



Incidence Rate and Factors Predicting Respiratory Complications after 48 Hours of General Anesthesia*

Khanarut Chokmoh, RN, MNS¹, Donwiwat Saensom, RN, PhD¹

Abstract

Purpose: This study was conducted to assess the incidence rate of post-general anesthesia respiratory complications (P-GARCs) and the predicting factors at 48 hours after general anesthesia (GA).

Design: Analytical prospective cohort study.

Methods: Subjects were 322 patients aged 18 years and older who received an operation under GA. and 8 nurse anesthetists in one secondary care-level hospital. The P-GARCs predicting factors assessment form, a nurse anesthetist competency checklist and a nurse anesthetist's adherence to anesthesia guideline checklist were used for data collection. Data were analyzed using descriptive statistics and Cox proportional hazards regressions.

Main finding: Results revealed that 32 patients developed P-GARCs at 48 hours after GA with an incidence rate of 2.29 events/1000-hours of GA. Unmodifiable predictors of P-GARCs included age (HR = 1.04, 95%CI = 1.01, 1.06), having an emergency operation (HR = 2.41, 95%CI = 1.06, 5.47) and duration of intubation (HR = 1.00, 95%CI = .99, 1.01). Modifiable predictors included body mass index (HR = 1.16, 95%CI = 1.06, 1.26), smoking (HR = 6.03, 95%CI = 2.34, 15.54) and number of intubation (HR = 11.83, 95%CI = 1.17, 119.8). Protective factor against P-GARCs was nurse anesthetist's adherence to anesthesia guideline (HR = .94, 95%CI = .90, .98).

Conclusion and recommendations: Predicting factors of P-GARCs included both modifiable and unmodifiable factors. As a result, the modifiable factors should be manipulated to effectively prevent the P-GARCs and nurse anesthetists should be encouraged to strictly adhere to the anesthesia guideline. For unmodifiable factors, prevention and surveillance of G-PARCs should be focused among patients with these factors.

Keywords: complications, factors, general anesthesia, predictors, respiratory

Nursing Science Journal of Thailand. 2022;40(4):17-32

Corresponding Author: Assistant Professor Donwiwat Saensom, Faculty of Nursing, Khon Kaen University, Khon Kaen 40000, Thailand; e-mail: donsae@kku.ac.th

* Master's thesis, Master of Nursing Science Program in Adult Nursing, Faculty of Nursing, Khon Kaen University

¹ Faculty of Nursing, Khon Kaen University, Khon Kaen Province, Thailand

Received: 13 September 2021 / Revised: 19 October 2021 / Accepted: 1 November 2021



อัตราอุบัติการณ์และปัจจัยทำนายการเกิดภาวะแทรกซ้อนระบบทางเดินหายใจหลังได้รับการระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกายระยะ 48 ชั่วโมง*

ฉนวนรุจ โชคเหมาะ, พย.ม.¹ ดลวิวัฒน์ แสนโสม, ประ.ด.¹

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อประเมินอัตราอุบัติการณ์และปัจจัยทำนายการเกิดภาวะแทรกซ้อนระบบทางเดินหายใจหลังได้รับการระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกายระยะ 48 ชั่วโมง (Post-General Anesthesia Respiratory Complications: P-GARCs)

รูปแบบการวิจัย: การศึกษาเชิงวิเคราะห์รูปแบบงานศึกษาตามรุ่นตามแผน

วิธีดำเนินการวิจัย: กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยอายุ 18 ปีขึ้นไป ที่เข้ารับการผ่าตัดและได้รับการระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกายจำนวน 322 ราย และวิสัญญีพยาบาล 8 ราย ในโรงพยาบาลระดับตติยภูมิแห่งหนึ่ง เก็บข้อมูลโดยใช้แบบประเมินปัจจัยทำนายการเกิด P-GARCs และแบบประเมินสมรรถนะและความมีวินัยของวิสัญญีพยาบาลในการระงับความรู้สึกวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา และ cox proportional hazards regression

ผลการวิจัย: ผู้ป่วย 32 ราย เกิด P-GARCs หลังได้รับยาระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกาย (GA) 48 ชั่วโมง คิดเป็นอัตราอุบัติการณ์ 2.29 ครั้งต่อ 1,000 ชั่วโมง-การระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกาย ปัจจัยทำนายการเกิด P-GARCs ระยะ 48 ชั่วโมงที่ไม่สามารถปรับแก้ได้ ประกอบด้วย อายุ (HR = 1.04, 95%CI = 1.01, 1.06) การได้รับผ่าตัดแบบฉุกเฉิน (HR = 2.41, 95%CI = 1.06, 5.47) และระยะเวลาเป็นนาทีที่ใส่ท่อช่วยหายใจ (HR = 1.00, 95%CI = .99, 1.01) สำหรับปัจจัยทำนายที่สามารถปรับแก้ได้ ประกอบด้วย ดัชนีมวลกาย (HR = 1.16, 95%CI = 1.06, 1.26) การสูบบุหรี่ (HR = 6.03, 95%CI = 2.34, 15.54) และจำนวนครั้งการใส่ท่อช่วยหายใจ (HR = 11.83, 95%CI = 1.17, 119.8) ปัจจัยที่สามารถป้องกันการเกิด P-GARCs คือ ความมีวินัยในการปฏิบัติตามสมรรถนะของวิสัญญีพยาบาล (HR = .94, 95%CI = .90, .98)

สรุปและข้อเสนอแนะ: ปัจจัยพยากรณ์การเกิด P-GARCs ประกอบด้วยปัจจัยที่สามารถปรับแก้ได้ และแก้ไขไม่ได้ ดังนั้นการป้องกันการเกิด P-GARCs อย่างมีประสิทธิภาพจึงควรดำเนินการเพื่อลดปัจจัยที่สามารถแก้ไขได้และส่งเสริมให้วิสัญญีพยาบาลมีวินัยในการปฏิบัติตามมาตรฐานในการระงับความรู้สึกอย่างเข้มงวด สำหรับปัจจัยที่ปรับแก้ไม่ได้ต้องเน้นการป้องกันและเฝ้าระวังในผู้ป่วยที่มีปัจจัยดังกล่าว

