

10

Predictors of Weaning from Mechanical Ventilation

สุนิตรา ศิริธำกุล

ในการพิจารณาว่าผู้ป่วยรายใดพร้อมที่จะหยุดใช้เครื่องช่วยหายใจ (weaning from mechanical ventilation) นั้น ต้องคำนึงถึงปัจจัยสำคัญ 3 ประการ คือ พยาธิสภาพที่เป็นสาเหตุทำให้ผู้ป่วยต้องใช้เครื่องช่วยหายใจ ทั้งนี้รวมถึงพยาธิสภาพที่เกิดใหม่จากผลแทรกซ้อนที่ต้องดีขึ้นเพียงพอ ผู้ป่วยต้องมีกำลังสำรองในการหายใจเองเพียงพอ และต้องไม่อยู่ในภาวะที่ไม่ควรเลิกใช้เครื่องช่วยหายใจ เช่น hemodynamic instability เป็นต้น

การทำนายผลของการหยุดใช้เครื่องช่วยหายใจ (weaning outcome) โดยทั่วไปอาศัยการประเมินจากลักษณะทางคลินิกเป็นสิ่งสำคัญที่สุด แม้จะทำโดยแพทย์ ผู้มีประสบการณ์ยังพบว่าผิดพลาดได้ หลายครั้งที่พบว่าผู้ป่วยที่พร้อมจะหยุดใช้เครื่องช่วยหายใจกลับไม่สามารถหยุดใช้เครื่องช่วยหายใจได้ ดังนั้นจึงควรใช้การพิจารณาทางคลินิกร่วมกับดัชนีทางสรีรวิทยา (physiologic index) ในการตัดสินใจว่าผู้ป่วยถึงเวลาเหมาะสมที่จะลด/หยุดใช้เครื่องช่วยหายใจหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อเพิ่มอัตราความสำเร็จในการหยุดใช้เครื่องช่วยหายใจให้สูงขึ้น¹

มีการศึกษาถึงตัวบ่งชี้หลายอย่างที่อาจนำมาใช้ช่วยทำนายผลของการหยุดใช้เครื่องช่วยหายใจซึ่งส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในผู้ป่วยผู้ใหญ่²⁻⁷ พบว่าปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผลการศึกษาในปัจจุบันแตกต่างจากผลการศึกษา

ในอดีต² ได้แก่ กลุ่มประชากรที่ต่างกัน การใช้เทคนิควิธีที่แตกต่างกันในการวัด parameter ตลอดจนการขาด objective criteria ที่ชัดเจนในการทำนายผลของการหยุดใช้เครื่องช่วยหายใจ โดยทั่วไป physiologic parameters ที่ดีซึ่งเหมาะที่จะพิจารณานำมาใช้ควรมีความถูกต้องแม่นยำในการวัดสูง (high technical accuracy) ให้ผลในการวัดที่เที่ยงตรงในการวัดซ้ำแต่ละครั้ง (high reproducibility) สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับผู้ป่วยได้ง่าย และเครื่องมือที่ใช้วัดควรมีราคาไม่แพง อย่างไรก็ตามยังไม่มี physiologic parameters ตัวใดที่สามารถทำนายผลได้สมบูรณ์ 100% ตัวบ่งชี้ที่ใช้ในการทำนายผลของการหยุดใช้เครื่องช่วยหายใจดังแสดงในตารางที่ 1

การศึกษาวิจัยในระยะหลังพบว่า parameters บางตัวที่นิยมใช้ในการทำนายผลของการหยุดใช้เครื่องช่วยหายใจว่าจะสำเร็จหรือล้มเหลวในอดีต เช่น vital capacity, maximal inspiratory pressure (P_Imax) และ minute ventilation (V_E) มีผลบวกวงและผลลบวงได้บ่อย ทำให้การใช้ตัวบ่งชี้เหล่านี้เพียงตัวใดตัวหนึ่งในการทำนายจึงไม่ค่อยแม่นยำนัก⁸ สำหรับตัวบ่งชี้ตัวอื่น เช่น การวัด airway occlusion pressure คือ การวัดแรงดันลบที่เกิดขึ้นในทางเดินหายใจเมื่อให้ผู้ป่วยหายใจเข้าผ่านทาง occluded airway โดยวัดที่เวลา 0.1 วินาที

