

การใช้แนวทางเวชปฏิบัติในการหย่าเครื่องช่วยหายใจร่วมกันระหว่าง พหุสาขาวิชาชีพเพื่อป้องกันการถอดท่อช่วยหายใจล้มเหลวในโรงพยาบาลเลิดสิน

ฤทธิกร อภินทพานิชย์ พ.บ., รวิศรา เมืองคำ พ.บ.

กลุ่มงานอายุรศาสตร์ โรงพยาบาลเลิดสิน แขวงสีลม เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร 10500

Multidisciplinary Weaning Protocol for Prevention of Extubation Failure in Lerdsin Hospital

Rittigorn Apinhapanit, M.D., Ravisara Muangkham, M.D.

Department of Medicine, Lerdsin Hospital, Silom, Bangrak, Bangkok, 10500, Thailand

Corresponding Author: Rittigorn Apinhapanit (E-mail: cruelovski@gmail.com)

(Received: 12 November, 2024; Revised: 14 February, 2025; Accepted: 12 September, 2025)

Abstract

Background: Weaning protocol by doctors is widely used in general hospitals. However, there are extubation events still occur. Therefore, we generated the multidisciplinary weaning protocol (MDP) which focused on patient pathophysiology assessed by doctor and holistic care by medical term including nurse and physiologist, to study for improve successful extubation, reduce reintubation rate and mortality. **Objectives:** The primary objective is the effectiveness of the MDP for successful extubation, risk factors for reintubation, survival at 90 days and risk factors for mortality. **Methods:** We retrospectively studied intubated patients with mechanical ventilator whom admitted to Lerdsin Hospital from January 1, 2022 to December 31, 2022 and using MDP. Statistical significance was used at $p < .05$ and risk ratio with 95% confidential interval **Result:** A total of 147 intubated patients, average age of 62 years, 96 males and 51 females. There were 143 patients had been successfully extubation (97.3%). Univariate regression analysis showed no significant risk factor affect successful extubation. Survival rate at 90 days was 88.4%. Multivariate regression analysis including age > 60 year-old, intubation period > 7 days, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 150$, $\text{PaCO}_2 > 45$ mmHg and $\text{pH} < 7.35$ showed sepsis and $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 150$ increase risk for death (OR 6.3, $P = .01$ and OR 3.58, $P = .035$ respectively). **Conclusion:** The use of the MDP has high successful extubation rate and survival at 90 days without significant risk factor which affect successful extubation

Keywords: Weaning protocol, Extubation failure, Survival, Mortality risk factors

บทคัดย่อ

ภูมิหลัง: การใช้แนวปฏิบัติการหย่าเครื่องช่วยหายใจโดยแพทย์มีใช้กันในโรงพยาบาลอย่างแพร่หลาย แต่ยังมีเหตุการณ์การถอดท่อช่วยหายใจล้มเหลว (extubation failure) ต่อเนื่องซึ่งส่งผลกับอัตราการรอดชีวิต ผู้วิจัยจึงคิดค้นแนวทางเวชปฏิบัติการหย่าเครื่องช่วยหายใจแบบพหุสาขาวิชาชีพ (Multidisciplinary weaning protocol; MDP) ที่เน้นการดูแลผู้ป่วยเป็นองค์รวมตามพยาธิสรีรวิทยาโดยแพทย์

และบุคลากรที่เกี่ยวข้องเพื่อช่วยเพิ่มความสำเร็จของการถอดท่อช่วยหายใจ ลดอัตราการใส่ท่อช่วยหายใจซ้ำและการเสียชีวิต **วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาประสิทธิผลคืออัตราการสำเร็จของการถอดท่อช่วยหายใจ ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จ อัตราการรอดชีวิตที่ 90 วันและปัจจัยที่มีผลต่อการเสียชีวิตจากการใช้แนวทาง MDP **วิธีการ:** เป็นการศึกษาแบบย้อนหลังของผู้ป่วยที่ได้รับการใส่ท่อช่วยหายใจและใช้เครื่องช่วยหายใจในโรงพยาบาลเลิดสิน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2565

ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2565 นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ ใช้นัยสำคัญทางสถิติที่ $p < .05$ และ risk ratio with 95% confidential interval **ผล:** ผู้ป่วยเข้าเกณฑ์การศึกษา 147 คน อายุเฉลี่ย 62 ปี เป็นเพศชาย 96 คน เพศหญิง 51 คน ถอดท่อช่วยหายใจสำเร็จ 143 คน คิดเป็นร้อยละ 97.3 โดยไม่พบปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อความสำเร็จอย่างมีนัยสำคัญ พบอัตราการรอดชีวิตที่ 90 วันร้อยละ 88.4 พบปัจจัยเสี่ยงของการเสียชีวิตได้แก่ ภาวะการติดเชื้อในกระแสเลือด OR 6.3 เท่า ($P = .01$) และภาวะพร่องออกซิเจนรุนแรง ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 150$) OR 3.58 เท่า ($P = .035$) เมื่อคำนวณ multivariate regression analysis ร่วมกับอายุมากกว่า 60 ปี ระยะเวลาในการใส่ท่อช่วยหายใจมากกว่า 7 วัน ค่าระดับ $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 150$, $\text{PaCO}_2 > 45$ มม.ปรอท และ $\text{pH} < 7.35$ **สรุป:** การใช้แนวทาง MDP มีอัตราความสำเร็จของการถอดท่อช่วยหายใจโดยไม่พบปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จ มีอัตราการรอดชีวิตที่ 90 วันสูง โดยมีความเสี่ยงของการเสียชีวิตได้แก่ ภาวะการติดเชื้อในกระแสเลือด และภาวะพร่องออกซิเจนรุนแรง

คำสำคัญ การหยาเครื่องช่วยหายใจ, การใส่ท่อช่วยหายใจซ้ำ, อัตราการรอดชีวิต, ปัจจัยเสี่ยงการเสียชีวิต

unนำ (introduction)

การหยาเครื่องช่วยหายใจเป็นการหยุดใช้เครื่องช่วยหายใจเพื่อให้ผู้ป่วยหายใจได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องพึ่งเครื่องช่วยหายใจ การประเมินความพร้อมในการหยาเครื่องช่วยหายใจ (readiness of weaning) จึงเป็นปัจจัยสำคัญก่อนการพิจารณาหยาเครื่องช่วยหายใจโดยใช้วิธีให้ผู้ป่วยหายใจเอง (SBT หรือ Spontaneous Breathing Trial) เพื่อให้แพทย์พิจารณาถอดท่อช่วยหายใจและเครื่องช่วยหายใจได้อย่างปลอดภัย ภายหลัง SBT ผู้ป่วยบางรายอาจเกิดภาวะการหยาเครื่องช่วยหายใจล้มเหลว (weaning failure) เป็นเหตุการณ์สำคัญที่จำเป็นต้องประเมินสาเหตุปัจจัยที่ทำให้ไม่สามารถหยาเครื่องช่วยหายใจได้และนำไปสู่การถอดท่อช่วยหายใจล้มเหลว (extubation failure) กล่าวคือการใส่ท่อช่วยหายใจซ้ำ (reintubation) ภายใน 72 ชั่วโมงหลังถอดท่อ ซึ่งมีผลต่ออัตราการนอนโรงพยาบาล การติดเชื้อในโรงพยาบาลและมีอัตราการเสียชีวิตสูงถึงร้อยละ 25-50¹ แนวทางเวชปฏิบัติการหยาเครื่องช่วยหายใจจึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่ถูกนำมาใช้ในการดูแลผู้ป่วยใส่ท่อช่วยหายใจและเครื่องช่วยหายใจมาอย่างยาวนาน² มีงานวิจัยที่พบว่าการใช้แนวทางเวชปฏิบัติการหยาเครื่องช่วยหายใจสามารถลดระยะเวลาในการใส่ท่อช่วยหายใจ ลดระยะเวลาในการหยาเครื่องช่วยหายใจ และลดระยะเวลา

