



High-Flow

Nasal Cannula O₂ therapy

พ.ท. นพ. เพชร วัชรสินธุ์

แผนกโรคทางระบบทางเดินหายใจและเวชบำบัดวิกฤต

กองอายุรกรรม รพ.พระมงกุฎเกล้า

การรักษาโดยการให้ออกซิเจน (O₂ therapy) เป็นการรักษาที่สำคัญในผู้ป่วยที่มีภาวะหายใจล้มเหลวเฉียบพลัน โดยเฉพาะชนิดที่สาเหตุเกิดจากภาวะพร่องออกซิเจนในเลือด (acute hypoxemic respiratory failure)

อย่างไรก็ดี การรักษาโดยการให้ออกซิเจนนั้น การตอบสนองของผู้ป่วยจะขึ้นอยู่กับการปรับปัจจัย ได้แก่ ความเข้มข้นของออกซิเจนที่ให้ออก (FiO₂) ความรุนแรงของโรคทางระบบหายใจ อัตราการหายใจของผู้ป่วย ความเร็วในการสูดอากาศเข้าของผู้ป่วย ความเร็วที่เครื่องจ่ายอากาศ (flow) ให้แก่ผู้ป่วย และความสัมพันธ์ระหว่างการสูดอากาศเข้าของผู้ป่วย และการจ่ายอากาศจากเครื่อง เป็นต้น ปัจจุบันมีวิธีให้ออกซิเจนโดยที่เครื่องสามารถจ่าย flow และ FiO₂ ได้ในขนาดสูงผ่านจมูก หรือเรียกว่า high-flow nasal cannula (HFNC) O₂ therapy ซึ่ง HFNC ถูกนำมาใช้ในผู้ป่วยเด็กเป็นเวลานานแล้ว และภายหลังจึงถูกนำมาใช้ในผู้ป่วยหนักที่เป็นผู้ใหญ่มากขึ้น ข้อดีของ HFNC นอกจากจะสามารถจ่าย flow และ FiO₂ ในขนาดสูงผ่านจมูกได้แล้ว ยังสามารถลด anatomical dead space ได้ จากการลดการหายใจเข้าเอาคาร์บอนไดออกไซด์ที่ค้างอยู่ในทางเดินหายใจส่วน nasopharyngeal กลับเข้าสู่ปอดซ้ำ (rebreathing) เพิ่มความชุ่มชื้น และความอบอุ่นของอากาศที่ผู้ป่วย

สูดหายใจเข้า ช่วยให้ชั้น mucociliary ที่อยู่ในเยื่อจมูก หลุดลอกทำงานดีขึ้น เนื่องจาก HFNC จ่าย flow ได้ค่อนข้างสูง จึงลดโอกาสที่ผู้ป่วยจะสูดเอาอากาศภายนอกเข้ามาผสมทำให้ FiO₂ เจือจางลงได้ ข้อดีอีกข้อหนึ่ง คือ ช่วยรักษาระดับความดันในทางเดินหายใจขณะหายใจออกให้เป็นบวกในขนาดต่ำ (PEEP effect) ประมาณ 3 ซม.น้ำ หากอ้าปากหายใจและเปิด flow 60 ลิตร/นาที และ 6 ซม.น้ำ หากใช้ flow 60 ลิตร/นาที และปิดปากหายใจ¹ อย่างไรก็ดี แม้ HFNC จะมีข้อดีดังกล่าว แต่การรักษาด้วย HFNC สามารถช่วยให้ผู้ป่วยมีผลการรักษาทางคลินิก (เช่น อัตราการใส่ท่อช่วยหายใจ ระยะเวลาการรักษาตัวในไอซียู อัตราตาย) ต่ำกว่าการรักษาโดยการให้ออกซิเจนทั่วไป (conventional O₂ therapy; COT) เช่น O₂ nasal cannula, O₂ face mask หรือการใช้ Non-invasive Positive Pressure Ventilation (NPPV) หรือไม่ยังเป็นที่ยกเถียงอยู่ในปัจจุบัน^{2,3}

