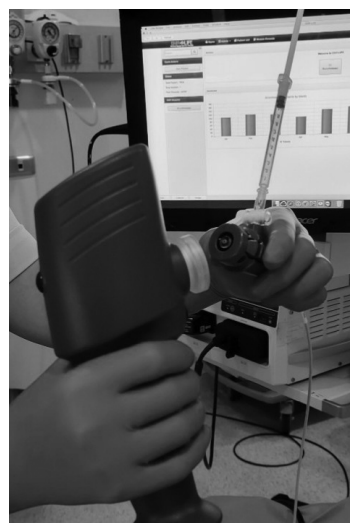
2. ตรวจสอบการพองตัวของบอลลูน ซึ่งควรขยายเต็มที่เป็นเวลาอย่างน้อย 20 วินาที
3. ทดสอบการฉีดของสายสวนโดยตั้งเวลา Treatment บนหน้าจอของเครื่องเป็นเวลา 5 วินาที
4. ต่อหัวสายสวนเข้ากับหัวต่อด้ามจับเครื่องกำเนิด
5. จับส่วนปลายส่วนสีน้ำเงินของสายสวนอย่างปลอดภัย และจับปลายสายสวนให้คว่ำลง ระวังอันตรายจากการกระเด็นของไอน้ำ กดปุ่ม Set บนด้ามจับ

6. ทดสอบการส่งไอน้ำโดยการกดปุ่ม Vapor ปลดปล่อยให้ตัวจับเวลาการรักษา นับถอยหลังจนถึง 0.0

** เนื่องจากพื้นผิวของสายสวนอาจมีความร้อน เพราะอุณหภูมิสูงเกิน 106°F/41°C ในขณะที่มีการส่งไอน้ำ อาจใช้ก๊อช (Gauze) รองก่อนจับสายสวนได้

7. ตรวจสอบว่าไอน้ำออกจากส่วนปลายสุดของสายสวน และบอลลูนยังคงพองตัวเต็มที่

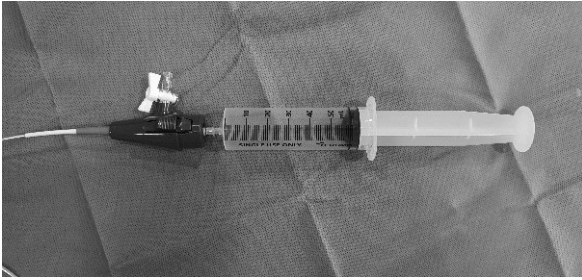
8. หมุน T-way ไปที่ตำแหน่งเปิด และปล่อยลมออกจากบอลลูน ตรวจสอบว่าบอลลูนยุบและบีบอัดสายสวน และดึงสายออกจากด้ามจับ



รูปที่ 24. แสดงภาพบีบอัดสายสวนและดึงสายออกจากด้ามจับ

การล้างสายสวน (inter vapor clearing)

1. หลังการฉีดทุกครั้งควรทำการไล่ไอน้ำในสายสวน โดยนำหลอดฉีดยาขนาด 60 มิลลิลิตร ติดเข้ากับข้อต่อที่มีมาในชุดอุปกรณ์
2. ดึงก้านกระบอกฉีดยา (puncture) ออกจนสุด แล้วต่อเข้ากับหัวสายสวน



รูปที่ 25. แสดงภาพการต่อสายสวนเพื่อทำการใส่ลม เพื่อไล่น้ำออกจากสายสวน

3. ดันกระบอกฉีดยาจนสุด 60 มิลลิลิตร ให้อากาศผ่านสายสวนอย่างรวดเร็ว เพื่อไล่น้ำหรือเสมหะที่ตกค้างในสาย

4. ถอดชุดประกอบออกจากสายสวน และวางชุดล้างบนพื้นที่สะอาด เพื่อใช้ในภายหลัง

ขั้นตอนการส่องกล้องรักษา (inter vapor treatment)

1. ทบทวนแผนการรักษา ตามโปรแกรมการรักษาเฉพาะบุคคล IP3 ของผู้ป่วย

2. เตรียมผู้ป่วยสำหรับการส่องกล้องหลอดลม ตามมาตรฐานของแต่ละโรงพยาบาล: flexible bronchoscope via endotracheal tube หรือ rigid bronchoscope

หมายเหตุ : โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย ใช้ flexible bronchoscope ผ่านทาง endotracheal tube No.8 ขึ้นไป

3. วางกล้องส่องหลอดลมในตำแหน่งของหลอดลม เป้าหมายที่แพทย์เลือกตามแผนการรักษาที่ใช้ IP3 เป็นตัวกำหนด

4. ใส่สายสวนผ่านช่องการทำงานของกล้องส่องหลอดลม ควรลากสั้นๆ ซ้ำๆ เพื่อลดความเสี่ยงของการหักงอของสายสวน หากมีปัญหาในการเลื่อนสายสวนให้ใช้สารหล่อลื่นเช่น xylocaine gel ได้

5. ห้าม ดูดเสมหะ (suction) ในขณะที่สายสวนอยู่ในกล้องส่องหลอดลม เพราะการดูดจะทำให้มีน้ำหรือเสมหะเข้าไปในสายสวน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของไอน้ำที่ฉีด หากจำเป็นต้องดูดให้ถอดสายสวนออกมาก่อน แต่ถ้าหาก