ในการนอนโรงพยาบาลในหอผู้ป่วยวิกฤตโดยไม่มีผลเกี่ยวกับการเสียชีวิตหรือภาวะแทรกซ้อน³⁻⁵ แต่อย่างไรก็ตามยังมีเหตุการณ์การหยาท่อช่วยหายใจล้มเหลว (weaning failure) และการถอดท่อช่วยหายใจล้มเหลว (extubation failure) อยู่อย่างต่อเนื่อง ข้อมูลในโรงพยาบาลเลิดสินที่ปี พ.ศ. 2559-2561 พบอัตราผู้ป่วยถอดท่อช่วยหายใจสำเร็จเฉลี่ยร้อยละ 80 ระยะเวลาการใส่ท่อช่วยหายใจเฉลี่ย 10.25 วัน และมีอัตราการเสียชีวิตร้อยละ 16-19 จากผู้ที่ใส่ท่อช่วยหายใจทั้งหมด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแนวทางเวชปฏิบัติการหยาเครื่องช่วยหายใจเดิมจะทำให้ในมุมมองของแพทย์ด้านการประเมินผู้ป่วยจากการตรวจร่างกาย และการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ เช่น การตรวจ rapid shallow breathing index (RSBI)⁶ การตรวจความบวมของเส้นเสียง (cuff-leak test)⁷ หรือการวิเคราะห์ก๊าซในหลอดเลือดแดง⁸⁻¹⁰ ซึ่งการตรวจดังกล่าวเป็นเพียงปลายทางก่อนการพิจารณาถอดท่อ และยังขาดการประเมินปัจจัยเสริมอื่น ๆ ที่ส่งผลให้การหยาเครื่องช่วยหายใจล้มเหลว ได้แก่ การอุดตันทางเดินหายใจส่วนบน (upper airway obstruction) ประสิทธิภาพการไอลดลงและการกำจัดเสมหะไม่ได้ หรือการถอดท่อช่วยหายใจโดยไม่ได้อาการ (unplanned extubation) เช่น ท่อเลื่อน ท่อหลุดและอุดตัน เป็นต้น เนื่องจากขาดการควบคุมปัจจัยเสี่ยงรอบตัวผู้ป่วยที่เป็นหน้าที่ของพหุสาขาวิชาชีพ ปัญหาดังกล่าวส่งผลให้เกิดการถอดท่อช่วยหายใจเร็วเกินไปได้แก่ 1) ผู้ป่วยดึงท่อและท่อเลื่อนหลุดเพราะขาดการป้องกัน 2) ผู้ป่วยใส่ท่อช่วยหายใจซ้ำเร็วเกินไปเนื่องจากขาดการประเมินผู้ป่วยด้านพยาธิสรีรวิทยาของแพทย์ หรือการถอดท่อช่วยหายใจซ้ำเกินไปเนื่องจากแพทย์ไม่ทราบ parameter ที่แสดงถึงความพร้อมของผู้ป่วยจนเกิดภาวะแทรกซ้อนที่ส่งผลต่อการเสียชีวิต ขาดการประเมินความพร้อมเรื่องแรงไอซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเกิดการใส่ท่อช่วยหายใจซ้ำเนื่องจากเสมหะอุดกั้น ผู้วิจัยจึงใช้แนวทางเวชปฏิบัติในการหยาเครื่องช่วยหายใจร่วมกันระหว่างพหุสาขาวิชาชีพมาใช้ในการประเมินผู้ป่วยเป็นองค์รวมและหลายองค์ประกอบ โดยทีมผู้ดูแลผู้ป่วยทั้งแพทย์ พยาบาล ผู้ช่วยพยาบาล และนักกายภาพบำบัด ร่วมกันประเมินเพื่อป้องกันการถอดท่อช่วยให้ใจล้มเหลว จึงได้จัดทำงานวิจัยนี้ขึ้นเพื่อศึกษาประสิทธิผลของแนวปฏิบัติการหยาเครื่องช่วยหายใจร่วมกันระหว่างพหุสาขาวิชาชีพ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการหยาเครื่องช่วยหายใจ ถอดท่อช่วยหายใจ และป้องกันภาวะแทรกซ้อนหลังถอดท่อช่วยหายใจได้แก่ การใส่ท่อช่วยหายใจซ้ำ และลดการเสียชีวิต

วัตถุและวิธีการ (Material and methods)

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบย้อนหลัง (retrospective study) เก็บข้อมูลจากผู้ป่วยในทุกรายที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลเลิดสิน โดยเป็นผู้ป่วยที่ได้รับการใส่ท่อช่วยหายใจและใช้เครื่องช่วยหายใจ รวมถึงได้รับการใช้ MDP ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2565 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2565

เกณฑ์การคัดเลือกเข้า (Inclusion criteria)

1. ผู้ป่วยที่มีอายุ 18 ปีบริบูรณ์ขึ้นไป
2. ผู้ป่วยที่ได้รับการใส่ท่อช่วยหายใจและใช้เครื่องช่วยหายใจที่รักษาในโรงพยาบาลเลิดสินและได้ใช้แนวทาง MDP

เกณฑ์การคัดเลือกรับออก (Exclusion criteria)

1. ผู้ป่วยที่ได้รับการใส่ท่อช่วยหายใจและใช้เครื่องช่วยหายใจจากระบบโรคหลอดเลือดสมองตีบหรือแตก และจากอุบัติเหตุทางสมอง
2. ผู้ป่วยเสียชีวิตก่อนเข้าสู่ระยะการหย่าเครื่องช่วยหายใจ
3. ผู้ป่วยที่ได้รับการเจาะคอมาก่อน
4. ข้อมูลสำคัญไม่ครบถ้วน ดังต่อไปนี้ ข้อมูลค่าระดับความเข้มข้นของออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และ pH ในหลอดเลือดแดง
5. ผู้ป่วยที่ดึงท่อหรือท่อเลื่อนหลุด

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาประสิทธิผลของการใช้แนวทาง MDP ในการป้องกันการถอดท่อช่วยหายใจล้มเหลว ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของการถอดท่อช่วยหายใจ ปัจจัยที่มีผลต่อการใส่ท่อช่วยหายใจซ้ำ อัตราการเสียชีวิตภายใน 28 และ 90 วัน และปัจจัยที่มีผลต่อการเสียชีวิตที่ 90 วัน จากการใช้แนวทาง MDP