การใช้ HFNC เพื่อรักษา (curative) ภาวะหายใจล้มเหลวในผู้ป่วยไอซียู

ในปี 2558 ได้มีการศึกษาแบบสังเกตการณ์ย้อนหลัง⁴ ในผู้ป่วยไอซียูอายุรกรรม-ศัลยกรรม ซึ่งมีภาวะหายใจล้มเหลว และได้รับ HFNC (หลังจากได้ O₂ face mask ที่ flow มากกว่า 9 ลิตร/นาทีแล้วยังไม่ดีขึ้น ค่า SpO₂ ยังต่ำกว่าร้อยละ 92) เป็นการรักษาหลัก จำนวน

51 ราย โดยใน 51 ราย มีผู้ป่วยที่มีภาวะ Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) จำนวน 45 ราย ซึ่งสาเหตุของ ARDS ส่วนใหญ่เกิดจากการติดเชื้อในปอด และมีค่า $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ เริ่มต้นเฉลี่ยอยู่ที่ 137 ผลการศึกษาพบว่า เมื่อเปรียบเทียบผู้ป่วยที่ใช้ HFNC ได้โดยไม่ต้องใส่ท่อช่วยหายใจ (HFNC success, $n = 27$) กับผู้ป่วยที่ไม่ต้องขึ้นหลังใช้ HFNC จนต้องใส่ท่อช่วยหายใจ (HFNC failure, $n = 18$) พบว่า ผู้ป่วยทั้ง 2 กลุ่มมี $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ เริ่มต้นไม่ต่างกัน ระยะเวลาที่ใช้ HFNC ไม่ต่างกัน แต่กลุ่ม HFNC failure มีจำนวนวันที่นอนในไอซียูนานกว่า และมีอัตราการตายที่ 28 วันสูงกว่ากลุ่ม HFNC success อย่างมีนัยสำคัญ โดยตัวแปรสำคัญที่เพิ่มโอกาสในการใส่ท่อช่วยหายใจ คือ ค่า SAPS II score ที่สูงขึ้น การศึกษานี้สรุปว่า HFNC อาจพิจารณาใช้เป็น first-line therapy ในผู้ป่วยที่มีภาวะ ARDS อย่างไรก็ดี การศึกษานี้มีข้อจำกัดต่าง ๆ ได้แก่ การใช้ Berlin criteria มาช่วยวินิจฉัย ARDS⁵ จะต้องทราบระดับของ PEEP ที่ใช้ แต่การศึกษานี้ไม่มีข้อมูลของ PEEP ในผู้ป่วยที่ใช้ HFNC นอกจากนั้น การศึกษานี้เป็นการศึกษาในสถานพยาบาลเพียงแห่งเดียว และศึกษาแบบสังเกตการณ์ย้อนหลัง ความน่าเชื่อถือของการศึกษานี้จึงลดลง ต่อมาในปีเดียวกัน Frat และคณะ ได้รายงานผลการศึกษาแบบสุ่มตัวอย่างไปข้างหน้าขนาดใหญ่ ชื่อว่า FLORALI trial (non-invasive ventilation and high flow nasal oxygen therapy in resuscitation of patients with acute lung injury)⁶ ซึ่งศึกษาในไอซียู 23 แห่งในประเทศฝรั่งเศสและเบลเยียม ผู้ป่วยทั้งหมดจำนวน 310 รายที่มีภาวะหายใจล้มเหลวจากภาวะพร่องออกซิเจนในเลือด (แต่ไม่ได้นำผู้ป่วยที่มีภาวะหัวใจล้มเหลว ภาวะเลือดเป็นกรด หรือมีคาร์บอนไดออกไซด์คั่งในเลือดเข้าร่วมในการศึกษานี้) ผู้ป่วยถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามวิธีการให้ออกซิเจน ได้แก่ กลุ่มที่ใช้ HFNC 50 ลิตร/นาที่ นานติดต่อกันอย่างน้อย 2 วัน ($n = 106$) กลุ่มที่ใช้ NPPV ผ่านทางหน้ากาก โดยตั้ง pressure support จนได้ tidal volume 7 - 10 มล./กก. ตั้ง FiO_2 จนได้ SpO_2 อย่างน้อย 92% ร่วมกับตั้ง PEEP 2 - 10 ซม.น้ำ ($n = 110$) และกลุ่มที่ใช้ COT คือ ได้ nonrebreather face mask อย่างน้อย 10 ลิตร/นาที่