การดูดเกิดขึ้นโดยไม่ได้ตั้งใจให้ถอดสายสวนออก และใส่สิ่งคัดหลั่ง/น้ำด้วยชุดล้าง

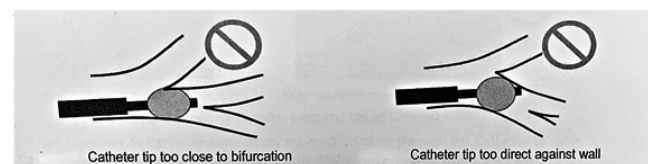
6. ตรวจสอบทางเดินหายใจเป้าหมายสำหรับความเป็นไปได้ในการวางบอลูนของสายสวน หากไม่สามารถเห็นภาพทางเดินหายใจเป้าหมายได้อย่างชัดเจน ควรทำการส่องกล้องตรวจสอบให้ชัดเจนก่อน อาจพิจารณาใช้กล้องส่องหลอดลมที่มีขนาดเล็กตรวจสอบก่อน

**หากตำแหน่งที่ต้องการไม่สามารถทำได้เนื่องจากมีข้อจำกัดทางกายวิภาคของทางเดินหายใจ เช่น แขนงหลอดลมสั้นหรือโค้งงอ ให้พิจารณาทำการรักษาในตำแหน่งการรักษาอื่นที่แนะนำใน IP3

7. จากนั้นยืนยันตำแหน่งและทิศทาง หากเป็นไปได้ควรยืนยันตำแหน่งของปลายสายสวนกับแพทย์อีกท่าน เนื่องจากการส่งไอน้ำไปยังทางเดินหายใจที่ไม่ถูกต้องอาจส่งผลให้ได้ปริมาณไอน้ำที่มากเกินไปหรือไม่เพียงพอ

8. วางส่วนปลายสุดของสายสวนในทางเดินหายใจเป้าหมาย

9. ใช้กระบอกฉีดยาขนาด 1 มิลลิลิตร ใส่ลมเพื่อขยายบอลูน ปรับตำแหน่งบอลูน ตรวจสอบตำแหน่งของปลายสายสวน โดยตำแหน่งปลายสายต้องไม่ใกล้กับทางแยกแขนงหลอดลมเกินไป และไม่วางปลายสายหันไปทางผนังหลอดลมเพราะอาจทำให้ลดการกระจายและทำให้ไอน้ำเข้าไปในทางเดินหายใจเป้าหมายลดลงจากที่คำนวณไว้



รูปที่ 26. แสดงภาพตำแหน่งที่ไม่ควรวางปลายสายสวนและขยายบอลูนในหลอดลม⁴⁰

10. ขยายบอลูนเพิ่มเติมเพื่อให้สัมผัสกับผนังทางเดินหายใจอย่างสมบูรณ์และตรวจสอบด้วยสายตาอย่าให้พองมากเกินไป หมุน T-way ไปทางด้านปิดเพื่อป้องกันบอลูนยุบตัวในระหว่างทำการรักษา

11. เชื่อมต่อขั้วสายสวนเข้ากับด้ามจับของเครื่องกำเนิด

12. การจับสายสวน ควรจับสายสวนด้วยนิ้วชี้และนิ้วหัวแม่มือที่วาล์วทางเข้าของสาย เพื่อรักษาตำแหน่งสายสวนในระหว่างการรักษา และตรวจสอบด้วยสายตาว่าบอลลูนยังคงอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ



รูปที่ 27. แสดงภาพการจับสายสวนตรงตำแหน่งช่องการใส่สายของกล้อง Bronchoscope

13. ตรวจสอบเวลาการรักษาและกดตั้งเวลาที่ถูกต้องบนหน้าจอของเครื่องกำเนิดตามแผนการรักษาที่กำหนดใน IP3

14. กดปุ่ม Set (สัญลักษณ์ปุ่มและลูกศรสี่เหลี่ยม) บนด้ามจับ

15. กดปุ่ม Vapor (สัญลักษณ์ไอน้ำสีเขียว) บนด้ามจับ (ภายในเวลา 10 วินาทีหลังจากกดปุ่ม Set) เพื่อส่งไอน้ำตามเวลาการรักษา

**** ข้อสำคัญ** การนำส่งไอน้ำจะหยุดอัตโนมัติเมื่อการ Treatment จับเวลาถอยหลังถึง 0.0

**** ข้อสำคัญ** หากการรักษาด้วยไอน้ำถูกยกเลิกก่อนกำหนด ไม่ว่าจะด้วยเหตุผลใดก็ตามให้บันทึกเวลาการรักษาที่เกิดขึ้นจริง และ**ไม่รักษาเพิ่มอีก**

16. เมื่อการรักษาด้วยไอน้ำเสร็จสิ้น เครื่องกำเนิดจะทำการพัก 3 นาที เพื่อให้เกิดการระบายความร้อน ปล่อยให้ลมออกจากบอลลูนและถอดสายสวนออกจากด้ามจับของเครื่องกำเนิด



รูปที่ 28. แสดงภาพหน้าจอหลังทำการรักษาด้วยไอน้ำเสร็จสิ้นทำการพัก 3 นาที เพื่อให้เกิดการระบายความร้อนภายในหลอดลมก่อนทำการรักษาต่อ