แนวทาง MDP ที่ใช้ในการศึกษานี้ดัดแปลงจากแนวทางของการหย่าเครื่องช่วยหายใจของของ ERS¹¹ และ ATS¹² แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1. การประเมินความพร้อมในการหย่าเครื่องช่วยหายใจ (readiness of weaning) โดยทั้งแพทย์และพยาบาลเป็นผู้ร่วมกันประเมิน โดยประเมินจากหลักการสำคัญ 3 ประการ ดังนี้ 1.1) แรงกระตุ้นการหายใจ (DRIVE) ได้แก่ ระดับความรู้สึกตัว อัตราการหายใจ อุณหภูมิกาย การได้รับยากดประสาทหรือยาคลายกล้ามเนื้อ อิเล็กโทรไลต์ 1.2) แรงที่เป็นอุปสรรคต่อการหายใจของผู้ป่วย (LOAD) ได้แก่ 1.2.1) ภายในปอด เช่น การหดเกร็งของหลอดลม ปริมาณ

เสมหะ 1.2.2) ภายนอกปอด เช่น น้ำในเยื่อหุ้มปอด น้ำในช่องท้อง และ 1.2.3) หัวใจ (Cardiac load) เช่น กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดฉับพลัน ภาวะหัวใจล้มเหลว 1.3) ความสามารถของปอด (CAPACITY หรือ STRENGTH) ได้แก่ ปริมาตรของอากาศ เช่น tidal volume (Vt), minute ventilation (MV) การแลกเปลี่ยนก๊าซ ได้แก่ $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$, PaCO_2 สำหรับแรงไอขับเสมหะให้นักกายภาพบำบัดร่วมประเมินกับแพทย์และพยาบาล (รูปที่ 1 ส่วนที่ 1 และรูปที่ 2 ส่วนที่ 1)

2. การหย่าเครื่องช่วยหายใจ ประกอบด้วย 2.1) SBT กระทำโดยวิธี 2 วิธีคือ 2.1.1) T-piece 10 LPM ใช้กรณีใส่เครื่องช่วยหายใจน้อยกว่า 24 ชั่วโมง และ 2.1.2) Low pressure support CPAP แรงดัน 6-8 cmH_2O ใช้กรณีใส่เครื่องช่วยหายใจมากกว่า 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นจะประเมินผู้ป่วยหลังเวลาผ่านไป 120 นาที ตาม parameter (รูปที่ 1 ส่วนที่ 2.2) กรณีที่ SBT ไม่ผ่านผู้ป่วยต้องกลับไปใช้เครื่องช่วยหายใจตามเดิมอย่างน้อย 24 ชม. จึงจะพิจารณา SBT ใหม่อีกครั้งได้

3. การประเมินความเสี่ยงของ extubation failure โดยการวัด parameter มาตรฐานตามหลักฐานงานวิจัยจากแนวทางของ ERS จาก ventilator กระทำโดยแพทย์ ได้แก่ Negative Inspiratory Pressure (NIP) ควรน้อยกว่า $-20 \text{ cmH}_2\text{O}^{13-14}$ และ vital capacity (VC) ควรมากกว่า $10 \text{ cc/kg}^{6, 15}$ และ Cuff leak test เป็นการวัดปริมาตรอากาศก่อนและหลังนำลมในบอลูนท่อช่วยหายใจออกควรต่างกันอย่างน้อย 110 มล.¹⁶⁻¹⁹ กรณีไม่ผ่าน cuff leak test ให้แพทย์พิจารณาให้ยา dexamethasone 4-8 mg ก่อนถอดท่อช่วยหายใจอย่างน้อย 4 ชม. เพื่อป้องกันการภาวะทางเดินหายใจส่วนบนอุดตันหลังถอดท่อช่วยหายใจ (post-extubation vocal cord edema)²⁰⁻²¹ จึงจะถือว่า low risk สามารถถอดท่อโดยใช้เป็น oxygen support (low หรือ high flow nasal cannula) หลังการถอดท่อช่วยหายใจ สำหรับผู้ป่วย ที่ไม่ผ่านการประเมินและ/ หรือมีความเสี่ยงจากโรคประจำตัวข้อใดข้อหนึ่ง ได้แก่ การผ่าตัดใหญ่ทางช่องท้อง ภาวะหัวใจล้มเหลว โรคถุงลมโป่งพอง และการใส่ท่อและเครื่องช่วยหายใจมานานกว่า 48 ชม. จะถือเป็น high risk ซึ่งผู้ป่วยจะได้รับการป้องกันโดยใช้ non-invasive mechanical ventilator/ BiPAP หลังการถอดท่อช่วยหายใจทุกราย²²⁻²³ กรณีผู้ป่วยมีภาวะรับรู้ตัวน้อยหรือไม่สามารถปฏิบัติตามสั่งในการตรวจ NIP และ VC จะต้องมีการตรวจผลวิเคราะห์ก๊าซในหลอดเลือดแดงเป็นปกติเท่านั้นจึงจะดำเนินการถอดท่อช่วยหายใจได้และถือเป็นผู้ป่วยที่มี high risk (รูปที่ 1 ส่วนที่ 3)

การบันทึกข้อมูลผู้ป่วยจะได้รับการบันทึกตามหัวข้อใน protocol (รูปที่ 2 ส่วนที่ 1 และ 2) และการลงบันทึกการป้องกันท่อเลื่อน-หลุด-อุดตันตามหลัก 2P 4R 4F บันทึกโดยพยาบาล (ไม่ได้นำข้อมูลส่วนนี้มาใช้ในงานวิจัยนี้)

(รูปที่ 2 ส่วนที่ 3) ถ้าผู้ป่วยได้รับการประเมินผ่านทุกหัวข้อและเข้าเกณฑ์การถอดท่อช่วยหายใจจึงจะพิจารณาถอดท่อช่วยหายใจ ข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์จะนำมาเฉพาะผู้ที่ใช้ protocol ครบถ้วนเท่านั้น

Lerdsin Weaning Protocol

After day 0 of ET-T, correct the correctable cause of respiratory failure ASAP

① ASSESS READINESS OF WEANING

พิจารณาจาก Readiness of weaning record ใน chart

ถ้าไม่ผ่านข้อใดข้อหนึ่ง ไม่ควรเริ่ม SBT ให้แก้สาเหตุเท่าที่ทำได้ก่อน

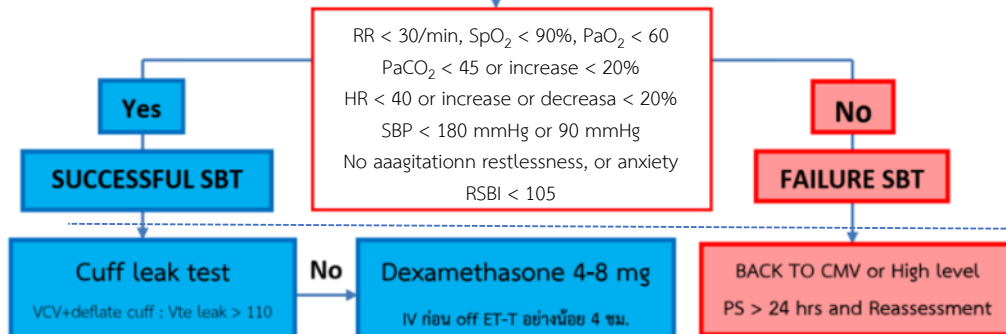
ส่วนที่ 1

② SPONTANEOUS BREATHING TRIAL (SBT)