คำสำคัญ: ภาวะแทรกซ้อน ปัจจัย การระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกาย การทำนาย ระบบทางเดินหายใจ

Nursing Science Journal of Thailand. 2022;40(4):17-32

ผู้ประสานงานเผยแพร่: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดลวิวัฒน์ แสนโสม, คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002 ประเทศไทย, e-mail: donsae@kku.ac.th

* วิทยานิพนธ์หลักสูตรพยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการพยาบาลผู้ใหญ่ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

¹ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วันที่รับบทความ: 13 กันยายน 2564 / วันที่แก้ไขบทความเสร็จ: 19 ตุลาคม 2564 / วันที่ตอบรับบทความ: 1 พฤศจิกายน 2564

ความสำคัญของปัญหา

ภาวะแทรกซ้อนระบบทางเดินหายใจหลังได้รับการระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกาย (Post-General Anesthesia Respiratory Complications, P-GARCs) เป็นภาวะแทรกซ้อนที่สำคัญทางวิสัญญี สามารถเกิดขึ้นได้ตั้งแต่ระยะการนำสลบจนถึงระยะหลังผ่าตัด 48-72 ชั่วโมง ซึ่งมักเกิดจากฤทธิ์ของยาสลบที่เหลือค้างอยู่ในร่างกาย แม้อุบัติการณ์เกิด P-GARCs พบได้ไม่บ่อยแต่ส่งผลกระทบต่อผู้ป่วยที่รุนแรง และอาจนำไปสู่การเจ็บป่วยหรือความพิการอย่างถาวร รวมทั้งเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตได้สูง โดยทั่วโลกพบอุบัติการณ์เกิด P-GARCs ร้อยละ 5-80 ของผู้ป่วยที่ได้รับการระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกาย (General Anesthesia, GA)¹ ในประเทศไทยมีอุบัติการณ์เกิด P-GARCs ร้อยละ 15.5 ซึ่งสูงเป็นอันดับที่ 3 รองจากภาวะหัวใจหยุดเต้นจากทุกสาเหตุภายใน 24 ชั่วโมง และภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ² เมื่อเกิดแล้วมักจะส่งผลกระทบต่อชีวิตผู้ป่วย เช่น เพิ่มอัตราเสียชีวิตร้อยละ 10.3 ในสหรัฐอเมริกา และร้อยละ 10 ในประเทศเนเธอร์แลนด์³ ในส่วนของทวีปเอเชีย เช่น ประเทศอินเดียพบอุบัติการณ์เสียชีวิตจาก P-GARCs ร้อยละ 5.4⁴ และในประเทศไทยพบอุบัติการณ์เสียชีวิตได้ถึงร้อยละ 3-18 ภายใน 30 วัน และร้อยละ 24.4 ภายใน 90 วันหลังผ่าตัด² นอกจากนี้มีผลทำให้เกิดความพิการอย่างถาวรร้อยละ 29⁵ เพิ่มจำนวนวันนอนในโรงพยาบาลเฉลี่ย 13-17 วัน⁶ เพิ่มค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาเฉลี่ยประมาณ 25,498 ดอลลาร์สหรัฐอเมริกาหรือประมาณ 813,885 บาทต่อการเข้ารับการรักษาตัว 1 ครั้ง⁷ เพิ่มอุบัติการณ์การกลับมารักษาซ้ำภายใน 30 วันถึงร้อยละ 17 และยังพบว่าเป็นสาเหตุของการเกิดความไม่พึงพอใจ และทำให้เกิดการฟ้องร้องเรียกค่าสินไหมทดแทนถึงร้อยละ 34⁵

การทบทวนเวชระเบียนโรงพยาบาลทุติยภูมิแห่งหนึ่งในปีงบประมาณ 2561 พบผู้ป่วยมารับบริการทางวิสัญญี

ทั้งหมด 5,569 ราย เป็นการระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกาย 2,002 ราย (35.9%)⁸ เมื่อทบทวนอุบัติการณ์เกิด P-GARCs จากใบบันทึกทางวิสัญญี (anesthetic record) จำนวน 548 ฉบับ และโปรแกรมรายงานความเสี่ยง (Health care Risk Management System, HRMS) จำนวน 643 รายการ พบ P-GARCs คิดเป็นร้อยละ 2.7 ซึ่งเกินค่ามาตรฐานของดัชนีชี้วัดผลงาน (Key Performance Indicator, KPI) ของหน่วยงานวิสัญญีซึ่งตั้งไว้ที่ร้อยละ 0.5 เนื่องจากเป็นภาวะแทรกซ้อนสำคัญที่สามารถป้องกันและบริหารจัดการไม่ให้เกิดขึ้นกับผู้ป่วยได้⁸ นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ป่วยที่ได้รับ GA มีอุบัติการณ์ของภาวะแทรกซ้อนอื่นๆ ที่ไม่ได้ถูกรายงานในระบบ เนื่องจากเกิดในระยะเวลาที่สั้น ได้รับการดูแลจัดการได้ทันที และผู้ป่วยไม่เกิดอันตราย ได้แก่ การใส่ท่อช่วยหายใจเข้าหลอดอาหาร ท่อช่วยหายใจเลื่อนเข้าปอดข้างใดข้างหนึ่ง การบาดเจ็บจากการใส่ท่อช่วยหายใจ ได้แก่ การบาดเจ็บของเนื้อเยื่อทางเดินหายใจส่วนบน อาการเจ็บคอ และเสียงแหบแห้งเล็กน้อย และที่สำคัญยังพบอุบัติการณ์เกิดภาวะ oxygen desaturation ในระยะนำสลบขณะใส่ท่อช่วยหายใจทั้งที่สำเร็จและไม่สำเร็จ และระยะหลังจากถอดท่อช่วยหายใจพบว่ามียางานความไม่พึงพอใจของผู้ป่วยและญาติ จนนำไปสู่การฟ้องร้องบุคลากรวิสัญญีและโรงพยาบาล⁸