ตารางที่ 1 ตัวบ่งชี้ที่ใช้ในการทำนายผลของการหยุดใช้เครื่องช่วยหายใจ²

Physiologic parameter	Predictive of success
Minute ventilation (ลิตร/นาที)	≤ 15
Respiratory frequency (ครั้ง/นาที)	≤ 38
Tidal volume (มล.)	≥ 325
Tidal volume/patient's weight (มล./กก.)	≥ 4
Maximal inspiratory pressure (ซ.ม.น้ำ)	≤ -15
Dynamic compliance (มล./ซ.ม.น้ำ)	≥ 22
Static compliance (มล./ซ.ม.น้ำ)	≥ 33
PaO ₂ /PAO ₂ ratio	≥ 0.35
Frequency/tidal volume ratio (ครั้ง/นาที/ลิตร)	≤ 105
CROP index (มล./ครั้ง/นาที)	≥ 13

หรือ 100 มิลลิวินาทีแรกของการหายใจ นิยมเรียก P_{0.1} หรือ P₁₀₀ มีค่าเป็นลบแต่นิยมใช้ค่า absolute จึงเป็นตัวเลขค่าบวก ใช้ประเมิน ventilatory drive ว่าผู้ป่วยสามารถเริ่มต้นการหายใจเองได้หรือไม่ ค่านี้จะลดลงต่ำกว่าปกติในผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของศูนย์ควบคุมการหายใจหรือมี central hypoventilation ถ้าค่านี้สูงบ่งว่าผู้ป่วยมี ventilatory drive สูง ซึ่งไม่ได้หมายความว่าดีเสมอไปเพราะอาจหมายถึงภาวะที่มี respiratory demand สูงซึ่งมักพบในภาวะ hypercapnia ดังนั้นค่า P_{0.1} ที่สูงจึงบ่งว่าจะลดหรือหยุดใช้เครื่องช่วยหายใจได้ยาก ผู้ป่วยที่มี P_{0.1} ≥ 6 cmH₂O มักจะไม่สามารถลดหรือหยุดใช้เครื่องช่วยหายใจได้ อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาจนถึงปัจจุบันยังไม่สามารถสรุปได้ว่าค่านี้มีประโยชน์จริงๆ หรือไม่ในการทำนายผลของการหยุดใช้เครื่องช่วยหายใจ ส่วน maximal inspiratory pressure (MIP or PI_{max}) หรือ negative inspiratory force (NIF) คือ การวัด maximal airway pressure ในขณะที่ผู้ป่วยหายใจเข้าเต็มที่ผ่าน unidirectional valve ซึ่งจะยอมผู้ป่วยให้หายใจออกได้แต่หายใจเข้าไม่ได้ ทำได้โดยให้ผู้ป่วยเริ่มหายใจเข้าหลังจากที่หายใจออกจนสุดหรือจนถึง residual volume ค่า PI_{max} ที่วัดได้จะขึ้นอยู่กับปริมาตรปอดเมื่อผู้ป่วยเริ่มหายใจเข้าและ ventilatory

drive ของผู้ป่วย โดยใช้ค่าที่ดีที่สุดที่วัดใน 20-30 วินาที ค่า PI_{max} ที่ต่ำกว่า -25 ซ.ม.น้ำ บ่งว่าผู้ป่วยน่าจะหายใจเองได้ ค่านี้ช่วยบอกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจเข้ามากกว่าความทนทานของกล้ามเนื้อ⁹