Ventilator > 24 hrs : CPAP with PS (PSV mode) PS 6-8 cmH₂O

Ventilator < 24 hrs : T-piece หรือ L-piece > 10 LPM

ห้ามใช้ SIMV ในการ wean



ส่วนที่ 2

③ ASSESS RISK FOR EXTUBATION FAILURE

1. Normal ABG	4. Upper abdominal or thoracic surgery
2. NIP < -20	5. Ventilator day > 48 hrs
3. VC > 10 cc/kg	6. Recent heart failure
	7. ประวัติ COPD เดิม

ข้อ 1-3 ปกติ* และ ไม่มี ข้อ 4-7

Off ET-T with O₂ support หรือ HFNC

Low risk

ข้อ 1-3 ผิดปกติ หรือ มีข้อ 4-7 ข้อใดข้อหนึ่ง

Off ET-T และใส่ BiPAP ทันทีหลัง off อย่างน้อย 4-24 hrs

High risk

ห้ามใช้ mask with bag หลัง off ET-T

*หมายเหตุ : กรณีผู้ป่วยไม่ร่วมมือในการตรวจ NIP, VC อย่างน้อยต้อง normal ABG

ส่วนที่ 3

รูปที่ 1 แนวทาง MDP ของรพ.เลิดสิน

LERDSIN WEANING PROTOCOL

ชื่อผู้ป่วย

รับไหม Date _____ (ER/รพ. _____)

รับย้าย Date _____ (Ward _____)

DX _____ U/D _____

Intubated Tube Date _____ Off Tube Date _____

READINESS OF WEANING RECORD (ความพร้อมก่อน SBT)

หัวข้อการประเมิน การช่วยเหลือหายใจ ตาม criteria ตามทุกข้อ	ว/ก/ป	ว/ก/ป	ว/ก/ป	ว/ก/ป	ว/ก/ป	ว/ก/ป	ว/ก/ป	ว/ก/ป	ว/ก/ป
	Day _____	Day _____	Day _____	Day _____	Day _____	Day _____	Day _____	Day _____	Day _____
D 1.ตื่นดี									
R 2.อัตราการหายใจอยู่ในช่วง 6-30 ครั้ง/นาที									
I 3.อุณหภูมิร่างกาย 36.5-38.0 °C									
V 4.ระดับความรู้สึกตัวดี									
E 5.ไม่มีสัญญาณประสาทหรือขาดการตอบสนอง									
6.ผล Lab ปกติ (electrolyte, Act, Ph)									
L 7.ไม่มี Bronchospasm									
O 8.เสมหะ < 3 สาย, สีขาว > 2 ชม./ครั้ง									
A 9.ไม่มี Ascites, Abd distension, Pleural effusion									
D 10.ไม่มี Active MI, CHF									
c 11.Vt > 5 cc/kg									
A 12.P/F ratio >150, SaO ₂ > 90%									
P 13.PEEP < 8 cmH ₂ O									
A 14.FiO ₂ < 0.6									
c 15.PH > 7.25									
T 16.มีแรงใจขึ้นระยะ									
พร้อมช่วยเหลือช่วยหายใจ (V/N)									
การช่วยเหลือช่วยหายใจ (SBT)									
SBT 1. CPAP c PS									
2. T-Piece									
แบบประเมินป้องกันการหลุดของท่อช่วยหายใจ (4P 4R 2F)									
4P 1.Position (เช็ดตำแหน่ง ET-tube)									
2.Pressure cuff (วัดทุก 2-25 mmHg)									
3.Pain (ประเมิน Pain Scale ความเจ็บปวดจากการใส่ท่อ)									
4.Protocol weaning (ประเมินความพร้อมผู้ป่วยเพื่อนำท่อออก)									
4R 1.Restrict (ไม่ขยับและไม่ตามแขน)									
2.Retraction (ไม่ให้เกิดการดึงหรือช่วยหายใจ)									
3.Requisite advise (ให้คำแนะนำความจำเป็นของการใส่ท่อ และผลเสียหากผู้ป่วยดึงท่อออกเอง)									
4.Rest (Sedative Rx)									
2F 1.Fix tube (ความมั่นคงของตำแหน่ง Tube ถูกยึดไว้เมื่อขยับ และเปลี่ยนตำแหน่งทุก 24 ชั่วโมง)									
2.Follow PT Bed side (ดูแลใกล้ชิด)									
ลงชื่อผู้ประเมิน									
ผ่าน ☒ ไม่ผ่าน ☐ ไม่ปฏิบัติ N									

กรณีที่ผ่าน SBT ได้คือระดับเป็น PSV ที่ PS > 8 หรือ PCV, เป็น SBT โหมดอัตโนมัติ
กรณีที่ผ่าน SBT มากกว่า 7 วัน (difficult weaning) สามารถ consult chest room ประเมินตามชุดได้ทราบ

ส่วนที่ 1

ส่วนที่ 2

ส่วนที่ 3

รูปที่ 2 แบบบันทึกแนวทาง MDP ของ SW.เล็ดสิน

การวิเคราะห์ทางสถิติและนำเสนอข้อมูล (Data statistical analysis and presentation)

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ข้อมูลที่เป็น categorical data ได้แก่ เพศ โรคประจำตัว การวินิจฉัย และการจำนวนใช้แนวทาง MDP รายงานด้วยจำนวนและเปอร์เซ็นต์ ข้อมูลที่เป็น continuous data กรณีที่มีการแจกแจงแบบปกติ ได้แก่ อายุ ระยะเวลาการใส่ท่อ และผลวิเคราะห์ก๊าซหลอดเลือดแดง โดยผู้วิจัยจะนำค่า PaO₂/FiO₂ มาใช้แทน PaO₂ ในการคำนวณเนื่องจากแนวทาง MDP กำหนดให้ผู้ป่วยทุกรายต้องมี PaO₂ > 60 มม.ปรอท ก่อนถอดท่อช่วยหายใจ ค่า PaO₂/FiO₂ แสดงถึงความแตกต่างของความสามารถของภาวะพร่องออกซิเจนในผู้ป่วยแต่ละรายได้มากกว่า การวิเคราะห์และรายงานเป็นความถี่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน วิเคราะห์อัตราการรอดชีวิตด้วย Kaplan-Meier survival analysis วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเสียชีวิตที่ 90 วันด้วย chi-square

univariate analysis เป็น adjusted odd ratio กรณีพบปัจจัยที่มีนัยสำคัญทางสถิติ จะนำปัจจัยดังกล่าวมาคำนวณร่วมกับปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการเสียชีวิตจากการศึกษาที่ผ่านมา ได้แก่ อายุมากกว่า 60 ปี ระยะเวลาใส่ท่อช่วยหายใจมากกว่า 7 วัน ระดับ PaO₂/FiO₂ < 150, PaCO₂ > 45 มม.ปรอทและ pH < 7.35²⁴ มาใช้ในการคำนวณ multivariate logistic regression กำหนดค่านัยสำคัญที่ p-value < .05 และ risk ratio with 95% confidential interval