การศึกษานำร่องในผู้ป่วยที่ได้รับ GA จำนวน 10 ราย พบว่ามีผู้ป่วย 7 รายเกิดภาวะปอดติดเชื้อจากการสูดสำลัก (aspiration pneumonia) ซึ่งเกิดขึ้นภายในเดือนเดียวกันทุกราย มีผู้ป่วย 3 รายที่ไม่สามารถถอดท่อช่วยหายใจได้เมื่อสิ้นสุดการผ่าตัดและสิ้นสุดการระงับความรู้สึก จึงต้องส่งตัวไปรักษาที่หอผู้ป่วยวิกฤติแบบไม่ได้วางแผนไว้ล่วงหน้า นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ป่วย 1 รายเกิดภาวะหัวใจหยุดเต้นจนต้องได้รับการช่วยฟื้นคืนชีพขั้นสูง ผู้ป่วย 2 รายเกิดภาวะเส้นเสียงหดเกร็ง (laryngospasm) และผู้ป่วย 1 รายเกิดภาวะ

ปอดข้างขวาแฟบ (right lung atelectasis) ซึ่งส่งผลให้ผู้ป่วยมีอัตราการนอนโรงพยาบาลนานขึ้นเฉลี่ย 11-15 วัน และโรงพยาบาลต้องค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณ 97,000 บาทต่อคน

ผลจากการศึกษาวิเคราะห์รากของปัญหา (root cause analysis) การทบทวนอุบัติการณ์เกิด P-GARCs และการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบว่า ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกิด P-GARCs สามารถแบ่งได้ 3 กลุ่ม ได้แก่

1) ปัจจัยด้านผู้ป่วย ปัจจัยเสี่ยงของ P-GARCs ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมสุขภาพและลักษณะของตัวผู้ป่วย ได้แก่ อายุมีมากขึ้น เพศชาย สถานะสุขภาพทางวิสัญญีหรือความเสี่ยงในการระงับความรู้สึก (ASA classification) เพิ่มขึ้น มีดัชนีมวลกายสูง ผู้ที่มีประวัติสูบบุหรี่ ระดับความอึดตัวของออกซิเจนในเลือดต่ำ และมีโรคประจำตัวในระบบทางเดินหายใจ เช่น โรคหอบหืด โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง การติดเชื้อระบบทางเดินหายใจ หรือมีผลการตรวจภาพถ่ายรังสีทรวงอกที่ผิดปกติ⁹

2) ปัจจัยด้านการดูแลรักษา ที่เพิ่มความเสี่ยงในการเกิด G-GARCs ได้แก่ ตำแหน่งของการผ่าตัด ความเร่งด่วนของการผ่าตัดผู้ป่วย ระยะเวลาการผ่าตัดที่นานขึ้น ระยะเวลาใส่ท่อช่วยหายใจนานขึ้น และจำนวนการใส่ท่อช่วยหายใจที่มากขึ้น¹⁰⁻¹¹

3) ปัจจัยด้านบุคลากรวิสัญญีพยาบาล ประกอบด้วยสมรรถนะทางวิสัญญีและความมีวินัยในการปฏิบัติตามมาตรฐานทางวิสัญญี ได้แก่ ประเมินระบบทางเดินหายใจก่อนได้รับการระงับความรู้สึกได้ไม่ครอบคลุม มีผลทำให้การเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์และการดูแลจัดการทางเดินหายใจไม่มีประสิทธิภาพ และการถอดท่อช่วยหายใจที่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งล้วนทำให้เพิ่มความเสี่ยงในการเกิด P-GARCs²

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่าปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกิด P-GARCs เหล่านี้มีหลากหลาย และบางปัจจัยยังไม่ชัดเจน โดยเฉพาะในบริบทการให้บริการวิสัญญีในโรงพยาบาลทั่วไป ทำให้ขาดแนวทางการปฏิบัติงานเพื่อเฝ้าระวังและป้องกันการเกิดภาวะแทรกซ้อนและการจัดการเมื่อเกิดภาวะแทรกซ้อนขึ้น จึงมีความจำเป็นต้องดำเนินการศึกษาเพื่อค้นหาปัจจัยที่ทำนายการเกิด P-GARCs ผลจากการสำรวจและวิเคราะห์ปัจจัยดังกล่าวสามารถนำไปใช้สร้างแนวปฏิบัติในการพยาบาลและป้องกันอันตรายไม่ให้เกิดขึ้นกับผู้ป่วยได้ และจะช่วยลดอุบัติการณ์เกิดภาวะแทรกซ้อนระบบทางเดินหายใจหลังได้รับการระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกายและช่วยลดผลกระทบที่เกิดจากภาวะแทรกซ้อนดังกล่าวได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาอัตราอุบัติการณ์และปัจจัยทำนายการเกิดภาวะ P-GARCs ระยะ 48 ชั่วโมงหลังได้รับการระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกาย

สมมติฐานการวิจัย

ปัจจัยด้านผู้ป่วย ปัจจัยด้านการดูแลรักษา และปัจจัยด้านบุคลากรวิสัญญีพยาบาล มีความสัมพันธ์และทำนายการเกิดภาวะแทรกซ้อนระบบทางเดินหายใจหลังได้รับการระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกายในระยะ 48 ชั่วโมง

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบ prospective cohort study ดำเนินการศึกษาระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ประกอบด้วยผู้ป่วยในที่กำลังรับการรักษา

ในโรงพยาบาล และวิสัญญีพยาบาล ของโรงพยาบาลทุติยภูมิ
แห่งหนึ่ง ในจังหวัดชัยภูมิ

1. กลุ่มตัวอย่างผู้ป่วย ทั้งชายและหญิง คัดเลือก
กลุ่มตัวอย่างแบบต่อเนื่อง (consecutive sampling) ตามเกณฑ์
คัดเข้า ดังนี้ 1) เป็นผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วยการผ่าตัด
ทั้งแบบเร่งด่วนและไม่เร่งด่วน 2) อายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป
3) ได้รับการระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกาย และมีเกณฑ์
คัดออก ดังนี้ 1) ผู้ป่วยที่อยู่ในภาวะวิกฤติที่ยังไม่ได้รับการจัดการ
ให้อาการดีขึ้น เช่น ก่อนเข้าร่วมการศึกษาผู้ป่วยต้องใส่ท่อ
ช่วยหายใจจากอาการที่เจ็บป่วย ผู้ป่วยไม่รู้สึกรู้ตัว หรือผู้ป่วย
ที่ต้องเจาะคอเพื่อใส่ท่อช่วยหายใจ 2) ผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษ
ผ่าตัดคลอดบุตรทางหน้าท้อง หรือมารับการผ่าตัดชนิดอื่นๆ
ในขณะที่ตั้งครรภ์ 3) เป็นผู้ป่วยที่เคยมีภาวะแทรกซ้อน
ระบบทางเดินหายใจจากการผ่าตัดที่ผ่านมา หรือได้รับการ
วินิจฉัยว่าเป็น P-GARCs ก่อนเข้าร่วมวิจัย

คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างสำหรับ cohort study
โดยใช้สูตรของ Bernard¹² ดังนี้

$$n_{\text{exposure}} = \left[\frac{Z_{1-\frac{\alpha}{2}} \sqrt{pq \left(1 + \frac{1}{r}\right)} + Z_{1-\beta} \sqrt{p_1q_1 + \frac{p_2q_2}{r}}}{\Delta} \right]^2$$

จากการศึกษาที่มีตัวแปรผลลัพธ์คือภาวะแทรกซ้อน
ระบบหายใจหลังการผ่าตัดหลังผ่าตัดช่องท้อง¹³ พบว่า
อัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อนระบบทางเดินหายใจหลังการ
ผ่าตัดช่องท้องในกลุ่มที่ได้รับการระงับความรู้สึกแบบ GA
เท่ากับ 0.18 และอัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อนระบบ
ทางเดินหายใจหลังการผ่าตัดช่องท้อง ในกลุ่มที่ไม่ได้รับการระงับ
ความรู้สึกแบบทั่วร่างกาย เท่ากับ 0.33 จึงนำมาแทนค่าในสูตร
ข้างต้น และได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างรวมทั้ง 2 กลุ่ม คือ exposure
และ non-exposure เท่ากับ 290 ราย และปรับขนาดกลุ่มตัวอย่าง
เพื่อทดแทนการสูญหาย ได้กลุ่มตัวอย่างผู้ป่วยรวมจำนวน 322 ราย

2. กลุ่มตัวอย่างวิสัญญีพยาบาล คือ วิสัญญีพยาบาล
ที่ปฏิบัติการระงับความรู้สึกกับผู้ป่วยกลุ่มตัวอย่าง
ซึ่งมีจำนวน 8 ราย

เครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้
ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากการทบทวนวรรณกรรม การศึกษานำร่อง
และทบทวนเวชระเบียนผู้ป่วย ซึ่งประกอบด้วยแบบประเมิน
ทั้งหมด 3 ชุด ดังนี้

1. แบบประเมินปัจจัยทำนายการเกิด P-GARCs
พัฒนาขึ้นจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง
ตามแนวคิดของ IOWA model¹⁴ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ
ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วย ประกอบด้วย รหัส
ผู้เข้าร่วมวิจัย อายุ วันที่ประเมินอาการ วันที่ทำการผ่าตัด
การวินิจฉัยโรค ชนิดการระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกาย

ส่วนที่ 2 ปัจจัยด้านผู้ป่วยด้านการดูแลรักษา
ประกอบด้วย

ปัจจัยด้านผู้ป่วย ได้แก่ อายุ เพศ สถานะสุขภาพทางวิสัญญี
ดัชนีมวลกาย (Body Mass Index, BMI) โรคประจำตัว
ระบบทางเดินหายใจ ระดับออกซิเจนในเลือด และประวัติ
การสูบบุหรี่

ปัจจัยด้านการรักษา ได้แก่ ตำแหน่งของการผ่าตัด
ประเภทของการผ่าตัด ระยะเวลาใส่ท่อช่วยหายใจ และ
จำนวนครั้งที่ใส่ท่อช่วยหายใจ

2. แบบประเมินสมรรถนะและความมีวินัยของ
วิสัญญีพยาบาลในการระงับความรู้สึก ประกอบด้วย 3 ส่วน
ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของวิสัญญีพยาบาล
ประกอบด้วย รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย สถานที่ปฏิบัติงาน อายุปัจจุบัน
เพศ ระดับการศึกษา ประสบการณ์ปฏิบัติงานทางพยาบาล
ประสบการณ์ปฏิบัติงานการพยาบาลด้านวิสัญญี

ส่วนที่ 2 แบบประเมินสมรรถนะในการปฏิบัติ ตามมาตรฐานการระงับความรู้สึกวิสัญญีพยาบาล เป็นแบบประเมิน ความถูกต้องในการปฏิบัติการของวิสัญญีพยาบาล ตามมาตรฐานการระงับความรู้สึก โดยแบบประเมินมีเกณฑ์ การให้คะแนนในแต่ละข้อ คือ ปฏิบัติถูกต้องให้ 1 คะแนน ปฏิบัติไม่ถูกต้องให้ 0 คะแนน โดยประเมินสมรรถนะ 3 ด้าน จำนวน 21 ข้อ คือ

1) ด้านการดูแลผู้ป่วยก่อนให้การระงับความรู้สึก จำนวน 3 ข้อ ได้แก่ การประเมินทางเดินหายใจ การประเมิน และจัดการความเสี่ยงเพื่อป้องกันการเกิด P-GARCs และการเตรียมอุปกรณ์และตรวจสอบความพร้อมในการช่วยเหลือ เพื่อป้องกันการเกิด P-GARCs

2) ด้านการดูแลผู้ป่วยระหว่างให้การระงับความรู้สึก จำนวน 11 ข้อ ได้แก่ การตรวจสอบความปลอดภัย ของผู้ป่วยที่เกี่ยวข้องกับการเกิด P-GARCs การใช้เครื่องมือ เฝ้าระวัง (monitoring) การเกิด P-GARCs การใช้เทคนิค การระงับความรู้สึกที่เหมาะสม การดูแลจัดการทางเดินหายใจ การดูแลจัดการการทำงานของปอด และการจัดการแก้ไข ภาวะ P-GARCs อย่างมีประสิทธิภาพ

3) ด้านการดูแลผู้ป่วยหลังให้การระงับความรู้สึก จำนวน 7 ข้อ ได้แก่ ความครอบคลุมในการประเมินความพร้อม ในการถอดท่อช่วยหายใจ การดูแลทางเดินหายใจ การประเมิน ระดับความรู้สึกตัวระหว่างนำส่งไปหน่วยดูแลผู้ป่วยหลังผ่าตัด การประเมินผู้ป่วยโดยใช้ modified Aldrete scoring system การประเมิน sedation score และการจัดการความปวด (กรณีผ่าตัดบริเวณช่องท้อง)