($n = 94$) ผลการศึกษาพบว่า ผู้ป่วยที่เข้าร่วมการวิจัยนี้ ภาวะหายใจล้มเหลวส่วนใหญ่เกิดจากการติดเชื้อในปอด และกว่าร้อยละ 70 ของผู้ป่วยทั้งหมดในการศึกษานี้มีภาพถ่ายรังสีปอดที่ผิดปกติทั้ง 2 ข้าง และมี $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ เริ่มต้นเฉลี่ยอยู่ที่ 150 - 160 ในแง่ของผลการศึกษาหลัก คือ อัตราการใส่ท่อช่วยหายใจ แม้จะไม่พบความแตกต่างของอัตราการใส่ท่อช่วยหายใจระหว่างผู้ป่วยทั้ง 3 กลุ่ม แต่เมื่อแยกวิเคราะห์เฉพาะผู้ป่วยที่มีค่า $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 200 พบว่า ผู้ป่วยที่ใช้ HFNC มีอัตราการใส่ท่อช่วยหายใจที่ 28 วันน้อยที่สุด (ร้อยละ 35) รองลงมา คือ COT (ร้อยละ 53) และ NPPV (ร้อยละ 58) ตามลำดับ ($p = 0.009$) ส่วนผลการศึกษารอง ได้แก่ อัตราตายที่ 90 วัน และจำนวนวันที่ไม่ต้องใช้เครื่องช่วยหายใจ พบว่า ผู้ป่วยที่ใช้ HFNC มีอัตราตายที่ 90 วัน และจำนวนวันที่ไม่ต้องใช้เครื่องช่วยหายใจต่ำกว่าผู้ป่วยอีก 2 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ (อัตราตายที่ 90 วันในกลุ่ม HFNC, NPPV และ COT เท่ากับร้อยละ 12, 28 และ 23 และจำนวนวันที่ไม่ต้องใช้เครื่องช่วยหายใจ คือ 24 วัน, 19 วัน และ 22 วัน ตามลำดับ) ($p = 0.02$) การศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของการใช้ HFNC ในผู้ป่วยไอซียู โดยเฉพาะผู้ป่วยที่มีภาวะหายใจล้มเหลวจากปอดติดเชื้อ อย่างไรก็ดี เร็ว ๆ นี้ได้มีการศึกษาแบบ meta-analysis ซึ่งนำเอาการศึกษาแบบสุ่มตัวอย่าง รวมทั้ง FLORALI trial มาวิเคราะห์ด้วย ผลกลับพบว่า HFNC ไม่ได้ช่วยลดอัตราการใส่ท่อช่วยหายใจ² ซึ่งอาจต้องการการศึกษาแบบสุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่มากขึ้นต่อไป เพื่อยืนยันผลสรุปดังกล่าว

การใช้ HFNC เพื่อป้องกัน (preventive strategy) ภาวะหายใจล้มเหลวหลังถอดท่อช่วยหายใจในผู้ป่วยไอซียู

จากการศึกษาในผู้ป่วยไอซียู ในผู้ป่วยศัลยกรรมและอายุรกรรม ที่พร้อมจะถอดท่อช่วยหายใจแล้ว แต่มีปัจจัยเสี่ยงของการใส่ท่อช่วยหายใจซ้ำ⁷ ได้แก่ อายุเกิน 65 ปี APACHE II score มากกว่า 12 แต้ม (ก่อนถอดท่อช่วยหายใจ) มี BMI เกิน 30 หรือมีภาวะทางเดินหายใจอุดกั้น มีภาวะหัวใจล้มเหลว เป็นต้น เมื่อนำผู้ป่วยดังกล่าว



มาศึกษาโดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่รักษาโดยการให้ HFNC หลังถอดท่อช่วยหายใจทันที กับกลุ่มที่รักษาโดยใช้ NPPV ทันที พบว่า กลุ่มที่ใช้ HFNC ไม่ได้มีผลการรักษาที่ดีกว่าการใช้ NPPV ในแง่ของการป้องกันการใส่ท่อช่วยหายใจซ้ำ และการเกิดภาวะหายใจล้มเหลวหลังถอดท่อช่วยหายใจ การศึกษานี้จึงสรุปผลการศึกษาว่า การใช้ HFNC อาจมีประโยชน์ในการป้องกันการใส่ท่อช่วยหายใจซ้ำในผู้ป่วยที่มีปัจจัยเสี่ยงดังกล่าว

การใช้ HFNC ในผู้ป่วยที่มารักษาที่ห้องฉุกเฉิน

อาการหอบเหนื่อยของผู้ป่วยที่มารักษาตัวที่ห้องฉุกเฉิน เกิดได้จากหลายสาเหตุ ปี 2558 นพ. นัฐพล ฤทธิ์ทยมัย และคณะ ได้ทำการศึกษาแบบสุ่มตัวอย่างที่ห้องฉุกเฉิน ณ รพ.ศิริราช^๙ โดยศึกษาในผู้ป่วยที่มีอาการหอบเหนื่อยจากภาวะพร่องออกซิเจนในเลือด จำนวน 40 ราย เปรียบเทียบการรักษาโดยใช้ HFNC (n = 20) กับ COT (n = 20) การศึกษานี้สาเหตุของอาการเหนื่อยพบว่า เกิดจากหลายสาเหตุ ได้แก่ ภาวะหัวใจล้มเหลว ภาวะหอบหืด ถุงลมโป่งพองกำเริบ หรือการติดเชื้อที่ปอด เป็นต้น โดยผลการศึกษาพบว่า ผู้ป่วยที่ใช้ HFNC จะมีอาการหอบเหนื่อยลดลง และรู้สึกสบายขึ้นมากกว่าผู้ป่วยกลุ่มที่ใช้ COT อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังพบว่า ผู้ป่วยที่ใช้ HFNC สามารถทนต่อการใช้ HFNC ได้ดีโดยไม่มีภาวะแทรกซ้อนจากการใช้ HFNC ต่อมาในปี 2559 มีการศึกษาขนาดใหญ่ขึ้น ชื่อการศึกษา HOT-ER9 ศึกษาในผู้ป่วยจำนวน 303 ราย ที่มีภาวะหายใจวายเฉียบพลัน (อัตราหายใจมากกว่าหรือเท่ากับ 22 ครั้ง/นาที ร่วมกับมี SpO₂ ต่ำกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 92 ที่ room air หรือ SpO₂ ต่ำกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 90 ในกรณีมีประวัติคาร์บอนไดออกไซด์คั่งในเลือดเรื้อรัง) และมารับการรักษาที่ห้องฉุกเฉิน ณ โรงพยาบาลระดับตติยภูมิประเทศนิวซีแลนด์ ศึกษาเปรียบเทียบการรักษาโดยใช้ HFNC (n = 165) กับการรักษาโดยใช้ COT (n = 138) ผลการศึกษาพบว่า ผู้ป่วยทั้ง 2 กลุ่มมีอัตราการใช้เครื่องช่วยหายใจ (ชนิด NPPV หรือใส่ท่อช่วยหายใจ) ใน 24 ชม.แรก ระยะเวลาที่รักษาตัวในห้องฉุกเฉิน