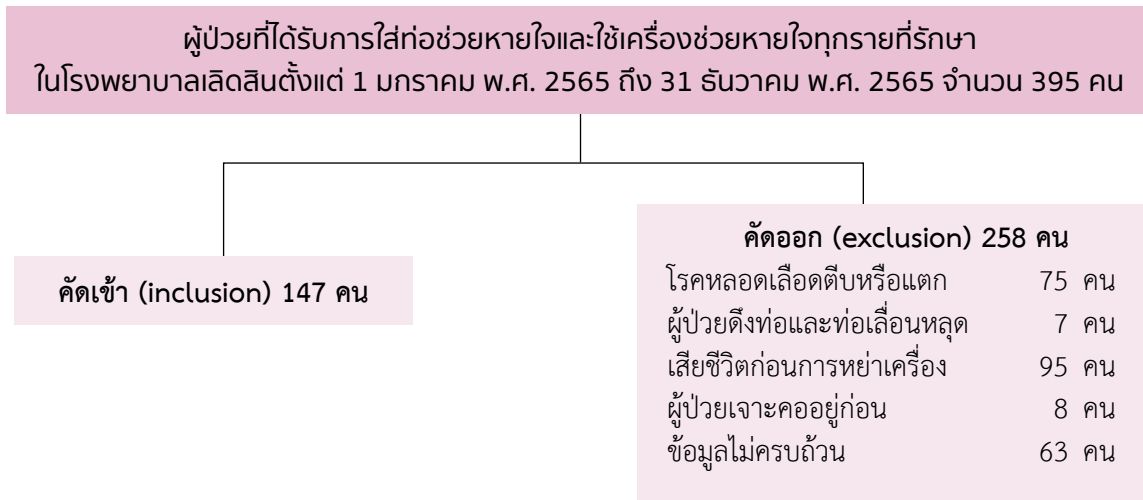
การศึกษานี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนของโรงพยาบาลเล็ดสิน เลขที่โครงการวิจัย LH661060 ระยะเวลารับรองการวิจัย ตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2565 ถึงวันที่ 31 มกราคม 2566

ผล

สรุปจำนวนผู้ป่วยทั้งสิ้น 395 คน โดยคัดผู้ป่วยออกทั้งหมด 258 คน ได้แก่ผู้ป่วยที่ได้รับการใส่ท่อช่วยหายใจและ

ใช้เครื่องช่วยหายใจจากระบบโรคหลอดเลือดสมองตีบหรือแตก (75 คน) ผู้ป่วยที่ถอดท่อช่วยหายใจด้วยตัวเองหรือท่อช่วยหายใจมีรอยร้าว (7คน) ผู้ป่วยเสียชีวิตก่อนเข้าสู่งการหย่า

เครื่องช่วยหายใจ (95 คน) ผู้ป่วยที่ได้รับการเจาะคออยู่ก่อน (8 คน) จึงมีผู้ที่เข้าเกณฑ์การคัดเลือกเข้าจำนวน 147 คน ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การคัดเลือกผู้ป่วยเข้างานวิจัย

ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วยที่ใช้แนวทาง MDP ครบทั้ง 3 ส่วนทั้งหมด 147 คน (ร้อยละ 100) ผู้ป่วยที่ไม่สามารถวัด parameter ที่ต้องอาศัยความร่วมมือโดยเฉพาะ NIP และ VC จำนวน 42 ราย (ร้อยละ 28) ผู้ป่วยที่นำมาศึกษาทั้งหมดเป็นเพศชาย 96 คน (ร้อยละ 65.3) เพศหญิง 51 คน (ร้อยละ 34.7) อายุเฉลี่ย 62.0 ± 16.1 ปี โรคประจำตัวที่พบบ่อยที่สุดสามอันดับแรก ได้แก่ โรคเบาหวาน จำนวน 47 คน (ร้อยละ 32) โรคความดันโลหิตสูง 68 คน (ร้อยละ 46.3) และโรคไตวายเรื้อรัง 24 คน (ร้อยละ 16.3) โรคที่ได้รับการวินิจฉัยโรค

ขณะนอนโรงพยาบาลสามอันดับแรก ได้แก่ ปอดอักเสบติดเชื้อ 33 คน (ร้อยละ 22.4) ความผิดปกติของระบบไหลเวียนเลือดหรือภาวะการติดเชื้อ 24 คน (ร้อยละ 16.3) และภาวะหัวใจล้มเหลว 17 คน (ร้อยละ 11.6) ระยะเวลาในการใส่ท่อช่วยหายใจเฉลี่ย 7.5 ± 6.3 วัน ผลวิเคราะห์ก๊าซหลอดเลือดแดงพบค่าเฉลี่ย pH เท่ากับ 7.5 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของออกซิเจน (PaO_2) และคาร์บอนไดออกไซด์ (PaCO_2) เท่ากับ 169.3 ± 53.7 และ 29.8 ± 2.3 มม.ปรอทตามลำดับ และดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วย (Demographic data)

การใช้แนวทาง MDP	N (%)
ลงข้อมูลครบทั้ง 3 ส่วน	147 (100%)
Parameter ในส่วน readiness of weaning ครบ	105 (72%)
Parameter ในส่วน readiness of weaning ไม่ครบ (ขาด NIP, VC)	42 (28%)
อายุ (ปี) (Mean $\pm$ SD)	62.0 $\pm$ 16.1
เพศ	
ชาย	96 (65.3)
หญิง	51 (34.7)
โรคประจำตัว	
โรคเบาหวาน (Diabetes mellitus; DM)	47 (32.0)
โรคความดันโลหิตสูง (Hypertension; HT)	68 (46.3)

การใช้แนวทาง MDP	N (%)
โรคหลอดเลือดหัวใจ (Ischemic heart disease; IHD)	11 (7.5)
โรคไตวายเรื้อรัง (Chronic kidney disease; CKD)	24 (16.3)
โรคหัวใจเต้นผิดจังหวะชนิด Atrial fibrillation (AF)	3 (2.0)
โรคหลอดลมอุดกั้นเรื้อรัง (COPD)	13 (8.8)
โรคหืด (Asthma)	2 (1.4)
โรคมะเร็งทางเลือด (Hematologic malignancy)	1 (0.7)
โรคหลอดเลือดสมองเดิม (Old CVA)	15 (10.2)
ไม่มีโรคประจำตัว	36 (24.0)
การวินิจฉัยโรคขณะนอนโรงพยาบาล	
ปอดอักเสบติดเชื้อ (Pneumonia)	33 (22.4)
ภาวะหัวใจล้มเหลว (Congestive heart failure; CHF)	17 (11.6)
ภาวะน้ำเกินจากโรคไตวายเรื้อรัง (Volume overload)	4 (2.7)
โรคหลอดลมอุดกั้นเรื้อรัง (AECOPD)	9 (6.1)
ภาวะเลือดเป็นกรดจากน้ำตาลสูง (DKA)	5 (3.4)
ติดเชื้อโควิด 19	12 (8.2)
เลือดออกในทางเดินอาหารส่วนต้น (UGIB)	4 (2.7)
ลิ่มเลือดอุดตันในปอด (Pulmonary embolism)	2 (1.4)
ภาวะวิกฤตทางระบบประสาท (Neurological failure)	6 (4.1)
หัวใจหยุดเต้นเฉียบพลัน (Post cardiac arrest)	5 (3.4)
ติดเชื้อในกระแสเลือด (Sepsis)	24 (16.3)
การผ่าตัด (Surgical conditions)	14 (9.5)
อุบัติเหตุ (Trauma)	4 (2.7)
ระยะเวลาการใส่ท่อ (Mean±SD)	7.5±6.3
การวิเคราะห์ก๊าซหลอดเลือดแดง	Mean±SD
pH	7.5±0.3
PaO ₂ /FiO ₂ (มม.ปรอท)	169.3±53.7
PaCO ₂ (มม.ปรอท)	29.8±2.3