17. ถอดสายสวนออกจากกล้องส่องหลอดลม ตรวจสอบสายสวนด้วยสายตาว่ามีรอยหักงอหรือไม่ หากพบว่าการหักงอใดๆ ให้ทิ้งสายสวน และอย่านำมาใช้อีก

18. ต่อชุดล้างเข้ากับสายสวน และดันอากาศ 60 มิลลิตร ผ่านสายสวนอย่างรวดเร็ว เพื่อล้างช่องทางที่มีน้ำหรือเสมหะ จากนั้นปลดและวางชุดล้างไว้บนพื้นผิวที่สะอาดเพื่อใช้ในภายหลัง

19. เมื่อครบเวลา 3 นาที เครื่องกำเนิดจะกลับเข้าสู่หน้าจอพร้อมทำงานอีกครั้ง ให้ทำกระบวนการนำส่งไอน้ำซ้ำสำหรับทางเดินหายใจที่เหลือตามแผนการรักษาต่อไป

****ข้อสำคัญ** คือห้ามรักษาด้วยไอน้ำในแขนงหลอดลมเดียวกันสองครั้งในระหว่างทำหัตถการครั้งเดียวกัน และต้องเว้นระยะระหว่างการรักษาด้วยไอน้ำ 3 นาที ขึ้นไป ก่อนไปทำการรักษาในแขนงถัดไป เนื่องจากการรอที่น้อยกว่า 3 นาที มีผลทำให้เกิดความร้อนสะสมในหลอดลมมากเกินไป อาจทำให้ผู้ป่วยบาดเจ็บหรือทำลายหลอดลมได้

ขั้นตอนการปิดเครื่องกำเนิด (generator)

****** เมื่อจบการทำ BTVA แล้วก่อนปิดเครื่องต้องปฏิบัติตามขั้นตอน เพื่อให้แน่ใจว่าน้ำทั้งหมดได้ถูกกำจัดออกจากเครื่องกำเนิด โดย

1. กดปุ่ม Shut Down บนหน้าจอเมนูเครื่องกำเนิด จากนั้นกด Yes เพื่อยืนยัน

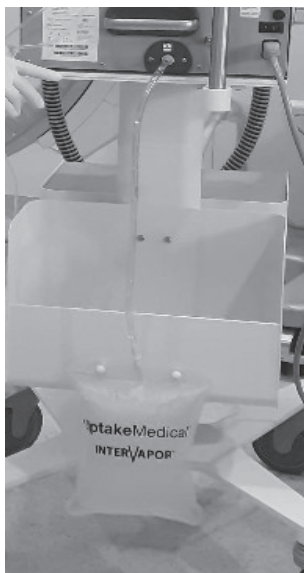


รูปที่ 29. แสดงภาพหน้าจอหลักของเพื่อกดปุ่ม Shut down

2. เครื่องจะระบายน้ำออกจากเครื่องกำเนิดโดยอัตโนมัติ ใช้เวลาประมาณ 10 นาที



รูปที่ 30. แสดงภาพหน้าจอระบายน้ำ ออกจากเครื่องกำเนิด



รูปที่ 31. แสดงภาพการระบายน้ำออกจากเครื่องกำเนิด

3. เมื่อหน้าจอเครื่องแสดงข้อความ “Shut down complete” ให้ปิดการทำงานโดยกดที่ปุ่มสวิตช์ไฟด้านหลังเครื่อง



รูปที่ 32. แสดงภาพหน้าจอ “Shut down complete”

4. กดและบิดขั้วต่อของสายให้สารละลายและถูกระบายน้ำ โดยการหมุนทวนเข็มนาฬิกา 1/8 รอบเพื่อปลดทิ้ง

ข้อสำคัญ ระหว่างการส่งไอน้ำหรือทำหัตถการ คือ

** หากไม่สามารถยกเลิกการส่งไอน้ำได้เนื่องจากปั๊ม Vapor ไม่ทำงาน หรือเครื่องไม่สามารถทำงานต่อได้ สามารถหยุดการทำงานทั้งระบบได้โดยการกดปุ่ม System Abort ที่ด้านบนของเครื่องกำเนิด การส่งไอน้ำจะถูกยกเลิกทันที หน้าจอเครื่องจะขึ้น “Abort activated.”

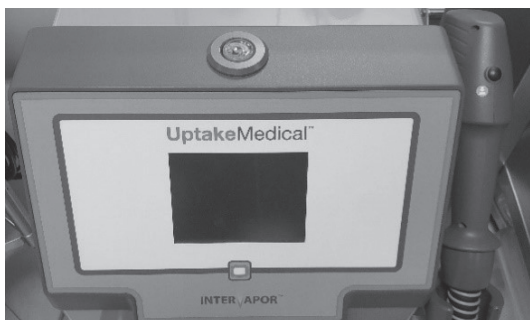


รูปที่ 33. แสดงภาพปุ่ม System Abort เมื่อต้องการหยุดการทำงานทั้งระบบ



รูปที่ 34. แสดงภาพหน้าจอหลังการกดปุ่ม System Abort หน้าจอเครื่องจะขึ้น “Abort activated.”