ส่วนที่ 3 แบบประเมินความมีวินัยในการปฏิบัติตาม มาตรฐานการระงับความรู้สึกของวิสัญญีพยาบาล เป็นแบบประเมิน ความครบถ้วนในการทำกิจกรรมระงับความรู้สึกของวิสัญญีพยาบาล ตามมาตรฐานความรู้ โดยแบบประเมินมีเกณฑ์การให้คะแนน ในแต่ละข้อ คือ ปฏิบัติให้ 1 คะแนน และไม่ได้ปฏิบัติให้ 0 คะแนน

โดยประเมินความมีวินัยในการปฏิบัติการ 3 ด้าน จำนวน 21 ข้อ ตามจำนวนสมรรถนะในการระงับความรู้สึกในส่วนที่ 2

3. แบบบันทึกการเกิดภาวะแทรกซ้อนระบบทางเดินหายใจ หลังได้รับการระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกาย โดยใช้เกณฑ์ วินิจฉัยตามบัญชีจำแนกทางสถิติระหว่างประเทศของโรค และปัญหาสุขภาพที่เกี่ยวข้อง ฉบับทบทวนครั้งที่ 10 (International Classification of Disease and related health problem 10th revision, ICD 10)¹⁵

การตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. แบบประเมินปัจจัยทำนายการเกิด P-GARCs

ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity Index, CVI) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่านซึ่งประกอบด้วยวิสัญญีแพทย์ โรงพยาบาลตติยภูมิ 1 ท่าน วิสัญญีแพทย์โรงพยาบาลทุติยภูมิ 2 ท่าน และวิสัญญีพยาบาล 2 ท่าน ได้ค่า CVI = .87 ตรวจสอบ ความเที่ยงของเครื่องมือโดยประเมินความสอดคล้องภายใน (internal consistency reliability) ได้ค่า Cronbach's alpha coefficient = .81

2. แบบประเมินสมรรถนะและความมีวินัย ในการระงับความรู้สึก

ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน ได้ค่า CVI = .90 และประเมินความเที่ยงจากการตรวจสอบ ความสอดคล้องภายในโดยใช้สถิติ Kuder-Richardson formula 20 ได้ Cronbach's alpha coefficient = .82

การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ปฏิบัติการวิจัยอย่างเคร่งครัด ตามหลักการแห่งปฏิญญาเฮลซิงกิของแพทย์ สมาคมโลก เรื่องหลักการจริยธรรมสำหรับการศึกษาวิจัยทางการแพทย์ ที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ และผ่านความเห็นชอบจาก คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น COA No. HE632193 รับรอง ณ วันที่ 22 กันยายน พ.ศ. 2563

วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล

หลังจากได้รับการรับรองด้านจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และผ่านการขออนุมัติการเก็บข้อมูลจากผู้อำนวยการโรงพยาบาลทุติยภูมิที่ทำการศึกษแล้ว ผู้วิจัยแนะนำตัวเองต่อวิสัญญีแพทย์ หัวหน้าพยาบาล และวิสัญญีพยาบาลประจำการ เพื่อแจ้งวัตถุประสงค์การวิจัย และวิธีการเก็บข้อมูลเพื่อขอความร่วมมือและการอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล และดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยและวิสัญญีพยาบาลประจำการร่วมกัน ประเมินผู้ป่วยที่มีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์คัดเข้า โดยประเมินผู้ป่วยก่อนได้รับการระงับความรู้สึก
2. ชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอน และสิทธิผู้ป่วย ในการเข้าร่วมวิจัย และขอความยินยอมเข้าร่วมวิจัย จากผู้ป่วยหรือผู้แทนโดยชอบธรรม
3. เก็บรวบรวมข้อมูลปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกิด P-GARCs ดังนี้
 - 3.1 กรณีเป็นผู้ป่วยผ่าตัดที่ไม่เร่งด่วน (elective) ทำการประเมินผู้ป่วยก่อนวันที่จะผ่าตัด 1 วัน ตั้งแต่เวลา 15.00 น. เป็นต้นไป
 - 3.2 กรณีเป็นผู้ป่วยผ่าตัดเร่งด่วน (emergency) ทำการประเมินผู้ป่วยทันที ก่อนที่ผู้ป่วยจะได้รับการระงับความรู้สึก
4. ผู้วิจัยสังเกตการปฏิบัติงานของวิสัญญีพยาบาล ที่ทำหน้าที่ในการระงับความรู้สึกผู้ป่วยด้วยตนเอง ทั้งในระยะก่อนผ่าตัด ระหว่างการผ่าตัด และภายหลังการผ่าตัด จนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการระงับความรู้สึก และประเมินสมรรถนะ และวินัยในการปฏิบัติการของวิสัญญีพยาบาล โดยการติดตามไปให้บริการพร้อมกับวิสัญญีพยาบาลและตรวจสอบความสมบูรณ์ในการบันทึกข้อมูลของวิสัญญีพยาบาลในแบบบันทึก ให้บริการระงับความรู้สึกทั้ง 3 ระยะ

5. ติดตามเยี่ยมผู้ป่วยหลังผ่าตัดภายใน 48 ชั่วโมง เนื่องจากผู้ป่วยทุกรายจะได้รับการคัดกรองก่อนผ่าตัด ไม่มีภาวะแทรกซ้อน P-GARCs ดังนั้น หากเกิดภาวะแทรกซ้อนหลังได้รับ GA ในช่วงเวลา 48 ชั่วโมงหลังผ่าตัด จะนับเป็นภาวะแทรกซ้อนที่เกิดหลังการให้ยาระงับความรู้สึก ซึ่งผู้วิจัยจะบันทึกข้อมูลนี้ในขณะที่ติดตามเยี่ยมผู้ป่วยหลังผ่าตัดภายใน 48 ชั่วโมง เพื่อประเมินภาวะแทรกซ้อน P-GARCs