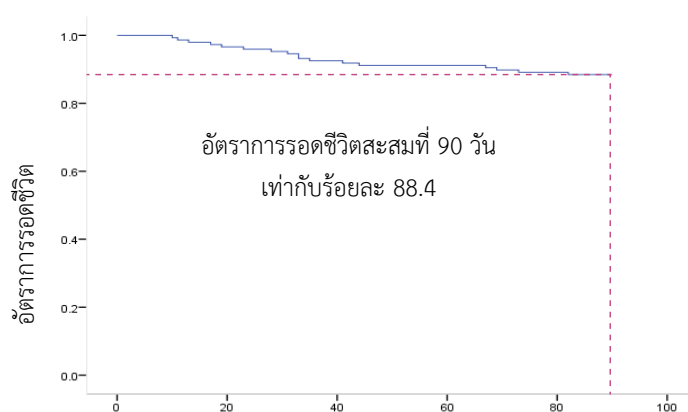
อัตราการรอดต่อสำเร็จ 143 คน คิดเป็นร้อยละ 97.3 ผู้ป่วยได้รับการใส่ท่อช่วยหายใจเข้าภายใน 72 ชั่วโมง มีจำนวน 4 คน (ร้อยละ 2.7) อายุเฉลี่ย 66±9.5 ปี เป็นเพศชาย 2 คน เพศหญิง 2 คน มีโรคประจำตัวเป็นโรคเบาหวาน 2 คน โรคความดันโลหิตสูง 1 คน โรคหลอดเลือดหัวใจ 1 คน และ โรคมะเร็งทางเลือด 1 คน โรคที่ได้รับการวินิจฉัยขณะนอนโรงพยาบาล ได้แก่ ภาวะหัวใจล้มเหลว 2 คน ภาวะน้ำเกิน

จากโรคไตวายเรื้อรัง 1 คน ภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด 1 คน ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการใส่ท่อช่วยหายใจอยู่ที่ 5 วัน (median = 4, IQR 2,8) ระดับ PaO₂ เฉลี่ย 120.1 mmHg (median = 100, IQR 68,172) ระดับ PaCO₂ เฉลี่ย 31.2 mmHg (median = 29, IQR 27,35) และ pH เฉลี่ย 7.5 (median = 7.5, IQR 7,8) ข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างผู้ป่วยที่รอดต่อสำเร็จและไม่สำเร็จ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบผู้ป่วยที่รอดต่อสำเร็จและไม่สำเร็จจากการใช้แนวทาง MDP

	รอดต่อสำเร็จ (n = 143)		รอดต่อไม่สำเร็จ (n = 4)	
	Mean±SD	Median (IQR)	Mean	Median (IQR)
อายุ (ปี)	62±16.0	73 (26, 99)	66±9.5	62 (60, 72)
ระยะเวลาการใส่ท่อ (วัน)	7.2±5.9	5 (2, 34)	5.0 (3.2)	4 (2, 8)
การวิเคราะห์ก๊าซหลอดเลือดแดง				
pH	7.49±0.05	7.5 (7.48, 7.53)	7.5	7.5 (7, 8)
PaO ₂ /FiO ₂	165.95±55	164.8 (44, 434)	120.1	100 (68, 172)
PaCO ₂	28.25±6.5	27.4 (13.2, 48.2)	31.2	29 (27, 35)
โรคประจำตัว				
	n (%)		n (%)	
โรคเบาหวาน	42 (29.37)	-	2 (50.0)	-
โรคความดันโลหิตสูง	60 (41.95)	-	1 (25.0)	-
โรคหลอดเลือดหัวใจ	9 (6.2)	-	1 (25.0)	-
โรคมะเร็งทางเลือด	0	-	1 (25.0)	-
การวินิจฉัย				
	N (%)		N (%)	
ภาวะหัวใจล้มเหลว	13	-	2 (50.0)	-
น้ำเกินจากโรคไตวายเรื้อรัง	3	-	1 (25.0)	-
ติดเชื้อในกระแสเลือด	16	-	1 (25.0)	-

พบผู้ป่วยเสียชีวิตหลังจากนอนโรงพยาบาลที่ 90 วันจำนวน 17 คน โดยมีอัตราการรอดชีวิตสะสมร้อยละ 88.4% คำนวณจากกราฟ Kaplan-Meier ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 กราฟ Kaplan-Meier แสดงอัตราการรอดชีวิตที่ 90 วัน

พบปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเสียชีวิตที่ 90 วัน วิเคราะห์โดย univariate regression analysis พบภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด (Unadjusted OR = 4.65, p = .06) และ PaO₂/FiO₂ < 150 (Unadjusted OR = 3.58 p = .035) เมื่อนำมาคำนวณ Multivariate regression analysis ร่วมกับอายุมากกว่า 60 ปี ระยะเวลาในการใส่ท่อช่วย

หายใจมากกว่า 7 วัน ค่าระดับ PaO₂/FiO₂ < 150, PaCO₂ > 45 มม.ปรอท และ pH < 7.35 พบภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด adjusted OR เพิ่มขึ้นเป็น 6.12 เท่า (p = .003) และ PaO₂/FiO₂ < 150 adjusted OR 3.58 เท่า (p = .035) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเสียชีวิตที่ 90 วัน (Logistic regression)