**นอกเหนือจากการหยุดจ่ายไอน้ำแล้ว ฟังก์ชัน System Abort นี้จะปิดวาล์วภายในทั้งหมด ปิดเครื่องทำความร้อนและล๊อคซอฟต์แวร์ ระบบสามารถกลับสู่สถานะปกติโดยกดปุ่ม Abort บนเครื่องอีกครั้ง จากนั้นกดปุ่ม Resume บนหน้าจอหลักต่อไป



รูปที่ 35. แสดงภาพปุ่ม System Abort ปุ่มเดิมให้กดอีกครั้งเมื่อต้องการให้ระบบกลับมาทำงานอีกครั้ง



รูปที่ 36. แสดงภาพการกดปุ่ม Resume บนหน้าจอหลักเมื่อต้องการให้ระบบกลับมาทำงานอีกครั้ง

การทำ BTVA ของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย

1. คัดเลือกผู้ป่วยที่เหมาะสม คือเป็นผู้ป่วย COPD : emphysematous lung ที่ได้รับการประเมิน 6 MWD, mMRC, spirometry, St.George Respiratory Questionnaires (SGRQ) เข้าเกณฑ์ข้อบ่งชี้ของการทำหัตถการ
2. ส่งประวัติ ผล CT และผล bronchoscope เข้าโปรแกรม IP3 เพื่อทำการประเมินส่วนของปอดที่จะทำการรักษา
3. ทำ bronchoscope pre-vapor ablation เพื่อประเมินกายวิภาคของหลอดลม
4. นัดผู้ป่วยเพื่อเข้าพักในโรงพยาบาล (admission) ก่อนวันทำหัตถการ 1 วัน เตรียมความพร้อมเพื่อการทำหัตถการ (pre-operative) โดยวิสัญญีแพทย์และแพทย์เฉพาะทางหัตถการโรคระบบการหายใจ
5. ก่อนและระหว่างการทำหัตถการ (perioperative and procedure)
 - 5.1 ดูแลเตรียมเครื่อง ความพร้อมของอุปกรณ์และสาย ก่อนเริ่มทำหัตถการอย่างน้อย 30 นาที
 - 5.2 นำผู้ป่วยเข้าห้องทำหัตถการ วิสัญญีทำการระงับความรู้สึก
 - 5.3 แพทย์ทำการส่องกล้องหลอดลม
 - 5.4 ประเมินตำแหน่งหลอดลมที่เหมาะสมในการทำการรักษา และระยะเวลาการพ่นไอน้ำ ตามแผนการรักษาของ IP3
6. เมื่อเสร็จหัตถการ BTVA วิสัญญีแพทย์ประเมินความพร้อม ถอดท่อช่วยหายใจ ให้ออกซิเจน ฟังเสียงปอด และประเมินการหายใจ ส่งผู้ป่วยไปยังห้องพักฟื้น

แผนการพยาบาล

พยาบาลมีบทบาทในการดูแลรักษาผู้ป่วยตั้งแต่ การตรวจสอบความพร้อมของยา อุปกรณ์และเครื่องมือทางการแพทย์ให้พร้อมใช้งานตลอดเวลา⁴⁶ การเตรียมความพร้อมในการให้การพยาบาลผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่มาารับการรักษาด้วยการทำหัตถการ BTVA ซึ่งการเฝ้าระวังภาวะวิกฤตระบบทางเดินหายใจได้ต้องมีการเตรียมความพร้อม

ของแผนการพยาบาลและประสานงานกับทีมแพทย์โรคปอด วัณโรค รวมถึงจัดสถานที่ทำหัตถการและห้องพักฟื้นหลัง ทำหัตถการ เพื่อเฝ้าระวังอาการหลังทำหัตถการอย่างใกล้ชิดและแก้ไขภาวะแทรกซ้อนได้อย่างรวดเร็วและปลอดภัย

การพยาบาลก่อนทำหัตถการ

1. ผู้ป่วยมาตามนัดหมาย บรรจุเป็นผู้ป่วยในของ โรงพยาบาล เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนวันทำการรักษา อย่างน้อย 1 วัน
2. ตรวจสอบผลการตรวจผลเลือด (ถ้ามี) อธิบาย ขั้นตอนการทำหัตถการให้ผู้ป่วยและญาติเข้าใจ เปิดโอกาส ให้ถามข้อสงสัย
3. ให้ข้อมูลเกี่ยวกับภาพรวมของการทำการรักษา และหลังทำการรักษา เพื่อให้เกิดการเตรียมความพร้อมทั้ง ทางด้านร่างกายและลดความวิตกกังวล
4. ตรวจสอบประวัติความถูกต้องของโรค ประวัติการ แพีย การรักษาที่ผ่านมาและหัตถการที่จะทำการรักษา
5. ดูแลให้ได้รับข้อมูลการเตรียมตัว และอำนวยความสะดวกในขณะแพทย์ และวิสัญญีแพทย์ขอคำยินยอม จากผู้ป่วยอย่างเป็นลายลักษณ์อักษรในการทำหัตถการ
6. บันทึกสัญญาณชีพ อย่างน้อยทุก 4 ชั่วโมง
7. ดูแลให้ผู้ป่วยได้รับยาตามแผนการรักษา
8. ส่งเสริมให้ได้รับการนอนหลับอย่างเพียงพอ
9. งดน้ำและอาหารก่อนทำหัตถการอย่างน้อย 8 ชั่วโมง และดูแลให้ได้รับสารน้ำทางหลอดเลือดดำ อย่างเพียงพอตามแผนการรักษา