จากการศึกษาถึงสาเหตุของความล้มเหลวของการหยุดใช้เครื่องช่วยหายใจพบว่า สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากปัจจัยหลายอย่างร่วมกัน (multifactorial factors) ดังนั้นการใช้ parameter เพียงตัวใดตัวหนึ่งจึงไม่สามารถทำนายผลได้ดี การศึกษาวิจัยในระยะหลังจึงเป็นการวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ที่มีข้อมูลหลายๆ อย่างร่วมกัน (multivariate indices) ซึ่งมีข้อดี คือ สามารถประเมินปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งด้าน respiratory mechanics และ respiratory muscle strength เชื่อว่าจะช่วยในการทำนายผลของการหยุดใช้เครื่องช่วยหายใจได้ถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น¹⁰ ตัวอย่างของ multivariate indices นี้ ได้แก่ weaning index³, ratio of inspiratory airway pressure to maximum inspiratory pressure (PI/PI_{max})^{11,12} rapid shallow breathing index (RSBI)² และ CROP index²

ตัวบ่งชี้ที่สำคัญและมี predictive power สูงกว่าตัวบ่งชี้อื่นๆ ดังกล่าวข้างต้น ได้แก่ RSBI และ CROP index ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในผู้ป่วยเด็กได้ด้วย¹⁰

โดย Rapid shallow breathing index (RSBI) คือ การวัดอัตราส่วนของอัตราการหายใจต่อ tidal volume (f/Vt) ซึ่งข้อดีของ RSBI คือ ประเมินได้ง่ายและถูกต้องเชื่อถือได้ ไม่ต้องการความร่วมมือจากผู้ป่วย ถ้าผู้ป่วยมีอัตราการหายใจเร็วและ tidal volume น้อย ค่าอัตราส่วนนี้จะสูงซึ่งโอกาสที่จะล้มเหลวในการหยุดใช้เครื่องช่วยหายใจก็จะสูงไปด้วย มีการศึกษาในผู้ป่วยผู้ใหญ่พิจารณาหลังจากหยุดใช้เครื่องช่วยหายใจเป็นเวลา 1 นาที พบว่าถ้าค่านี้ ≤ 100 ครั้ง/นาที/ลิตร โอกาสที่ผู้ป่วยจะสามารถหยุดใช้เครื่องช่วยหายใจสูง² ได้มีการนำ rapid shallow breathing index (RSBI) มาประยุกต์ใช้ในการศึกษาในผู้ป่วยเด็ก โดยคิด tidal volume ต่อน้ำหนักตัวของผู้ป่วยเป็นมล./กก. และวัดขณะผู้ป่วยหายใจโดยใช้เครื่องช่วยหายใจ setting ต่ำ พบว่าถ้าค่านี้ ≤ 11 ครั้ง/นาที/มล./กก. มี sensitivity 79%, specificity 78%, positive predictive value (PPV) 94% และ negative predictive value (NPV) 47% ในการทำนายความสำเร็จของการถอดท่อหลอดลมคอ (extubation)¹⁰ โดยในอีกการศึกษาหนึ่งซึ่งทำการศึกษาในผู้ป่วยเด็กเพื่อหา predictors สำหรับ successful extubation พบว่าถ้าผู้ป่วยมี RSBI ≤ 8 ครั้ง/นาที/มล./กก. โดยวัดในขณะที่ผู้ป่วยหายใจโดยใช้ CPAP 4 ซม.น้ำ โอกาสที่จะทำนายถูกต้องว่าผู้ป่วยจะประสบความสำเร็จในการถอดท่อหลอดลมคอ มี sensitivity และ specificity 74%, PPV 97% และ NPV 22%¹³

CROP index เป็นตัวบ่งชี้ที่รวม physiologic parameters หลายๆตัวเข้าไว้ด้วยกัน โดยวัด dynamic compliance (C_{dyn}), respiratory rate (RR), oxygenation (PaO_2/PAO_2) และ pressure index (maximum negative inspiratory pressure; PImax) สามารถคำนวณได้จาก