	การรอดชีวิต		Univariate			Multivariate		
	<90 วัน	≥90 วัน	OR	95%CI	p-value	Adj OR	95%CI	p-value
ผู้ป่วยทั้งหมด (N = 143)	17	126						
อายุ (ปี)								
< 60 ปี	6	123	Ref	-	-	Ref	-	-
≥ 60 ปี	11	119	1.62	0.56, 4.64	.37	4.31	0.42, 44.0	.22
ระยะเวลาใส่ท่อ								
< 7 วัน	8	118	Ref	-	-	Ref	-	-
≥ 7 วัน	9	117	1.57	0.56, 4.34	.38	1.38	0.15, 1.17	.09
โรคประจำตัว								
ไม่มีโรคประจำตัว	1	35	Ref	-	-	Ref	-	-
โรคเบาหวาน (DM)	3	44	0.45	0.11, 1.72	.24	2.71	0.27, 26.8	.39
โรคหลอดเลือดหัวใจ (IHD)	1	8	0.67	0.06, 6.56	.67	0.37	0.03, 4.44	.43
โรคหลอดลมอุดกั้นเรื้อรัง (COPD)	1	11	0.61	0.07, 5.05	.65	0.78	0.08, 7.96	.83
ปอดอักเสบติดเชื้อ (CAP)	4	29	2.17	0.47, 9.89	.31	1.05	0.46, 10.10	.32
ภาวะหัวใจล้มเหลว (CHF)	2	15	2.03	0.3, 13.8	.46	0.86	0.09, 8.29	.89
ภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด (Sepsis)	7	17	4.65	1.56, 13.87	.006*	6.30	1.47, 26.99	.01*
การวิเคราะห์ก๊าซหลอดเลือดแดง								
PaO ₂ /FiO ₂								
≥150	5	121	Ref	-	-	Ref	-	-
<150	12	113	3.60	1.19, 10.82	.02*	3.58	1.09, 11.71	.03*
PaCO ₂								
<45	15	111	Ref	-	-	Ref	-	-
≥45	2	124	8.06	0.48, 135.27	.14	>10	N/A	.99

Ref = ตัวแปรที่ใช้อ้างอิง, Adj OR = Adjusted Odds ratio, *Significant at p < .05

Multivariate analysis วิเคราะห์โดย อายุมากกว่า 60 ปี, ระยะเวลาใส่ท่อมากกว่า 7 วัน, Sepsis, PaO₂/FiO₂ < 150, PaCO₂ > 45 มม.ปรอท และ pH < 7.35

วิจารณ์

จากผลศึกษาพบว่าการใช้แนวทาง MDP มีประสิทธิภาพต่อความสำเร็จของการถอดท่อเครื่องช่วยหายใจสูงถึงร้อยละ 97.3 ระยะเวลาการใส่ท่อช่วยหายใจเฉลี่ย 7.5±6.3 วัน ซึ่งสูงกว่าข้อมูลที่ผ่านมา ไม่สามารถคำนวณปัจจัยที่มีผลต่อการถอดท่อช่วยหายใจล้มเหลวจากวิธีการทางสถิติได้ เนื่องจากจำนวนผู้ป่วยที่ถอดท่อสำเร็จมีจำนวนมากกว่าล้มเหลวมาก จากตารางที่ 2 พบว่าปัจจัยที่มีผลมากที่สุดอาจเป็นค่า PaO₂/FiO₂ เนื่องจากทุกรายที่ถอดท่อสำเร็จมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 150 มม.ปรอท ส่วนถอดท่อไม่สำเร็จมีค่าเฉลี่ย 120.1 มม.ปรอท แนวทาง MDP สามารถนำไปใช้ในการหย่าเครื่อง

ช่วยหายใจและถอดท่อช่วยหายใจกับผู้ป่วยได้อย่างปลอดภัย เนื่องจากมีอัตราการรอดชีวิตที่ 90 วันสูงถึงร้อยละ 88.4 ซึ่งสูงกว่าข้อมูลที่ผ่านมา อาจเป็นผลมาจากการควบคุมปัจจัยที่เพิ่มความสำเร็จของการถอดท่อช่วยหายใจและการป้องกันการถอดท่อช่วยหายใจล้มเหลวจากแนวทาง MDP ได้แก่ การประเมินความพร้อมของการหย่าเครื่องช่วยหายใจจากข้อมูล DRIVE/LOAD/CAPACITY ต้องครบถ้วนก่อน SBT มีการประเมินจากความเสี่ยงโรคประจำตัวและพยาธิสรีรวิทยาของผู้ป่วย เช่น การตรวจวัด VC NIP และการวิเคราะห์ก๊าซในเลือดก่อนการพิจารณาถอดท่อช่วยหายใจ ซึ่งสามารถกระทำโดยแพทย์เวชปฏิบัติกับเครื่องช่วยหายใจทั่วไปได้

โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งอุปกรณ์พิเศษ อาทิ การใช้อัลตราซาวนด์ กระบังลมหรือเครื่องช่วยหายใจชนิดที่มีการวัดการทำงานของ กระบังลมด้วยกระแสไฟฟ้า ซึ่งจำเป็นต้องใช้การฝึกฝนและความชำนาญ พบปัจจัยเสี่ยงที่มีผลกับการเสียชีวิตที่ 90 วัน ได้แก่ ภาวะการติดเชื้อในกระแสเลือด 6.3 เท่า และภาวะพร่องออกซิเจนรุนแรง ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 150$) 3.58 เท่า เมื่อคำนวณ multivariate regression analysis ร่วมกับอายุ ร่วมกับอายุมากกว่า 60 ปี ระยะเวลาในการใส่ท่อช่วยหายใจ มากกว่า 7 วัน ค่าระดับ $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 150$, $\text{PaCO}_2 > 45$ มม.ปรอท และ $\text{pH} < 7.35$ ซึ่งตรงกับคำจำกัดความของภาวะถอดท่อช่วยหายใจได้ยากและยาวนาน (difficult and prolong weaning) ของ Brochard และคณะ²⁵ ผู้ป่วยในกลุ่มนี้มักมีภาวะวิกฤตจากโรคที่เป็นอยู่ก่อนและมีความรุนแรงของโรคที่วินิจฉัยก่อนการใส่ท่อช่วยหายใจ จึงมีความพร้อมในการหย่าเครื่องช้ากว่าปกติและมีอัตราการตายสูง โดยเฉพาะค่า $\text{PaCO}_2 > 45$ มม.ปรอท มีค่า OR สูงมากแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเนื่องจากการใช้แนวทาง MDP ได้กำหนดค่า PaCO_2 ให้น้อยกว่า 45 ก่อนการถอดท่อจึงมีจำนวนผู้ป่วยน้อย อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดได้แก่เนื่องจากการเก็บรวบรวมข้อมูลย้อนหลังทำให้อาจมีข้อมูลบางส่วนไม่ครบถ้วน (จากงานวิจัยนี้มีถึง 63 รายใน 395 ราย) เนื่องจากมีการบันทึกข้อมูลเป็นจำนวนมากและต้องอาศัยความร่วมมือกันโดยทีมสหสาขาวิชาชีพ และยังมีแพทย์ต่างแผนกบางส่วนที่อาจไม่ให้ความร่วมมือเต็มที่ นอกจากนี้

งานวิจัยนี้ไม่ได้รวมผู้ป่วยที่ได้รับการใส่ท่อช่วยหายใจและใช้เครื่องช่วยหายใจจากระบบโรคหลอดเลือดสมองตีบหรือแตก อุบัติเหตุทางสมอง ผู้ป่วยที่ได้รับการเจาะคอ ผู้ป่วยที่ถอดท่อช่วยหายใจด้วยตัวเอง เนื่องจากไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ครบถ้วนโดยเฉพาะในส่วน capacity และอาจใช้เวลาในการหย่าท่อช่วยหายใจมากกว่าปกติ ซึ่งในอนาคตหากมีการเก็บข้อมูลเพื่อการศึกษาเพิ่มเติมในการใช้แนวปฏิบัติการหย่าเครื่องช่วยหายใจกับผู้ป่วยเหล่านี้ อาจจะนำมาช่วยปรับปรุงแนวทางการดูแลผู้ป่วยให้ดียิ่งขึ้นไปได้อีกในอนาคต