การพยาบาลระหว่างทำหัตถการ

1. ระบุดูบุคคล และยืนยันชนิดหัตถการ
2. ตรวจสอบการเตรียมตัวก่อนทำหัตถการ
3. ตรวจวัดสัญญาณชีพก่อนเข้ารับการทำหัตถการ
4. ส่งต่อให้วิสัญญีแพทย์ เพื่อให้การระับความรู้สึก และใส่ท่อช่วยหายใจ ในบางสถาบันอาจพิจารณาใช้กล้องส่อง หลอดลมแบบแข็ง (rigid bronchoscope)⁴¹
5. ประเมินและบันทึกสัญญาณชีพตามแผนการ รักษาของวิสัญญีแพทย์

6. ช่วยแพทย์ในการเตรียมอุปกรณ์ และดูแลผู้ป่วย ระหว่างการส่องกล้องหลอดลม
7. เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำ BTVA ช่วยแพทย์ และบันทึกข้อมูลผู้ป่วยในขณะที่ทำ BTVA
8. หลังจากจบการรักษา วิสัญญีแพทย์ทำการถอด การดมยาสลบ ประเมินและถอดท่อช่วยหายใจออก หากไม่มี ภาวะแทรกซ้อน สามารถหายใจได้ด้วยออกซิเจนตามสมควร
9. ส่งผู้ป่วยไปสังเกตอาการที่ห้องพักฟื้นอย่างน้อย 1 ชั่วโมง หรือจนกว่าอาการคงที่
10. สังเกตอาการในหอผู้ป่วยวิกฤตอายุรกรรม กรณี เกิดภาวะแทรกซ้อน หรือหอผู้ป่วยอายุรกรรมตามแผน การรักษาเดิมถ้าอาการคงที่

การพยาบาลหลังการทำหัตถการ²⁰

1. ให้ผู้ป่วยนอนพักสังเกตอาการ และประเมิน สัญญาณชีพประมาณ 1-2 ชั่วโมง ผู้ป่วยที่รู้สึกตัวดีจัดให้อยู่ ในท่า semi – Fowler's position หากผู้ป่วยไม่รู้สึกตัวให้นอน ตะแคงยกศีรษะให้สูงเล็กน้อยเพื่อป้องกันการสำลัก
 - 1.1 บันทึกและเฝ้าติดตามสัญญาณชีพ ได้แก่ ชีพจร ความดันโลหิต การหายใจและค่าออกซิเจนในเลือด (oxygen saturation) จากการวัดออกซิเจนปลายนิ้ว (pulse oximetry) ทุก 15 นาที ในชั่วโมงแรก และทุกครั้งชั่วโมง จนกว่าจะปกติ
 - 1.2 สังเกตอาการแทรกซ้อนภายหลังการส่องกล้อง ตรวจหลอดลม และรายงานให้แพทย์ทราบทันทีถ้ามี อาการหายใจลำบาก สังเกตอาการ เช่น เหนื่อย เสียงแหบ หรือไม่มีเสียง หายใจลำบาก อาการแสดง เช่น ฟังได้เสียง stridor ในขณะหายใจเข้า วัดความอึดตัวของออกซิเจนใน เลือดต่ำ (hypoxemia) อาการแสดงของการมีลมในช่อง เยื่อหุ้มปอด (pneumothorax) หลอดลมหดเกร็ง (bronchospasm) และเลือดออก (bleeding) นอกจากนี้ควรสังเกตอาการแพ้ยา กรณีเกิดความผิดปกติให้รายงานแพทย์ทันที⁴⁷
 - 1.3 หลังการทำหัตถการผู้ป่วยอาจมีไข้ต่ำๆ ได้ให้ ติดตามประเมินการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายทุก 4 ชั่วโมง หากพบว่ามีไข้สูงเกิน 38 องศาเซลเซียส ให้รายงาน แพทย์

2. ให้งดอาหารและน้ำต่ออีกประมาณ 1-2 ชั่วโมง ให้ยาหมดฤทธิ์เพื่อป้องกันการสำลัก ผู้ป่วยจะเริ่มรับประทานอาหารได้หลังจากที่หมดฤทธิ์ของยาลดระดับความรู้สึกตัวที่ใช้ในการทำหัตถการ หรือตามแผนการรักษา โดยพิจารณาจากผู้ป่วยรู้สึกตัวดี รู้บุคคล สถานที่ เวลา หรืออย่างน้อยรู้ตัวเท่ากับก่อนทำหัตถการ และมีสัญญาณชีพคงที่ไม่ต่ำกว่า 1 ชั่วโมง หรืออาจแนะนำให้จิบน้ำก่อนการเริ่มรับประทานอาหาร ถ้าจิบน้ำได้ดี กลืนน้ำลง ไม่ติดคอ ไม่มีการสำลัก จึงให้รับประทานอาหารได้ตามปกติ และดูแลให้ได้รับอาหารอย่างเหมาะสมกับอาการ

3. การแนะนำผู้ป่วยเรื่องผลข้างเคียง และข้อควรสังเกต

3.1 เสมหะที่มีเลือดปน แนะนำผู้ป่วยให้บ้วนน้ำลายไม่ควรกลืน และสังเกตเสมหะว่ามีเลือดปนปริมาณมากน้อยเพียงใด โดยปกติเสมหะอาจมีเลือดปนได้ซึ่งสามารถหยุดเอง ได้ถ้าออกเป็นเลือดสดปริมาณมากให้รีบแจ้งพยาบาล