$$CROP = \frac{C_{dyn} \times PImax \times PaO_2/PAO_2}{RR}$$

เชื่อว่า CROP index นี้จะช่วยประเมินความสัมพันธ์ระหว่าง demand ของ respiratory system กับความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจในการตอบสนอง รวมทั้งประเมินความสามารถในการแลกเปลี่ยนก๊าซของปอด ถ้าค่านี้สูงจะมีโอกาสประสบความสำเร็จในการหยุดใช้เครื่องช่วยหายใจหรือถอดท่อหลอดลมคอสูง จึงเป็น physiologic parameter ที่ดีในการทำนาย successful weaning หรือ extubation จากการศึกษาในผู้ป่วยเด็กแสดง predictors สำหรับ successful extubation คำนวณ CROP index โดยคิด dynamic compliance ตามน้ำหนักตัวผู้ป่วยเป็นมล./กก. พบว่าถ้า CROP index ≥ 0.15 มล./กก./ครั้ง/นาที โอกาสที่จะทำนายถูกต้องว่าผู้ป่วยจะประสบความสำเร็จในการถอดท่อหลอดลมคอ มี sensitivity 83%, specificity 53%, PPV 96% และ NPV 20%¹³

นอกจากตัวบ่งชี้ที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังมีการศึกษาในระยะหลังในผู้ป่วยเด็กแสดงการเปรียบเทียบตัวบ่งชี้ต่างๆ ในการทำนายผลของการถอดท่อหลอดลมคอ พบว่า parameter ที่วัดได้ง่ายและสะดวกและสามารถใช้ทำนายผลของการถอดท่อหลอดลมคอได้ คือ tidal volume และ minute volume พบว่า tidal volume ที่มีค่า < 6 มล./กก. มี sensitivity 71%, specificity 85% และเป็นตัวบ่งชี้ที่มี area under the receiver operating characteristic curve (ROC) มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตัวบ่งชี้อื่นๆ และพบว่า minute volume ที่ < 180 มล./กก. มี sensitivity 57% และ specificity 85% ตามลำดับในการทำนายความล้มเหลวของการถอดท่อหลอดลมคอ¹⁴

เอกสารอ้างอิง

1. Tobin MJ. Advances in mechanical ventilation. *N Engl J Med* 2001;344(26):1992-6.
2. Yang KL, Tobin MJ. A prospective study of indexes predicting the outcome of trials of weaning from mechanical ventilation. *N Engl J Med* 1991;324(21):1445-50.
3. Jabour ER, Rabil DM, Trawit JD, Rochester DF. Evaluation of a new weaning index based on ventilatory endurance and the efficiency of gas exchange. *Am Rev Respir Dis* 1991;144:531-7.
4. Yang KL. Reproducibility of weaning parameters. *Chest* 1992;102:1829-32.
5. Goldstone J. The pulmonary physician in critical care.10: difficult weaning. *Thorax* 2002;57:986-91.
6. Meade M, Guyatt G, Cook D, Griffith L, Sinuff T, Kergl C, Mancebo J, Esteban A, Epstein S. Predicting success in weaning from mechanical ventilation. *Chest* 2001;120:400-24.
7. Martinez A, Seymour C, Nam M. Minute ventilation recovery time: a predictor of extubation outcome. *Chest* 2003;123:1214-21.
8. Tobin MJ, Alex CG. Discontinuation of mechanical ventilation. In: Tobin MJ, ed. *Principles and practice of mechanical ventilation*. New York:McGraw-Hill 1994:1177-206.
9. Tobin MJ. Respiratory monitoring in the intensive care unit. *Am Rev Respir Dis* 1988;138:1625-42.
10. Baumeister BL, El-Khatib M, Smith PG, Blumer JL. Evaluation of predictors of weaning from mechanical ventilation in pediatric patients. *Pediatr Pulmonol* 1997;24:344-52.
11. Ganida F, Blanco J. Evaluation of indexes predicting the outcome of ventilator weaning and value of adding supplemental inspiratory load. *Intens Care Med* 1992;18:327-33.
12. Yang KL. Inspiratory pressure/maximal inspiratory pressure ratio: a predictive index of weaning outcome. *Intens Care Med* 1993;19:204-8.
13. Thigarajan RR, Bratton SL, Martin LD, Brogan TV, Taylor D. Predictors of successful extubation in children. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;160:1562-66.
14. Manczur TI, Greenough A, Pryor D, Rafferty GF. Comparison of predictors of extubation from mechanical ventilation in children. *Pediatr Crit Care Med* 2000;1:28-32.