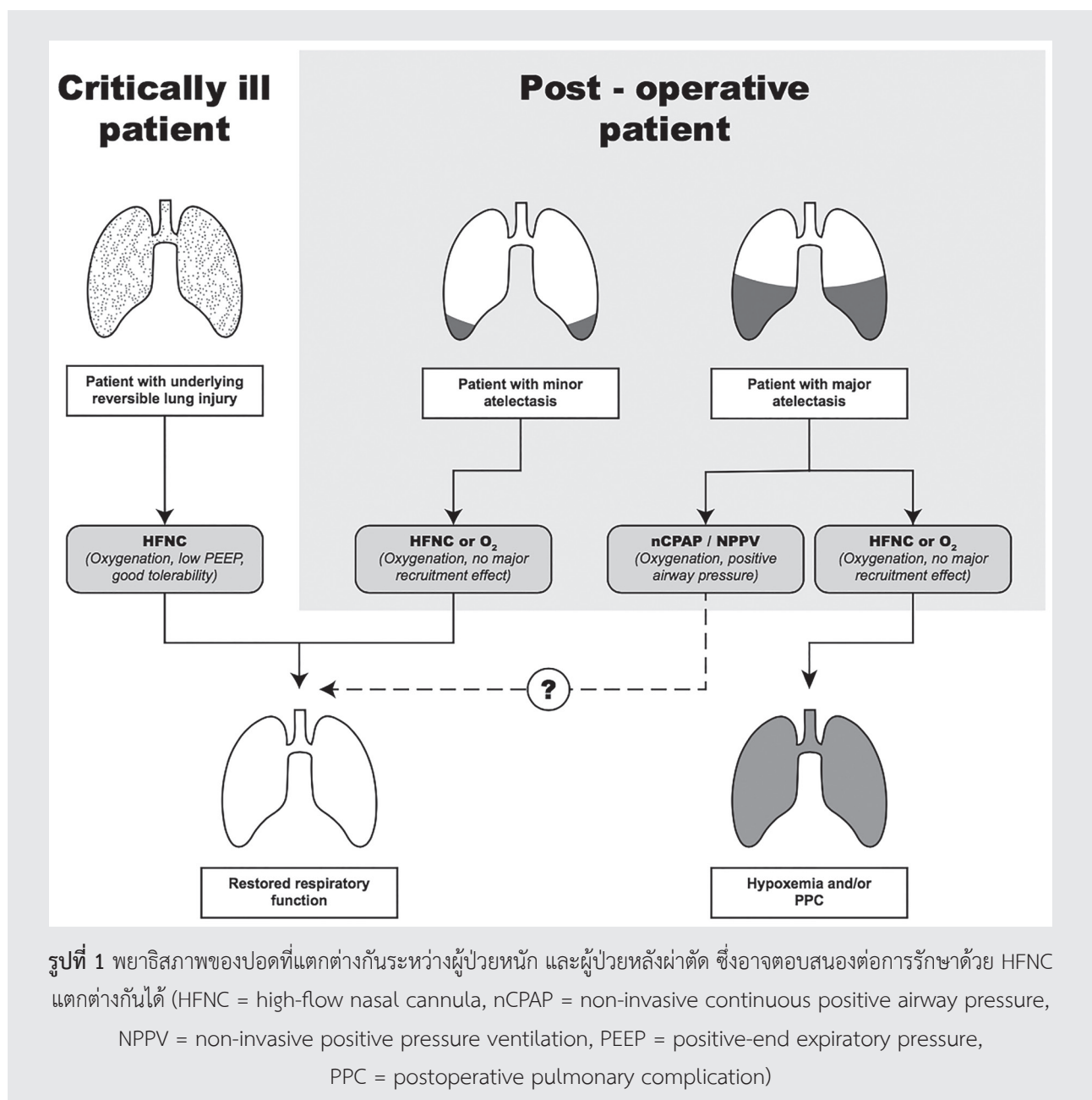
และอัตราตายที่ 90 วันไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มที่ใช้ COT มีแนวโน้มที่ผู้ป่วยจะมี Glasgow coma score ต่ำลงจากการมีคาร์บอนไดออกไซด์คั่งในเลือดสูงกว่าผู้ป่วยกลุ่มที่ใช้ HFNC อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้มีข้อจำกัดสำคัญคือ ขนาดตัวอย่างที่สุ่มเข้ามาในการศึกษานี้ไม่เพียงพอ (underpower) ที่จะวิเคราะห์หาความแตกต่างของอัตราการใช้เครื่องช่วยหายใจระหว่างผู้ป่วยทั้ง 2 กลุ่ม จึงอาจต้องการการศึกษาขนาดใหญ่เพิ่มเติมต่อไป

