

# การใช้เครื่องช่วยหายใจความถี่สูงเพื่อเปิดปอด (Lung recruitment) ในผู้ป่วยเด็กที่ประสพภาวะการหายใจล้มเหลวชนิดรุนแรง (ALI/ARDS)

รุจิภัตต์ สำราญสำรวจกิจ

## บทนำ

Acute lung injury (ALI) และ Acute respiratory distress syndrome (ARDS) เป็นสาเหตุสำคัญของการเสียชีวิตของผู้ป่วยในหอผู้ป่วยวิกฤตทั้งในผู้ใหญ่และเด็ก<sup>(1)</sup> การวินิจฉัยใช้คำนิยามของ American-European Consensus (1994) ซึ่งประกอบด้วยอาการทางคลินิก ร่วมกับการเปลี่ยนแปลงของภาพรังสีทรวงอกที่พบความผิดปกติกระจายอยู่ทั่วไปในปอดทั้งสองข้าง (diffuse alveolar damage) จากการศึกษาพบว่า การใช้คำนิยามนี้ให้ความถูกต้องแค่เพียงปานกลางเท่านั้น โดยเฉพาะผู้ป่วยซึ่งสาเหตุของการเกิดภาวะ ALI/ ARDS มาจาก extra-pulmonary cause เช่น sepsis syndrome, multiple trauma ในขณะที่ภาวะ ALI/ ARDS ที่เกิดจาก pulmonary cause เช่น pneumonia, aspiration syndrome การใช้คำนิยามนี้ยังให้ความถูกต้องในการวินิจฉัยไม่ดีเท่ากับการวินิจฉัยโดยใช้การเปลี่ยนแปลงทางพยาธิสภาพที่ปอด (pathological change) ทำให้อัตราตายของภาวะ ALI/ ARDS ในแต่ละรายงานแตกต่างกันออกไป เนื่องจากการวินิจฉัยที่ต่างกัน<sup>(2;3)</sup>

การรักษาหลักสำหรับภาวะ ALI/ ARDS ประกอบด้วยการรักษาแบบประคับประคอง (supportive care) ที่ไม่ใช่ยา (non-pharmacologic) เช่น การจำกัดการให้สารน้ำ (restrictive fluids) การประคับประคองให้สถานะของระบบไหลเวียนโลหิตคงที่ (hemodynamically stable) และการรักษาเพื่อเพิ่มปริมาณของ cardiac output ให้เพียงพอ และการใช้เครื่องช่วยหายใจอย่างเหมาะสม รวมทั้งการรักษาด้วยยา (Pharmacologic) เช่น การให้ pulmonary surfactant<sup>(4)</sup> หรือในปัจจุบันมีรายงานผลการวิจัยถึงผลดีของการให้ยา steroids ในขนาดต่ำในระยะแรก (1 mg/kg/d)<sup>(5)</sup> มีแนวโน้มว่าสามารถลดอัตราการตายของผู้ป่วยภาวะ ARDS ลงได้

## ภัยอันตรายที่เกิดขึ้นกับถุงลมปอดจากการใช้เครื่องช่วยหายใจ (Ventilator-induced lung injury)

การศึกษาของ Webb และ Tierney ที่แสดงให้เห็นถึงภัยอันตรายจากการใช้ high tidal volume ในสัตว์ทดลอง ทำให้เกิด proteinaceous lung edema และการเปลี่ยนแปลงของพยาธิสภาพในปอดที่เหมือนกับของผู้ป่วย ALI/ARDS นับเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้เกิดความสงสัยว่าเครื่องช่วยหายใจแรงดันบวกสามารถก่อให้เกิดภัยอันตรายต่อปอดได้เหมือนที่พบในผู้ป่วยภาวะ ALI/ ARDS