6. นำข้อมูลที่ได้จากการประเมิน แบบบันทึกเวชระเบียนผู้ป่วย แบบบันทึกทางวิสัญญี ตรวจสอบความถูกต้อง แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีเกณฑ์ยุติการศึกษา คือ วิสัญญีพยาบาลที่ย้ายสถานที่ทำงาน หรือเจ็บป่วย ระหว่างทำการศึกษาทำให้ไม่สามารถให้ข้อมูลได้ ซึ่งในระหว่างดำเนินการวิจัย ไม่ปรากฏว่ามีวิสัญญีพยาบาล ย้ายสถานที่ทำงาน หรือเจ็บป่วย

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม SPSS version 28 ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยกำหนดนัยสำคัญที่ระดับ .05 ดังนี้

1. ข้อมูลแจกแจงนับ คำนวณหาความถี่และร้อยละ ส่วนข้อมูลต่อเนื่องคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. คำนวณมัธยฐานระยะเวลาความอยู่รอด (median survival time) ของการเกิด P-GARCs ระยะ 48 ชั่วโมง ด้วยวิธีของ Kaplan-Meier
3. วิเคราะห์ปัจจัยทำนายการเกิด P-GARCs ระยะ 48 ชั่วโมง ดำเนินการใน 2 ขั้นตอน คือ univariate analysis โดยใช้ univariate cox proportional hazard regression และ multivariate analysis โดยใช้ multivariate Cox proportional hazard regression

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลทั่วไป

ผู้ป่วยจำนวน 322 ราย เป็นเพศหญิง 164 ราย ร้อยละ 50.9 อายุเฉลี่ย 49.29 ปี (SD = 16.84) มี BMI เฉลี่ย 22.93 kg/m² (SD = 4.23) ระดับความอึดตัวของออกซิเจนในเลือดก่อนผ่าตัดเฉลี่ย 97% (SD = 1.31) ผู้ป่วยส่วนใหญ่มีสถานะสุขภาพทางวิสัญญี ASA class 2 จำนวน 205 ราย (ร้อยละ 63.7) มีผู้ป่วย 12 ราย (ร้อยละ 3.7) ที่มีโรคประจำตัวคือปอดอุดกั้นเรื้อรัง/หอบหืด ในกลุ่มผู้ที่สูบบุหรี่มีค่าเฉลี่ยปริมาณการสูบบุหรี่ 2.71 pack-year (SD = 6.37) การวินิจฉัยโรคที่พบมากที่สุด คือ Appendicitis 57 ราย (ร้อยละ 17.7) และการผ่าตัดที่พบมากที่สุดคือ Appendectomy ทั้งหมด 57 ราย (ร้อยละ 17.7)

โดยภาพรวมกลุ่มตัวอย่างได้รับการระงับความรู้สึกผ่าน endotracheal tube (ET tube) มากที่สุด 216 ราย (ร้อยละ 67.1) และมีการผ่าตัดบริเวณช่องท้องส่วนล่างมากที่สุด 136 ราย (ร้อยละ 50.9) ผู้ป่วยส่วนใหญ่ได้รับการผ่าตัดแบบไม่เร่งด่วน (elective surgery) 207 ราย (ร้อยละ 64.3) มีผู้ป่วยที่ได้รับการระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกาย

261 ราย (ร้อยละ 78.3) มีค่าเฉลี่ยการใส่ท่อหายใจ 1.05 ครั้ง (SD = 0.02, พิสัย 1-3 ครั้ง) โดยมีผู้ป่วยที่ใส่ท่อช่วยหายใจ 3 ครั้ง จำนวน 4 ราย (ร้อยละ 0.04) และในภาพรวมผู้ป่วยมีระยะเวลาที่ต้องใส่ท่อช่วยหายใจเฉลี่ย 62.61 นาที (SD = 55.54)

วิสัญญีพยาบาลให้การดูแลการระงับความรู้สึกในโรงพยาบาลที่ศึกษาจำนวน 8 ราย โดยส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 7 ราย (ร้อยละ 87.5) อายุเฉลี่ย 49.29 ปี (SD = 4.18) มีประสบการณ์ทำงานพยาบาลวิชาชีพทั่วไปเฉลี่ย 13.89 ปี (SD = 5.70) และมีประสบการณ์การเป็นวิสัญญีพยาบาลเฉลี่ย 5.57 ปี (SD = 4.59) มีค่าคะแนนสมรรถนะในการปฏิบัติการของวิสัญญีพยาบาลเฉลี่ยร้อยละ 82.45 (SD = 9.33) และค่าคะแนนความมีวินัยในการปฏิบัติตามสมรรถนะของวิสัญญีพยาบาลเฉลี่ย ร้อยละ 82.32 (SD = 9.37)

2. อัตราอุบัติการณ์การเกิด P-GARCs

จากผู้ป่วย 322 คนมีผู้ป่วยที่เกิดภาวะแทรกซ้อนของระบบหายใจหลังได้รับยาระงับความรู้สึก 48 ชั่วโมง จำนวน 32 คน (ร้อยละ 9.9) คิดเป็นอัตราอุบัติการณ์เกิด P-GARCs เท่ากับ 2.29 [95%CI = 1.62, 3.24] ต่อ 1,000 ชั่วโมงที่ได้รับการระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกาย (ตารางที่ 1)