สรุป

แนวทาง MDP เน้นการทำงานร่วมกันระหว่างสาขาวิชาชีพเพื่อช่วยแพทย์ในการตัดสินใจถอดท่อช่วยหายใจ ลดปัจจัยเสี่ยงและเพิ่มมาตรการการป้องกัน เพื่อผู้ป่วยในบางกรณีที่แพทย์ไม่สามารถประเมินผู้ป่วยได้ตลอดเวลา แต่ยังสามารถดูบันทึกที่เป็นหลักฐานอย่างชัดเจนแสดงถึงภาวะผู้ป่วยว่ามีความพร้อมเพียงพอต่อการถอดท่อหรือไม่ มีประสิทธิผลคืออัตราการสำเร็จของการถอดท่อช่วยหายใจสูง โดยไม่พบปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จอย่างมีนัยสำคัญ มีอัตราการรอดชีวิตที่ 90 วันหลังจากการนอนโรงพยาบาลสูง จึงสามารถนำไปใช้ในพิจารณาการถอดท่อช่วยหายใจผู้ป่วยที่ได้รับการใส่ท่อช่วยหายใจและใช้เครื่องช่วยหายใจได้อย่างแม่นยำ

เอกสารอ้างอิง (References)

- Whitmore D, Mahambray T. Reintubation following planned extubation: incidence, mortality and risk factors. *Intensive Care Med* 2015;3(Suppl 1):A684.
- Khamiees M, Raju P, DeGirolamo A, Amoateng-Adjepong Y, Manthous CA. Predictors of extubation outcome in patients who have successfully completed a spontaneous breathing trial. *Chest* 2001;120(4):1262-70.
- Krishnan JA, Moore D, Robeson C, Rand CS, Fessler HE. A prospective, controlled trial of a protocol-based strategy to discontinue mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 2004;169(6):673-8.
- Navalesi P, Frigerio P, Moretti MP, Sommariva M, Vesconi S, Baiardi P, et al. Rate of reintubation in mechanically ventilated neurosurgical and neurologic patients: evaluation of a systematic approach to weaning and extubation. *Crit Care Med* 2008;36(11):2986-92.
- Namen AM, Ely EW, Tatter SB, Case LD, Lucia MA, Smith A, et al. Predictors of successful extubation in neurosurgical patients. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163(3 Pt 1):658-64.
- 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.
- Nitta K, Okamoto K, Imamura H, Mochizuki K, Takayama H, Kamijo H, et al. A comprehensive protocol for ventilator weaning and extubation: a prospective observational study. *J Intensive Care* 2019;7:50.

เอกสารอ้างอิง (References)

8. Hernández G, Paredes I, Moran F, Buj M, Colinas L, Rodríguez ML, et al. Effect of postextubation noninvasive ventilation with active humidification vs high-flow nasal cannula on reintubation in patients at very high risk for extubation failure: a randomized trial. *Intensive Care Med* 2022;48(12):1751-9.
9. Krivinskas S, Sarkar R, Turner O, Goonetilleke K, Anderson P. Predicting extubation failure. *Intensive Care Medicine Experimental* 2015;3(Suppl 1):A996.
10. Mabrouk AA, Mansour OF, Abd El-Aziz AA, Elhabashy MM, Alasdoudy AA. Evaluation of some predictors for successful weaning from mechanical ventilation. *Egyptian Journal of Chest Diseases and Tuberculosis* 2015;64(3):703-7.
11. Boles JM, Bion J, Connors A, Herridge M, Marsh B, Melot C, et al. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J* 2007;29(5):1033-56.
12. Girard TD, Alhazzani W, Kress JP, Ouellette DR, Schmidt GA, Truweit JD, et al. An Official American Thoracic Society/American College of Chest Physicians Clinical Practice Guideline: liberation from mechanical ventilation in critically ill adults. rehabilitation protocols, ventilator liberation protocols, and cuff leak tests. *Am J Respir Crit Care Med* 2017;195(1):120-33.
13. Marini J, Smith T, Lamb V. Estimation of inspiratory muscle strength in mechanically ventilated patients: The measurement of maximal inspiratory pressure. *J Crit Care* 1986;1(1):32-8.
14. Caruso P, Friedrich C, Denari SD, Ruiz SA, Deheinzeln D. The unidirectional valve is the best method to determine maximal inspiratory pressure during weaning. *Chest* 1999;115(4):1096-101.
15. Conti G, Montini L, Pennisi MA, Cavaliere F, Arcangeli A, Bocci MG, et al. A prospective, blinded evaluation of indexes proposed to predict weaning from mechanical ventilation. *Intensive Care Med* 2004;30(5):830-6.
16. Fisher MM, Raper RF. The "cuff-leak" test for extubation. *Anaesthesia* 1992; 47(1):10-2.
17. Sandhu RS, Pasquale MD, Miller K, Wasser TE. Measurement of endotracheal tube cuff leak to predict postextubation stridor and need for reintubation. *J Am Coll Surg* 2000;190(6):682-7.
18. Jaber S, Chanques G, Matecki S, Ramonatxo M, Vergne C, Souche B, et al. Post-extubation stridor in intensive care unit patients. Risk factors evaluation and importance of the cuff-leak test. *Intensive Care Med* 2003;29(1):69-74.
19. De Bast Y, De Backer D, Moraine JJ, Lemaire M, Vandenberght C, Vincent JL. The cuff leak test to predict failure of tracheal extubation for laryngeal edema. *Intensive Care Med* 2002;28(9):1267-72.
20. Darmon JY, Rauss A, Dreyfuss D, Bleichner G, Elkharrat D, Schlemmer B, et al. Evaluation of risk factors for laryngeal edema after tracheal extubation in adults and its prevention by dexamethasone. A placebo-controlled, double-blind, multicenter study. *Anesthesiology* 1992;77(2):245-51.
21. Epstein SK. Corticosteroids to prevent postextubation upper airway obstruction: the evidence mounts. *Crit Care* 2007;11(4):156.
22. Boscolo A, Petteuzzo T, Sella N, Zatta M, Salvagno M, Tassone M, et al. Noninvasive respiratory support after extubation: a systematic review and network meta-analysis. *Eur Respir Rev* 2023;32(168):220196.
23. Schmidt GA, Girard TD, Kress JP, Morris PE, Ouellette DR, Alhazzani W, et al. Official Executive Summary of an American Thoracic Society/American College of Chest Physicians Clinical Practice Guideline: liberation from mechanical ventilation in critically ill adults. *Am J Respir Crit Care Med* 2017;195(1):115-9.
24. Lone NI, Walsh TS. Prolonged mechanical ventilation in critically ill patients: epidemiology, outcomes and modelling the potential cost consequences of establishing a regional weaning unit. *Crit Care* 2011;15(2):R102.
25. Funk GC, Anders S, Breyer MK, Burghuber OC, Edelmann G, Heindl W, et al. Incidence and outcome of weaning from mechanical ventilation according to new categories. *Eur Respir J* 2010;35(1):88-94.