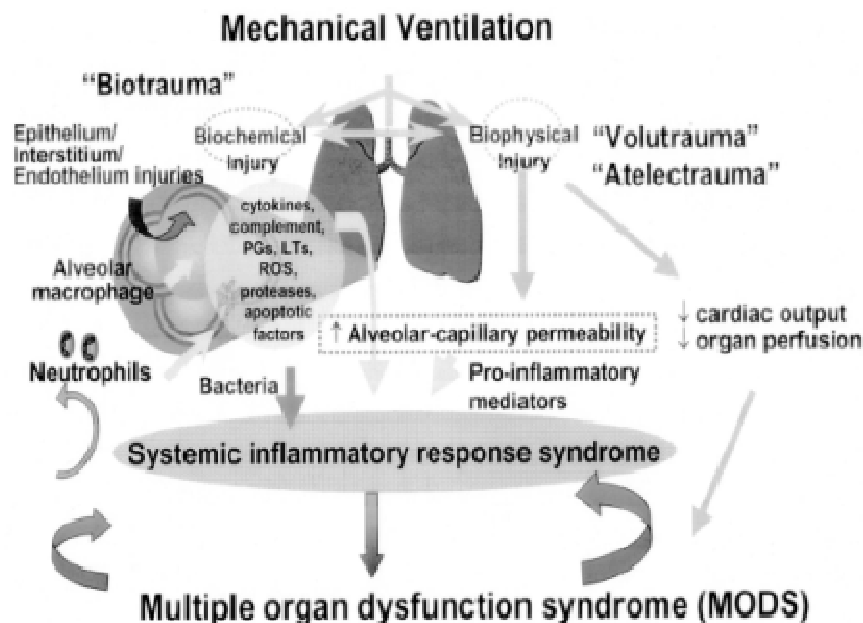
จากการติดตามศึกษาถึงผลกระทบของการใช้เครื่องช่วยหายใจในผู้ป่วยภาวะ ALI/ ARDS สามารถแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงพยาธิสภาพในปอดขึ้นดังนี้ คือ<sup>(6;7)</sup>

1. ในระหว่างที่เครื่องช่วยหายใจทำงานในการจ่ายก๊าซเข้าสู่ปอด (respiratory cycle) มีถุงลมปอดส่วนหนึ่งที่ยุบแฟบอยู่ตลอดเวลาและมีภาวะบวม น้ำ ซึ่งส่งผลให้ total lung capacity ของปอดลดลง

2. แม้ในขณะที่ตั้ง tidal volume ในขนาดปกติ (6-8 cc/kg) ในช่วงของ inspiration ของการใช้เครื่องช่วยหายใจจะมีถุงลมปอดบางส่วนขยายขนาดขึ้นมาก (overdistension) ซึ่งอาจเกิดจากแรงดันลมในถุงลมปอดที่มีขนาดเล็กซึ่งมีค่าสูงกว่าทำให้ถุงลมนั้นยุบแฟลงจากการที่ลม shunt ไปยังถุงลมปอดที่มีขนาดใหญ่กว่าตามช่องทาง Canal of Lambert และ Pore of Kohn

3. ในระหว่างที่เครื่องช่วยหายใจทำงานจะมีถุงลมปอดบางส่วนที่เกิด atelectasis จะถูกทำลายจากการเปิด-ปิดของถุงลม ที่เรียกว่า open & closed injury เนื่องจากถุงลมปอดส่วนนี้จะไม่ stable กล่าวคือ ไม่มีลมค้างในช่วงสุดท้ายหายใจออก ทำให้ทุกครั้งที่เครื่องช่วยหายใจทำงานในช่วงของ inspiration ถุงลมส่วนนี้จะถูกแรงดันจากเครื่องช่วยหายใจทำให้เปิดออกทุกครั้ง ซึ่งจะสังเกตเห็นสภาวะนี้ได้ชัดมากขึ้นถ้าตั้ง PEEP ต่ำกว่าค่าที่ควรจะเป็น

ดังนั้นในปัจจุบันจึงเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปแล้วว่าการใช้เครื่องช่วยหายใจที่ถูกต้องและเหมาะสมตั้งแต่ระยะเริ่มแรกมีส่วนสำคัญต่อการรอดชีวิตของผู้ป่วยที่มีภาวะหายใจล้มเหลวชนิดรุนแรง (ARDS) และการใช้เครื่องช่วยหายใจที่ไม่เหมาะสม เช่น ตั้งค่า PEEP ต่ำเกินไป ตั้งค่า peak inspiratory pressure ที่สูงเกินไป (barotrauma) หรือตั้ง tidal volume ที่มากเกินไป (volutrauma) อาจทำให้เกิดภาวะ recurrent overdistension ของถุงลมปอด ซึ่งส่งผลให้เกิดภาวะ shear stress injury และ cyclic atelectasis ทำให้มีการทำลายเนื้อเยื่อปอด มากขึ้นจากขบวนการต่างๆ เช่น local และ systemic inflammation, direct disruption ของ alveolar membrane หรือลดความสามารถในการขจัด fluids ภายในถุงลม เป็นต้น สิ่งที่เกิดขึ้นนี้มีส่วนสำคัญที่จะทำให้เกิด ภัยอันตรายที่เกิดขึ้นกับถุงลมปอดจากการใช้เครื่องช่วยหายใจ (ventilator-induced lung injury) และทำให้อวัยวะต่างๆ ทำงานบกพร่องตามมา (multiple organ dysfunction syndrome) ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงกลไกการเกิดภาวะ Multiple organ dysfunction syndrome จาก ventilator-induced lung injury