3.2 ถ้าคลำได้กรอบแกรบริเวณใต้ผิวหนัง (subcutaneous emphysema) บริเวณรอบๆ คอและหน้าหรือมีอาการหอบเหนื่อยหรือแน่นหน้าอก ซึ่งเป็นเครื่องบ่งชี้ว่าอาจมีภาวะลมรั่วในช่องเยื่อหุ้มปอด (pneumothorax) ให้รีบแจ้งพยาบาล เพื่อประเมินและรายงานแพทย์ทันที

3.3 หลังการทำหัตถการอาจมีไข้ต่ำๆ ได้ให้ผู้ป่วยประเมินการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกาย ถ้ารู้สึกไม่สบายตัวเหมือนมีไข้ให้แจ้งกับพยาบาล เพื่อรายงานแพทย์ต่อไป⁴⁷

4. ดูแลให้ยาและสารน้ำตามแผนการรักษา
5. ดูแลได้รับการพักผ่อนเพียงพอในวันแรกและกระตุ้นการมีกิจกรรมอย่างเหมาะสม (bed rest & ambulation) ในวันถัดไป⁴³
6. ให้คำแนะนำการสังเกตอาการแทรกซ้อน และดูแลตัวเองต่อเนื่อง
7. ตอบข้อซักถามอย่างเต็มที่เพื่อลดความวิตกกังวล

การพยาบาลระยะก่อนจำหน่าย¹⁸

เตรียมความพร้อมของผู้ป่วยและญาติ โดยเน้นการดูแลเพื่อฟื้นฟูสภาพร่างกาย ป้องกันภาวะแทรกซ้อนที่จะเกิดขึ้น รวมถึงการส่งเสริมให้ผู้ป่วยและญาติได้มีความรู้ในการเฝ้าระวังโรคแทรกซ้อน อาการที่ต้องกลับมาพบแพทย์ ฝึกทักษะการพ่นยา การรับประทานยา การออกกำลังกาย และการปฏิบัติกิจกรรมประจำวันที่เหมาะสมกับโรค ซึ่งมีความเฉพาะตามขีดความสามารถของผู้ป่วยแต่ละราย

การวางแผนการจำหน่าย¹⁸

ทีมสุขภาพร่วมกับผู้ป่วยและญาติ ร่วมวางแผนในการจำหน่ายออกจากโรงพยาบาล โดยมุ่งเน้นการใช้ยาที่จำเป็น การรับประทานยา การออกกำลังกาย ความรู้เกี่ยวกับโรค เพื่อให้ผู้ป่วยตระหนักในการดูแลและการปฏิบัติตนที่ต้องเมื่อจำหน่ายผู้ป่วยกลับบ้าน รวมถึงการมาตรวจตามนัดเพื่อติดตามอาการอย่างต่อเนื่อง

การติดตามประเมินผลและการรักษาต่อเนื่อง¹⁹⁻²⁰

1. หลังการทำหัตถการ 1-2 สัปดาห์แรก ควรได้รับการประเมินภาพรังสีปอด
2. ถ้ามีอาการไม่คงที่ ภายใน 30 วัน หลังการทำหัตถการควรมีการประเมินภาพรังสีปอดซ้ำร่วมกับการรักษาทางยา
3. ภายใน 90 วัน หลังการทำหัตถการควรมีประเมินสมรรถภาพปอด แบบสอบถาม SGRQ CAT การเดิน 6 นาที และปรับยาตามอาการ
4. ให้การรักษาตามอาการที่เหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์นายแพทย์ ธิติวัฒน์ ศรีประสาธน์ อาจารย์อายุรแพทย์โรคปอดที่เชี่ยวชาญด้านการส่องกล้องและในการทำหัตถการในหลอดลมและทรวงอก (interventional pulmonologist) ประจำสาขาวิชาอายุรศาสตร์โรคระบบการหายใจและภาวะวิกฤตทาง การหายใจ ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และอาจารย์ ดร.อารยา เจริญกุล

อาจารย์ประจำสาขาวิชาการพยาบาลผู้ใหญ่และผู้สูงอายุ สถาบันการพยาบาลศรีสวรินทิรา สภากาชาดไทย ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำและตรวจสอบความถูกต้อง ทั้งในด้านเนื้อหา และการใช้ภาษา รวมทั้งอนุเคราะห์ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในบทความฉบับนี้เป็นอย่างดี



รูปที่ 36. แสดงภาพ QR code เพื่อรับชมขั้นตอนและวิธีการเตรียมเพื่อการรักษาโดยการส่องกล้องผ่านไอน้ำอุณหภูมิสูง: Preparing for Bronchoscopic Thermal Vapor Ablation (BTVA)