การใช้ HFNC ในผู้ป่วยหลังผ่าตัด major surgery

ภายหลังการดมยาสลบเพื่อผ่าตัด major surgery เช่น ศัลยกรรมหัวใจและทรวงอก หรือศัลยกรรมในช่องท้อง การผ่าตัดดังกล่าวถือเป็นการผ่าตัดที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนทางระบบหายใจ ภายหลังการผ่าตัด (postoperative pulmonary complication; PPC) ซึ่งกลไกหนึ่งที่น่าไปสู่ PPC คือ การมีภาวะปอดแฟบ (atelectasis) ภายหลังการผ่าตัด (รูปที่ 1)¹⁰ ดังนั้น จึงมีการตั้งสมมุติฐานว่า การใช้ HFNC อาจมีประโยชน์ช่วยลด PPC ในผู้ป่วยกลุ่มดังกล่าวได้ ในปี 2558 ได้มีการศึกษาแบบสุ่มตัวอย่าง ชื่อ BiPOP ทำการศึกษาในไอซียู 6 แห่งในประเทศฝรั่งเศส¹¹ ศึกษาเพื่อพิสูจน์ว่า HFNC ไม่ได้แย่ไปกว่าการใช้ NPPV (non-inferiority trial) ในผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจ และมีภาวะใดภาวะหนึ่งต่อไปนี้ 1) มีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะหายใจล้มเหลวหลังถอดท่อช่วยหายใจ (BMI >30, left ventricular ejection fraction <40%, เคยถอดท่อช่วยหายใจไม่สำเร็จ) หรือ 2) ทดลองให้หายใจเองแล้วไม่สำเร็จ (failed spontaneous breathing trial) หรือ 3) ถอดท่อช่วยหายใจแล้วเหนื่อยมากขึ้น โดยทำการศึกษาแบบสุ่มตัวอย่างไปข้างหน้าในผู้ป่วย 830 ราย ภายหลังผ่าตัดศัลยกรรมหัวใจและทรวงอก เปรียบเทียบการใช้ HFNC โดยเปิด flow 50 ลิตร/นาที และใช้ FiO₂ 0.5 (n = 414) กับผู้ป่วยที่ใช้ NPPV ผ่าน full-face mask อย่างน้อย 4 ชม./วัน โดยใช้ pressure support 8 ซม.น้ำ และ PEEP 4 ซม.น้ำ (n = 416) ผลการศึกษาพบว่า การใช้ HFNC ไม่ได้แย่ไปกว่า NPPV ในแง่ต่าง ๆ

ได้แก่ อัตราการใส่ท่อช่วยหายใจซ้ำ การเปลี่ยนไปรักษาด้วยวิธีอื่น การหยุดการรักษาเพราะเกิดภาวะแทรกซ้อนหรืออัตราการตาย เป็นต้น ประเด็นที่น่าสนใจ คือ การศึกษานี้พบว่า กลุ่มที่ใช้ NPPV มีอัตราการเกิดผิวน้ำตาลออก (ร้อยละ 10) มากกว่ากลุ่มที่ใช้ HFNC (ร้อยละ 3) อย่างมีนัยสำคัญ การศึกษา BiPOP นี้จึงสนับสนุนการใช้ HFNC ในผู้ป่วยหลังผ่าตัดศัลยกรรมหัวใจและทรวงอก ที่มีความเสี่ยงจะเกิดภาวะหายใจล้มเหลวหลังถอดท่อช่วยหายใจ ซึ่งผลการศึกษานี้เป็นไปในทิศทางเดียวกับการศึกษาหนึ่ง