ผลการวิจัยทั้งในสัตว์ทดลองและมนุษย์ในช่วงที่ผ่านมาช่วยทำให้เกิดความเข้าใจเรื่องกลไกการเกิดพยาธิสภาพในปอดของผู้ป่วย ARDS มากขึ้น คำถามสำคัญในปัจจุบันที่ต้องการคำตอบ คือ เราจะทำอย่างไร เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดภัยอันตรายขึ้นกับถุงลมปอดจากการใช้เครื่องช่วยหายใจ (ventilator-induced lung injury) รายงานผลการศึกษาโดยการตั้งเครื่องช่วยหายใจแบบ low tidal volume (6 ซีซี/ น้ำหนักเป็น กก.) พบว่าสามารถลดอัตราการตายของผู้ป่วย ARDS ลงได้ แต่การตั้ง low tidal volume เพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอต่อการรักษาผู้ป่วย ARDS ซึ่งปอดมีพยาธิสภาพเกิดขึ้นทั่วไปในถุงลมปอดส่วนต่างๆ ดังนั้นการใช้ PEEP เพื่อช่วยเปิดถุงลมปอดและพองให้ถุงลมเปิดอยู่โดยไม่ยุบแฟบลงในช่วงสุดท้ายหายใจออก (open & closed, cyclic injury) ตั้งแต่ระยะเริ่มแรกหลังการวินิจฉัยจึงมีความสำคัญ ปัจจุบันเทคนิคการตั้งค่า PEEP ที่เหมาะสมยังคงเป็นคำถามงานวิจัยที่รอคอยคำตอบ อย่างไรก็ตามมีงานวิจัยใหม่ que แสดงผลดีของการตั้งค่า PEEP โดยวิธีเริ่มตั้งค่า PEEP ที่ระดับสูงก่อนจากนั้นจึงปรับลดลงมาเพื่อหาค่า PEEP ที่เป็น critical closing pressure โดยดูจากค่า compliance ที่เรียกว่า Decremental PEEP titration ซึ่งพบว่าให้ผลดีกว่าวิธีการปรับเพิ่มค่า PEEP ตามการตอบสนองของผู้ป่วยโดยดูจากค่า SpO2

ในบทความนี้จะกล่าวถึงเทคนิคการเปิดถุงลมปอดโดยการใช้เครื่องช่วยหายใจความถี่สูง (HFOV: lung recruitment maneuver) ในผู้ป่วยที่ประสพภาวะการหายใจล้มเหลวชนิดรุนแรง ซึ่งในอนาคตข้างหน้า อาจจะมีบทบาทเพิ่มขึ้นในการช่วยให้ผลลัพธ์ของการรักษาโดยเฉพาะทำให้อัตราตายของผู้ป่วย ARDS ลดลง

## **การใช้เครื่องช่วยหายใจความถี่สูงเพื่อเปิดปอด (HFOV: Open Lung Technique) ในผู้ป่วยเด็กที่ประสพภาวะการหายใจล้มเหลวชนิดรุนแรง (ALI/ARDS)**

ในอดีตเมื่อกล่าวถึงเทคนิควิธีการช่วยหายใจด้วยเครื่องช่วยหายใจความถี่สูง (high frequency ventilation, HFV) จะถูกจัดอยู่ในประเภท unconventional mode ซึ่งหมายถึงเทคนิควิธีการช่วยหายใจที่จะเลือกใช้ ในกรณีพิเศษ หรือกรณีที่เป็นจริง ๆ ซึ่งเทคนิควิธีการช่วยหายใจอื่นๆ ที่ใช้เป็นประจำ (conventional mode) ไม่สามารถช่วยให้ผู้ป่วยมีอาการดีขึ้น และยังไม่เป็นที่ยอมรับกันทั่วไป