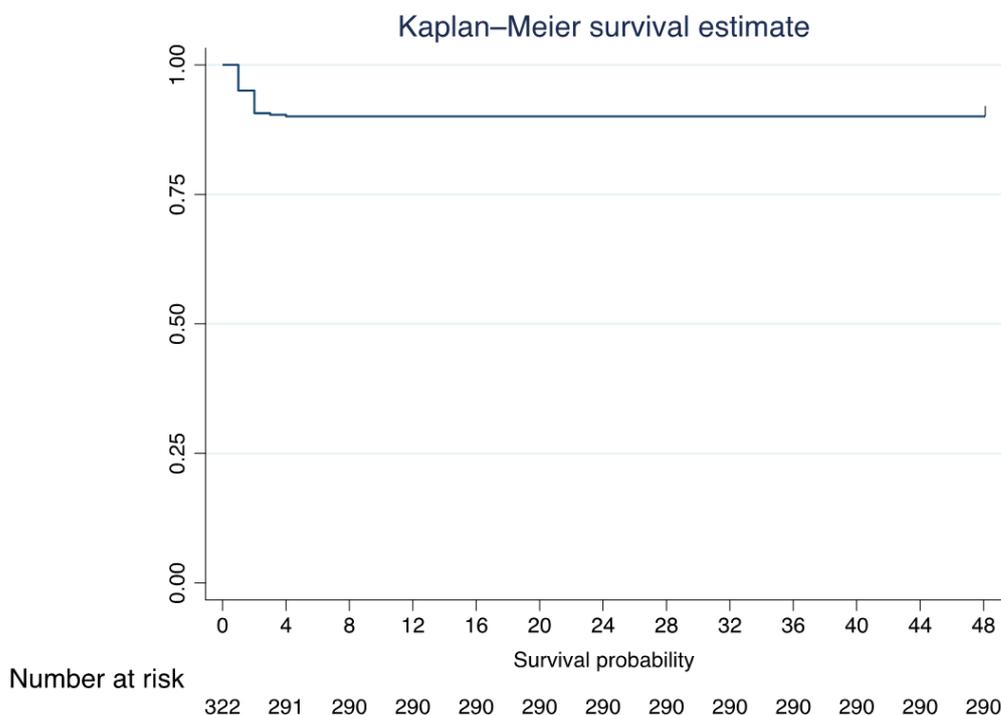
ตารางที่ 1 อัตราอุบัติการณ์การเกิดภาวะแทรกซ้อนระบบทางเดินหายใจหลังได้รับการระงับความรู้สึกทั่วร่างกาย ระยะ 48 ชั่วโมง (N = 322)

ภาวะแทรกซ้อน	Person-time (ชั่วโมง)	การเกิดภาวะแทรกซ้อน (คน)	อัตราอุบัติการณ์ (ครั้ง/1,000 ชม.ที่ได้ GA)	[95%CI]
P-GARCs *	13,971	32	2.29	[1.62, 3.24]
ชนิดของภาวะแทรกซ้อน				
- Laryngospasm	13,971	4	.29	[.11, .76]
- Aspiration pneumonitis	13,971	4	.29	[.11, .76]
- Pulmonary edema	13,971	1	.07	[.01, .51]
- Bronchospasm	13,971	11	.79	[.44, 1.42]
- Lung atelectasis	13,971	12	.86	[.49, 1.51]

* P-GARCs = Post-General Anesthesia Respiratory Complications

ในการศึกษาที่ไม่สามารถประมาณค่า median survival time ได้เนื่องจากผู้เข้าร่วมการศึกษาเกิด P-GARCs จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 9.9 ซึ่งมีค่าความน่าจะเป็นไม่ถึงร้อยละ 50 อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้นำเสนอกกราฟ

Kaplan-Meier เพื่อประมาณค่า median survival time ซึ่งพบว่า ณ เวลา 48 ชั่วโมงหลังจากได้รับยาระงับความรู้สึกผู้ป่วยมีความน่าจะเป็นที่จะไม่เกิด P-GARCs ประมาณร้อยละ 90 ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การประมาณค่า median survival time

3. ปัจจัยทำนายการเกิด P-GARCs ระยะ 48 ชั่วโมง

ปัจจัยที่ทำนายการเกิด P-GARCs อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลที่ศึกษา มี 3 ด้าน คือ (ตารางที่ 2)

- 1) ปัจจัยด้านผู้ป่วย ได้แก่ อายุที่เพิ่มขึ้นทุก 1 ปี ผู้ป่วยจะมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้น 1.04 เท่า หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 4 (HR = 1.04, 95%CI = 1.01, 1.06, p = .004) ดัชนีมวลกายที่เพิ่มขึ้นทุก 1 kg/m² จะมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้น 1.16 เท่า หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 16 (HR = 1.16, 95%CI = 1.06, 1.26, p < .001) และการสูบบุหรี่จะมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้น 6.03 เท่า (HR = 6.03, 95%CI = 2.34, 25.54, p < .001) เมื่อเทียบกับการไม่สูบบุหรี่
- 2) ปัจจัยด้านการรักษา ได้แก่ การผ่าตัดแบบฉุกละหุน จะเพิ่มความความเสี่ยงเพิ่มขึ้น 2.41 เท่า (HR = 2.41, 95%CI = 1.06, 5.47,

p = .035) เมื่อเทียบกับการนัดผ่าตัดล่างหน้า ระยะเวลาใส่ท่อช่วยหายใจที่เพิ่มขึ้นทุก 1 นาทีมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้น 1.42 เท่า (HR = 1.42, 95%CI = 1.19, 1.68, p < .001) และการใส่ท่อช่วยหายใจที่เพิ่มขึ้นทุก 1 ครั้ง ซึ่งมีอิทธิพลมากที่สุดในการเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิด P-GARCs เมื่อเทียบกับปัจจัยตัวอื่นเป็น 11.83 เท่า (HR = 11.83, 95%CI = 1.17, 119.8, p = .036)

3) ปัจจัยด้านบุคลากรวิสัญญีพยาบาล: ซึ่งในการศึกษาจัดเป็นปัจจัยป้องกันการเกิด P-GARCs ได้แก่ ความมีวินัยในการปฏิบัติตามมาตรฐานการระงับความรู้สึกของวิสัญญีพยาบาล โดยค่าคะแนนที่เพิ่มขึ้น 1 คะแนน จะลดความเสี่ยงในการเกิด P-GARCs ระยะ 48 ชั่วโมง ร้อยละ 6 (HR = .94, 95%CI = 0.90, 0.98, p = .001)

ตารางที่ 2 ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกิดภาวะแทรกซ้อนระบบทางเดินหายใจหลังได้รับการระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกาย ระยะ 48 ชั่วโมงใน cox proportional hazard regression