ซึ่งเป็นการศึกษาแบบ meta-analysis ศึกษาในผู้ป่วยที่มาผ่าตัดศัลยกรรมหัวใจและทรวงอก¹² แต่เปรียบเทียบระหว่างการใช้ HFNC กับการใช้ COT ผลการศึกษาพบว่า การใช้ HFNC สามารถใช้ได้อย่างปลอดภัยในผู้ป่วยหลังผ่าตัดศัลยกรรมหัวใจและทรวงอก แม้อัตราการใส่ท่อช่วยหายใจซ้ำจะไม่แตกต่างกัน แต่ผู้ป่วยกลุ่มที่ใช้ HFNC สามารถลดการช่วยหายใจลงได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ COT อย่างไรก็ดี ในปี 2559 มีการศึกษาแบบสุ่มตัวอย่างไปข้างหน้า ในผู้ป่วยที่มารับ





การผ่าตัดศัลยกรรมช่องท้อง และได้รับการช่วยหายใจแบบ lung-protective ventilation ในขณะผ่าตัด การศึกษานี้ชื่อ OPERA trial¹³ ศึกษาเปรียบเทียบการใช้ HFNC ทันทีหลังจากถอดท่อช่วยหายใจ (n = 108) กับ การใช้ COT ทันทีหลังจากถอดท่อช่วยหายใจ (n = 112) ผลการศึกษาพบว่า ผู้ป่วยทั้ง 2 กลุ่มมีอัตราการเกิดภาวะพร่องออกซิเจนที่ 1 ซม. หลังถอดท่อช่วยหายใจ และภาวะ PPC ไม่แตกต่างกัน ผลการศึกษานี้จึงสรุปว่า การใช้ HFNC เป็นประจำ (routine) หลังถอดท่อช่วยหายใจในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดช่องท้องไม่มีประโยชน์มากกว่า การใช้ COT อย่างไรก็ดี การศึกษา OPERA ต่างจาก BiPOP¹¹ ตรงที่การศึกษา OPERA¹³ ไม่ได้นำผู้ป่วยที่มีภาวะอ้วนเข้ามาร่วมศึกษาด้วย ซึ่งเป็นที่ทราบดีว่า ภาวะอ้วนเป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญปัจจัยหนึ่งของการเกิด PPC นอกจากนี้ การศึกษา OPERA ได้เลือกเฉพาะผู้ป่วยหลังผ่าตัดช่องท้องที่ได้รับการช่วยหายใจแบบ lung-protective ventilation ซึ่งการช่วยหายใจดังกล่าวพบว่า มีประโยชน์ช่วยลดการเกิด PPC ได้อย่างมีนัยสำคัญ¹⁴ ดังนั้น การนำ HFNC มาใช้ในผู้ป่วยกลุ่มที่ได้รับการช่วยหายใจด้วยวิธีดังกล่าวอยู่แล้ว อาจไม่ได้ประโยชน์มากนักในแง่ของการลด PPC