HFOV เป็นเครื่องช่วยหายใจความถี่สูงที่ถูกนำมาใช้ครั้งแรกในทารกแรกเกิด แต่ในปัจจุบันมีการใช้ กว้างขวางมากขึ้นทั้งในเด็กโตและผู้ใหญ่เนื่องจากผลการรักษาในปัจจุบันดีขึ้น ดังนั้นเราจึงไม่จำเป็นต้องแยกเทคนิค วิธีการช่วยหายใจด้วยเครื่องช่วยหายใจความถี่สูงว่าเป็น unconventional mode เพราะจะทำให้เกิดความลังเลในการ เลือกใช้ แต่อาจจำเป็นต้องแยกประเภทเครื่องช่วยหายใจเป็นกลุ่มต่างหากให้ชัดเจนเท่านั้น สาเหตุหลักที่ทำให้มีการ ใช้เครื่องช่วยหายใจความถี่สูงในการรักษาผู้ป่วยเพิ่มขึ้นอาจมาจากหลายสาเหตุ ได้แก่ ผลการศึกษาวิจัยโดยใช้ เครื่องช่วยหายใจความถี่สูงในผู้ใหญ่ที่ประสพภาวะการหายใจล้มเหลวชนิดรุนแรงพบว่าได้ผลดี รวมทั้งงานการวิจัยใน เด็กซึ่งผู้เขียนและผู้วิจัยหลายกลุ่มเคยรายงานไว้(8-12) นอกจากนี้การพัฒนาอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเฉพาะให้สามารถใช้ได้ในผู้ใหญ่หรือในเด็กโต (HFOV 3100B) โดยได้รับการรับรองจากองค์การอาหารและยา ของสหรัฐอเมริกา

การใช้คำว่า High frequency ventilation โดยทั่วไปหมายถึง การใช้เครื่องช่วยหายใจในอัตราที่สูงกว่า ระดับการหายใจปกติซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ในระดับเริ่มต้นอย่างน้อยที่สุด คือ 3 Hz (180 ครั้ง/นาที) และมี tidal volume ที่มีค่าน้อย ซึ่งในบางกรณีจะต่ำกว่า anatomical dead space ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้เครื่องช่วยหายใจแบบ

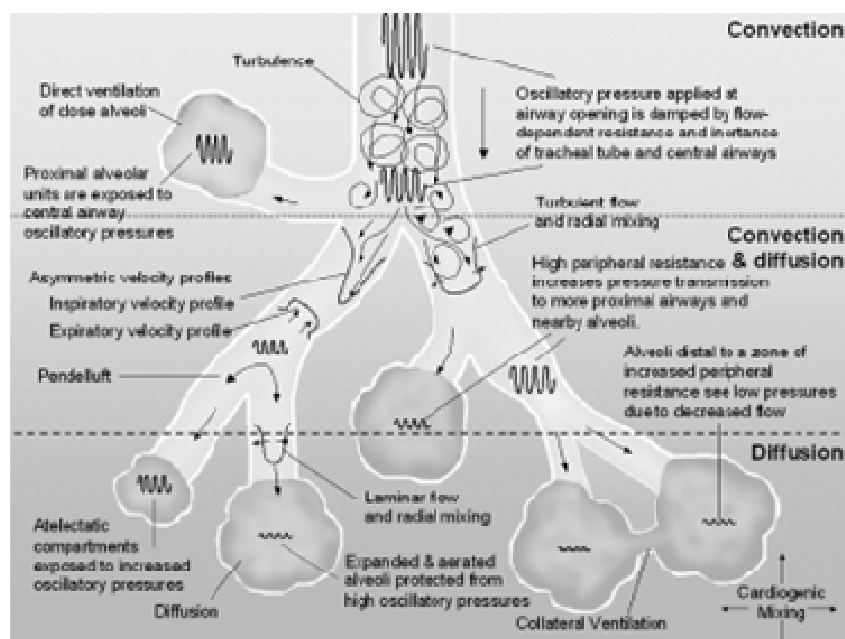
HFOV ในผู้ป่วย ALI/ARDS คือ การประยุกต์ใช้หลักการ lung protective strategies เช่นเดียวกับการตั้ง optimum PEEP ในเครื่องช่วยหายใจทั่วไป ร่วมกับการใช้ very low tidal volume เพื่อจะลด VILI

ในปัจจุบันเครื่องช่วยหายใจความถี่สูงแบ่งออกเป็น 4 ชนิด แต่ที่ใช้กันแพร่หลายมีเพียง 2 ชนิด<sup>(13)</sup>

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะของเครื่องช่วยหายใจความถี่สูงชนิดต่าง ๆ