เอกสารอ้างอิง

- World Health Organization. Chronic obstructive pulmonary disease (COPD).2022. Available from: [https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-\(COPD\)](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-(COPD))
- อัตราป่วยรายใหม่ของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง, กลุ่มรายงานมาตรฐาน/ข้อมูลเพื่อตอบสนอง Service Plan สาขาโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (COPD). 2022. Available from: <https://hdcservice.moph.go.th/hdc/reports/report.php?source=format1php&catid=67473ea582306d345ce1bb44b06ba2e9&id=62cdb786f231afbbaaaac1d5ff844b0>.
- Ahmad FB, Cisewski JA, Xu j, Anderson RN. Centers for Disease Control and Prevention: National Center for Health Statistics: Leading Causes of Death 2022. 2023; 72:488–92.
- Alqahtani JS, Oyelade T, Aldhahir AM, *et al.* Reduction in hospitalised COPD exacerbations during COVID-19: a systematic review and meta-analysis. PLoS One 2021; 16: e0255659, 2021. doi: 10.1371/journal.pone.0255659
- Wong LE, Hawkins JE, Langness S, *et al.* Where Are All the patients? Addressing Covid-19 Fear to Encourage Sick Patients to Seek Emergency Care. NEJM catalyst 2020; 1-12. doi:10.1056/CAT.20.0193.
- Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. The Global Strategy for Diagnosis, Management and Prevention of COPD (updated 2023), the Pocket Guide (updated 2023) and the complete list of references examined by the Committee is available on the GOLD website: www.goldcopd.org. Available from: <https://goldcopd.org/2023-gold-report-2/>
- Tal-Singer R, Crapo JD. COPD at the time of COVID-19: a COPD Foundation perspective. Chron Obstruct Pulm Dis 2020; 7(2): 73-5.
- Meza D, Khuder B, Bailey JI, *et al.* Mortality from COVID-19 in patients with COPD: a US study in the N3C data enclave. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis 2021; 16: 2323-6. doi: 10.2147/COPD.S318000
- Celli BR, Fabbri LM, Aaron SD, *et al.* An updated definition and severity classification of chronic obstructive pulmonary disease exacerbations: the Rome proposal. Am J Respir Crit Care Med 2021; 204(11):1251-8.
- Celli B, Fabbri L, Criner G, *et al.* Definition and nomenclature of chronic obstructive pulmonary disease: time for its revision. Am J Respir Crit Care Med 2022; 206:1317-25. doi: 10.1164/rccm.202204-0671pp
- สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพะเยา ร่วมกับ โรงพยาบาลพะเยา. แนวทางการดูแลผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง COPD: Chronic obstructive pulmonary disease. 2563; เข้าถึงได้จาก: <https://www.pyomoph.go.th/backoffice/files/40137.pdf>

12. สมาคมออร์เวอร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. ข้อเสนอแนะการดูแลรักษาผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (ฉบับร่าง) พ.ศ. 2565. หน้า 13-41.
13. นภารัตน์ อมรพูนิสถาพร. โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง. เข้าถึงได้จาก <https://www.rama.mahidol.ac.th/med/sites/default/files/public/pdf/medicinebook1/COPD.pdf>
14. Agusti A, Melen E, DeMeo DL, Breyer-Kohansal R, Faner R. Pathogenesis of chronic obstructive pulmonary disease: understanding the contributions of gene-environment interactions across the lifespan. *Lancet Respir Med* 2022; 10:512-24.
15. Yang IA, Jenkins CR, Salvi SS. Chronic obstructive pulmonary disease in never-smokers: risk factors, pathogenesis, and implications for prevention and treatment. *Lancet Respir Med* 2022; 10:497-511.
16. แนวปฏิบัติบริการสาธารณสุข โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง พ.ศ. 2553. ว.วัฒนโรด โรคทรวงอกและเวชบำบัดวิกฤต 2553; 31:102-10. เข้าถึงได้จาก https://thaichest.files.wordpress.com/2019/08/art_31_3.pdf
17. Gompelmann D, Eberhardt R, Schuhmann M, *et al.* Lung volume reduction with vapor ablation in the presence of incomplete fissures: 12-month results from the STEP-UP randomized controlled study. *Respiration* 2016; 92:397-403.
18. การศึกษาประสิทธิผลของการใช้แนวปฏิบัติทางคลินิกสำหรับการฟื้นฟูสมรรถภาพปอดในผู้ที่เป็นโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2555. เข้าถึงได้จาก : https://archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2555/nuad30955nc_ch2.pdf
19. อัญชนา พงศ์พันธ์, บรรณวิทย์ สภาพทรัพย์, ภูมิพัฒน์ ทองน้อย, อรรถกร อ่อนคำ. บทความวิชาการสำหรับการรักษาต่อเนือง เรื่องการรักษาโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังตาม GOLD Guideline 2023. เข้าถึงจาก https://ccpe.pharmacycouncil.org/index.php?option =article_detail&subpage=article_detail&id=1332
20. มนฤทัย เด่นดวง. การส่องกล้องหลอดลมและบทบาทของบุคลากรผู้ช่วยแพทย์. ว.วัฒนโรด โรคทรวงอกและเวชบำบัดวิกฤต 2560; 36:85-91.
21. สมาคมออร์เวอร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. ข้อเสนอแนะการดูแลรักษาผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง พ.ศ. 2560. ปียอนด์ เอ็นเทอร์ไพรซ์; 2560.
22. Criner G. pioneering new treatments for lung disease 2019. Available from: <https://www.templehealth.org/about/blog/pioneering-new-treatments-lung-disease>
23. วัชราน บัญญสวัสดิ์. New Trends in New guideline for COPD. 59-70. เข้าถึงได้จาก : https://eacc.easyasthma.com/site_data/dbregistry_eac/1/copd_new_guide.pdf
24. Herth FJF, Slebos DJ, Criner GJ, *et al.* Endoscopic lung volume reduction: an expert panel recommendation - Update 2019. *Respiration* 2017; 94:380-8.
25. Zantah M, Gangemi AJ, Criner GJ. Bronchoscopic lung volume reduction: status quo. *Ann Transl Med* 2020; 8(21): 1469. doi:10.21037/atm-20-1551.
26. นพพล ลีลาญวัฒนกุล, ธิติวัฒน์ ศรีประสาธน์. Bronchoscopic lung volume reduction. ว.วัฒนโรด โรคทรวงอกและเวชบำบัดวิกฤต 2561; 37:10-9.
27. Gompelmann D, Shah PL, Valipour A, Herth FJF. Bronchoscopic thermal vapor ablation: best practice recommendations from an expert panel on endoscopic lung volume reduction. *Respiration* 2018; 95: 392-400. doi:10.1159/000489815.
28. Snell G, Herth FJ, Hopkins P, *et al.* Bronchoscopic thermal vapour ablation therapy in the management of heterogeneous emphysema. *Eur Respir J* 2012; 39:1326-33. doi:10.1183/09031936.00092411
29. Tuck SA, Lopes-Berkas V, Beam S, Anderson JC. Bronchoscopic thermal vapor ablation in a canine model of emphysema. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2012; 7:21-31.