บทสรุป

จากหลักฐานเชิงประจักษ์ต่าง ๆ ข้างต้น สิ่งสำคัญซึ่งทำให้ผลการศึกษาลายการศึกษาออกมาขัดแย้งกันเกิดได้จากตัวแปรที่แตกต่างกันในแต่ละการศึกษา ได้แก่ ลักษณะพยาธิสภาพของผู้ป่วย การใช้ protocol ในการเริ่มและหยุดใช้ HFNC รวมถึงอุปกรณ์ที่นำมาเปรียบเทียบกับ HFNC ซึ่งมีผลต่อสรีรวิทยาของระบบทางเดินหายใจที่แตกต่างกันอย่างมาก (O₂ cannula, O₂ face mask, NPPV) อย่างไรก็ตาม การใช้ HFNC พบว่า อาจไม่ด้อยไปกว่าการใช้ NPPV ในแง่ของการป้องกันการเกิดภาวะหายใจล้มเหลวหลังถอดท่อช่วยหายใจ โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่พร้อมจะถอดท่อช่วยหายใจ แต่มีปัจจัยเสี่ยงของการเกิดการใส่ท่อช่วยหายใจซ้ำ นอกจากนั้น ผู้ป่วยที่อาจได้ประโยชน์จากการใช้ HFNC คือ ผู้ป่วยที่มีภาวะพร่องออกซิเจนในเลือด (โดยไม่มีภาวะหัวใจล้มเหลวหรือคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดคั่ง) ผู้ป่วยระยะสุดท้ายที่ไม่ต้องการใส่ท่อช่วยหายใจ แต่ใช้ HFNC เพื่อลดงานในการหายใจ เป็นต้น ในขณะที่ผู้ป่วยกลุ่มอื่นยังคงต้องรอการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อยืนยันถึงประโยชน์ของ HFNC เช่น ผู้ป่วยที่มีภาวะคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดคั่ง หรือผู้ป่วยที่มีภาวะหัวใจล้มเหลว เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- Papazian L, Corley A, Hess D, Fraser JF, Frat JP, Guitton C, et al. Use of high-flow nasal cannula oxygenation in ICU adults: a narrative review. *Intensive Care Med* 2016;42:1336-49.
- Corley A, Rickard CM, Aitken LM, Johnston A, Barnett A, Fraser JF, et al. High-flow nasal cannulae for respiratory support in adult intensive care patients. *Cochrane Database Syst Rev* 2017;5:CD010172.doi:10.1002/14651858.
- Zhao H, Wang H, Sun F, Lyu S, An Y. High-flow nasal cannula oxygen therapy is superior to conventional oxygen therapy but not to noninvasive mechanical ventilation on intubation rate: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2017;21:184.
- Messika J, Ahmed KB, Gaudry S, Miguel-Montanes R, Rafat C, Sztymf B, et al. Use of high-flow nasal cannula oxygen therapy in subjects with ARDS: a 1-year observational study. *Respir Care* 2015;60:162-9.
- Thompson BT, Chambers RC, Liu KD. Acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2017;377:562-72.
- Frat JP, Thille AW, Mercat A, Girault C, Ragot S, Perbet S, et al. High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure. *N Engl J Med* 2015;372:2185-96.
- Hernández G, Vaquero C, Colinas L, Cuena R, González P, Canabal A, et al. Effect of postextubation high-flow nasal cannula vs noninvasive ventilation on reintubation and postextubation respiratory failure in high-risk patients: A randomized clinical trial. *JAMA* 2016;316:1565-74.
- Rittayamai N, Tscheikuna J, Praphruekit N, Kijpinyochai S. Use of high-flow nasal cannula for acute dyspnea and hypoxemia in the emergency department. *Respir Care* 2015;60:1377-82.
- Jones PG, Kamona S, Doran O, Sawtell F, Wilsher M. Randomized controlled trial of humidified high-flow nasal oxygen for acute respiratory distress in the emergency department: The HOT-ER study. *Respir Care* 2016;61:291-9.
- Ball L, Bos LD, Pelosi P. High-flow nasal cannula in the postoperative period: Is positive pressure the phantom of the OPERA trial? *Intensive Care Med* 2017;43:119-21.
- Stéphan F, Barrucand B, Petit P, Rézaiguia-Delclaux S, Médard A, Delannoy B, et al. High-flow nasal oxygen vs noninvasive positive airway pressure in hypoxemic patients after cardiothoracic surgery. A randomized clinical trial. *JAMA* 2015;313:2331-9.
- Zhu Y, Yin H, Zhang R, Wei J. High-flow nasal cannula oxygen therapy vs conventional oxygen therapy in cardiac surgical patients: A meta-analysis. *J Crit Care* 2017;38:123-8.
- Futier E, Paugam-Burtz C, Godet T, Khoi-Ear L, Rozencwajg S, Dealy JM, et al. Effect of early postoperative high-flow nasal cannula vs conventional oxygen therapy on hypoxaemia in patients after major abdominal surgery: a French multicentre randomised controlled trial (OPERA). *Intensive Care Med* 2016;42:1888-98.
- Futier E, Constantin JM, Paugam-Burtz C, Pascal J, Eurin M, Neuschwander A, et al. A trial of intraoperative low-tidal volume ventilation in abdominal surgery. *N Engl J Med* 2013;369:428-37.