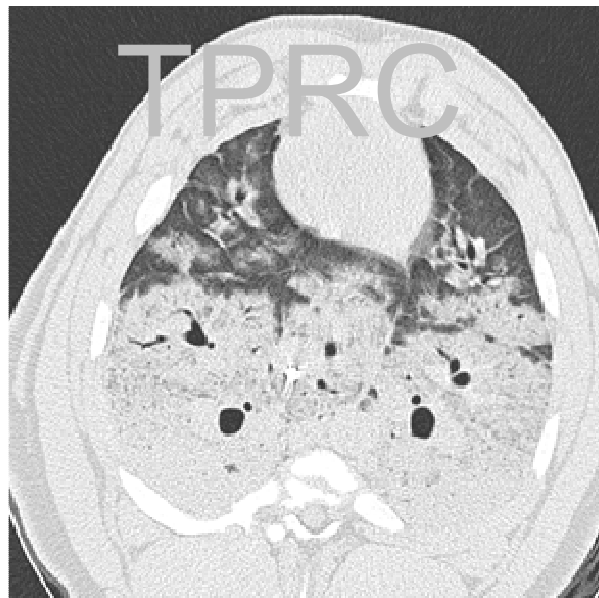
ชนิด	HFPPV	HFJV	HFFI	HFOV
Tidal Volume	$>V_d$	$> \text{ or } < V_d$	$> \text{ or } < V_d$	$< V_d$
Frequency	60-150	60-600	300-1200	60-900 (1-15 hz )
Expiratory Phase Cycle	Passive	Passive	Passive	Active

จะสังเกตเห็นได้ว่า HFOV เป็นเครื่องช่วยหายใจความถี่สูงเพียงชนิดเดียวที่มี active phase cycle ทั้งในช่วงของ inspiration และช่วง expiration จึงทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซได้ผลดีกว่าชนิดอื่น ๆ ดังนั้น HFOV จึงเป็นเครื่องช่วยหายใจความถี่สูงที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันสำหรับผู้ป่วยทุกอายุตั้งแต่เด็กแรกเกิด เด็กโต และผู้ใหญ่



ภาพที่ 2 แสดงกลไกการแลกเปลี่ยนก๊าซของเครื่องช่วยหายใจความถี่สูง<sup>(14)</sup>

ความรู้ที่ได้รับจากงานวิจัยในผู้ป่วยภาวะ ARDS ซึ่งใช้ chest CT scan และ Electrical Impedance Tomography (EIT) ช่วยให้เข้าใจความสำคัญของ recruitment maneuver ในผู้ป่วย ARDS จากภาพที่ 3 จะเห็นว่าพยาธิสภาพในปอดที่เกิดขึ้นในผู้ป่วย ARDS ส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณปอดที่อยู่ด้านล่าง (dependent part) โดยถุงลมปอดส่วนใหญ่จะเกิด atelectasis/alveolar collapse ซึ่งปริมาณและขนาดขึ้นอยู่กับความรุนแรงของโรค ดังนั้นการใช้เครื่องช่วยหายใจแรงดันบวกในผู้ป่วยกลุ่มนี้ก็จะถ่ายเทไปสู่ถุงลมส่วนที่ดี (non-dependent part) เป็นส่วนใหญ่ จึงทำให้ถุงลมส่วนนี้ขยายใหญ่มากกว่าปกติ (overdistension) และมีโอกาสเกิดภาวะลมรั่วในช่องอกและส่วนอื่นๆ ตามมาได้ (air leak syndrome)



ภาพที่ 3 ภาพ CT scan ของปอดผู้ป่วยที่ประสบภาวะ ARDS แสดงตำแหน่งของปอดหรือถุงลมปอดที่อยู่บริเวณด้านล่าง (dependent part) ส่วนใหญ่จะเกิด atelectasis/alveolar collapse

ในภาพที่ 4 เป็นภาพที่เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรปอดโดยใช้ PEEP titration โดยเครื่องช่วยหายใจแบบ conventional กับเทคนิคการเปิดปอด (Recruitment maneuver, RM) ด้วยเครื่อง HFOV ในสัตว์ทดลอง

การประเมินปริมาตรปอดของผู้ป่วยที่ใช้เครื่อง HFOV เพื่อปรับตั้งค่า mean airway pressure (MAP) ให้เหมาะสม นอกจากจะใช้ภาพรังสีทรวงอกแล้วในปัจจุบันมีการศึกษาโดยอาศัยความก้าวหน้าทาง radioimaging technology ที่เรียกว่า Electrical impedance tomography (EIT) มาช่วยได้ ทั้งนี้โดยอาศัยหลักการเดียวกันกับที่นำไปใช้กับเครื่องช่วยหายใจแบบ conventional โดยใช้ EIT เฝ้าติดตามการขยายตัวของปอดเป็นระยะๆ เพื่อให้ได้ปริมาตรปอดที่ต้องการ ดังแสดงในภาพที่ 5 (15-17) ซึ่งการใช้อุปกรณ์ดังกล่าวช่วยทำให้การรักษาผู้ป่วยมีประสิทธิภาพที่ดีมากขึ้น ทำให้แพทย์ปรับตั้งค่า mPaw ได้เหมาะสมและปลอดภัยมากขึ้น