30. Gompelmann D, Eberhardt R, Ernst A, *et al.* The localized inflammatory response to bronchoscopic thermal vapor ablation. *Respiration* 2013; 86:324-31.
31. Snell GI, Hopkins P, Weatall G, Holsworth L, Carle A, Williams TJ. A feasibility and safety study of bronchoscopic thermal vapor ablation: a novel emphysema therapy. *Ann Thorac Surg* 2009; 88:1993-8.
32. Valipour A, Herth FJ, Eberhardt R, *et al.* Design of the randomized, controlled sequential staged treatment of emphysema with upper lobe predominance (STEP-UP) study. *BMC Pulm Med* 2014; 14:190.
33. Gompelmann D, Eberhardt R, Schuhmann M, *et al.* Lung volume reduction with vapor ablation in the presence of incomplete fissures: 12-Month Results from the STEP-UP randomized controlled study. *Respiration* 2016; 92:397-403.
34. Shah PL, Gompelmann D, Valipour A, *et al.* Thermal vapour ablation to reduce segmental volume in patients with severe emphysema: STEP-UP 12-month results. *Lancet Respir Med* 2016; 4: e44-e5.
35. Herth FJ, Valipour A, Shah PL, *et al.* Segmental volume reduction using thermal vapour ablation in patients with severe emphysema: 6-month results of the multicentre, parallel-group, open-label, randomized controlled STEP-UP trial. *Lancet Respir Med* 2016; 4:185-93. doi:10.1016/S2213-2600(16)00045-X.
36. Marchese R, Nigro CL, Scaduto F. Use of bronchoscopic steam thermal ablation (BTVA) in a clinically compromised patient. *J Cardiothorac Surg* 2022; 17:16. doi:10.1186/s13019-022-01756-3.
37. Criner GJ. Bronchoscopic lung volume reduction (BLVR). 2019; Available from: <https://www.templehealth.org/services/treatments/bronchoscopic-lung-volume-reduction>.
38. Wood KL. Overview of tests of pulmonary function and airflow, lung volumes, and flow-volume loop. 2022. Available from: <https://www.msdmanuals.com/professional/pulmonary-disorders/tests-of-pulmonary-function-pft/airflow,-lung-volumes,-and-flow-volume-loop>
39. Jones PW, Tabberer M, Chen WH. Creating scenarios of the impact of COPD and their relationship to COPD Assessment Test (CAT) scores. *BMC Pulm Med* 2011; 11:42
40. Uptake Medical B.V. Inter Vapor System Operation's Manual 2018.1-69.
41. Uptake Medical. A Broncus Company. BTVA Bronchoscopic Thermal Vapor Ablation (BTVA®) Patient Selection Patient Management & Treatment Centres in Europe Guide for Referring Physicians. Available from: <https://pulmonologyonair.com/wp-content/uploads/2022/12/UM-2847-AC-EU-Referral-Guide.pdf>
42. Martinez FJ, Agusti A, Celli BR, *et al.* Treatment Trials in Young Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease and Pre-Chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients: Time to Move Forward. *Am J Respir Crit Care Med* 2022; 205:275-87.
43. Neumeier A, Keith R. Clinical guideline highlights for the hospitalist: the GOLD and NICE guidelines for the management of COPD. *J Hosp Med* 2020; 15:e1-e2
44. Pascoe S, Barnes N, Brusselle G, *et al.* Blood eosinophils and treatment response with triple and dual combination therapy in chronic obstructive pulmonary disease: analysis of the IMPACT trial. *Lancet Respir Med* 2019; 7:745-56 doi:10.1016/S2213-2600(19)30190-0

45. Perencevich EN, Diekema DJ, Edmond MB. Moving personal protective equipment into the community: face shields and containment of COVID-19. *JAMA* 2020; 323:2252-3.
46. Wise RA. Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) (Chronic Obstructive Bronchitis; Emphysema) 2022. Available from: <https://www.msmanuals.com/professional/pulmonary-disorders/chronic-obstructive-pulmonary-disease-and-related-disorders/chronic-obstructive-pulmonary-disease-copd>
47. Zarogoulidis P, Hohenforst-Schmidt W, Huang H, *et al.* Vapor for lung volume reduction; pros and cons. *Expert Rev Respir Med* 2020; 14:1189-95. doi: 10.1080/17476348.2020.1816467.