ปัจจัยเสี่ยง	P-GARCs		Crude			Adjusted*		
	เกิด (n = 32)	ไม่เกิด (n = 290)	HR	95%CI	p	HR	95%CI	p
อายุ; \bar{X} (SD)	60.1 (14.1)	48.1 (16.7)	1.04	[1.02, 1.06]	< .001	1.04	[1.01, 1.06]	.004
เพศ; (%)								
หญิง	12 (37.5)	152 (52.4)	Ref.					
ชาย	29 (62.5)	138 (47.6)	1.77	[.86, 3.62]	.118			
สถานะสุขภาพทางวิสัญญี; (%)								
Class 1	2 (6.3)	57 (19.6)	Ref.					
Class 2-4	30 (93.7)	233 (80.4)	3.50	[.83, 14.64]	.086			
ดัชนีมวลกาย; \bar{X} (SD)	24.9 (6.3)	22.7 (3.9)	1.11	[1.03, 1.19]	.004	1.16	[1.06, 1.26]	< .001
โรคประจำตัวระบบทางเดินหายใจ; (%)								
ไม่มี	30 (93.7)	280 (96.6)	Ref.					
มี	2 (6.3)	10 (3.4)	1.78	[.42, 7.45]	.429			
ระดับออกซิเจนในเลือด; \bar{X} (SD)	97.4 (1.4)	97.6 (1.3)	.91	[.72, 1.17]	.496			
การสูบบุหรี่; (%)								
ไม่สูบ	25 (78.1)	268 (92.4)	Ref.			Ref.		
สูบ	7 (21.9)	22 (7.6)	3.10	[1.34, 7.18]	.008	6.03	[2.34, 15.54]	< .001
ตำแหน่งของการผ่าตัด; (%)								
ส่วนปลาย	4 (12.5)	122 (42.1)	Ref.					
ช่องท้อง	28 (87.5)	168 (57.9)	4.72	[1.66, 13.47]	.004			
ประเภทของการผ่าตัด; (%)								
ไม่ฉุกเฉิน	14 (43.7)	193 (66.5)	Ref.			Ref.		
ฉุกเฉิน	18 (56.3)	97 (33.5)	2.42	[1.20, 4.88]	.012	2.41	[1.06, 5.47]	.035
ระยะเวลาที่ใส่ท่อช่วยหายใจ; median (IQR)	105 (80)	45 (50)	1.46	[1.24, 1.70]	< .001	1.42	[1.19, 1.68]	< .001
จำนวนครั้งที่ใส่ท่อช่วยหายใจ; (%)								
0 ครั้ง	1 (3.1)	61 (21)	Ref.			Ref.		
≥1 ครั้ง	31 (96.9)	229 (79)	7.71	[1.05, 56.50]	.044	11.83	[1.17, 119.8]	.036
สมรรถนะ; \bar{X} (SD)	77 (12.5)	83 (8.7)	.95	[.93, .98]	< .001			
ความมีวินัย; \bar{X} (SD)	75.1 (11.9)	83.1 (8.7)	.94	[.92, .96]	< .001	.94	[.90, .98]	.001

CI = Confidence Interval, HR = Hazard Ratio

* ควบคุมอิทธิพลของตัวแปร อายุ ดัชนีมวลกาย การสูบบุหรี่ ประเภทของผู้ป่วย ระยะเวลาที่ใส่ท่อช่วยหายใจ จำนวนครั้งที่ใส่ท่อช่วยหายใจ ความมีวินัยในการปฏิบัติตามสมรรถนะของวิสัญญีพยาบาล

อภิปรายผล

อัตราอุบัติการณ์การเกิด P-GARCs ระยะ 48 ชั่วโมง การศึกษาครั้งนี้พบอัตราอุบัติการณ์การเกิด P-GARCs

ระยะ 48 ชั่วโมง เท่ากับ 2.29 ครั้ง ต่อ 1,000 ชั่วโมงหลังได้รับ GA ซึ่งต่ำกว่าอุบัติการณ์ในประเทศอุตสาหกรรมที่ทำการศึกษา ในผู้ป่วยผู้ใหญ่ที่ได้รับ GA ที่พบระหว่าง 5-80¹ และต่ำกว่า

อุบัติการณ์ในประเทศไทยซึ่งมีรายงานพบอุบัติการณ์เกิดเท่ากับ 15.5^3 ทั้งนี้อัตราอุบัติการณ์ที่เกิดขึ้นใกล้เคียงกับสถิติเดิมของโรงพยาบาลที่ศึกษาในประจำปี พ.ศ. 2561 ซึ่งพบ P-GARCs 2.70 ครั้ง ต่อ 1,000 ชั่วโมง แสดงให้เห็นว่าการเกิดอุบัติการณ์ที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับขนาดของโรงพยาบาล สภาพแวดล้อม ความรุนแรงของการเจ็บป่วย ปัจจัยด้านการดูแลรักษา ปัจจัยด้านบุคลากร การจัดการกับเครื่องมือและอุปกรณ์การแพทย์ รวมถึงการวินิจฉัยและแนวทางการรักษา ช่วงเวลาที่ใช้ในการศึกษาที่แตกต่างกัน² อย่างไรก็ตาม อัตราอุบัติการณ์ของ P-GARCs ในการศึกษาครั้งนี้สูงกว่าค่ามาตรฐานของดัชนีชี้วัดผลงาน ของหน่วยงานวิสัญญีที่ตั้งไว้ที่ร้อยละ 0.5 ซึ่งอาจเป็นเพราะการศึกษานี้มีการเก็บข้อมูลแบบไปข้างหน้า ทำให้ได้ข้อมูลตามสภาพจริงและครบถ้วน อีกทั้งยังใช้เกณฑ์การวินิจฉัยภาวะแทรกซ้อนของ ICD-10 ทำให้มีประสิทธิภาพในการวินิจฉัยมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลที่โรงพยาบาลเคยรายงานในอดีต ซึ่งการรายงานโดยเก็บข้อมูลย้อนหลังมีผลเสียคือ ข้อมูลที่จะใช้วินิจฉัยภาวะแทรกซ้อนไม่ครบ และเกณฑ์ที่ใช้ในการวินิจฉัยก็ไม่จำเพาะเจาะจงต่อการเกิด P-GARCs

ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกิด P-GARCs ระยะ 48 ชั่วโมง มีดังนี้

อายุ ผลการศึกษาพบว่า อายุเป็นปัจจัยทำนายการเกิด P-GARCs โดยอายุที่เพิ่มมากขึ้น มีผลทำให้ mitochondria ภายในเซลล์ทำงานลดลง ทำให้โครงสร้างของปอดและการพัดโบกของ cilia ทำงานลดลง จึงเกิดการคั่งค้างของเสมหะในทางเดินหายใจง่ายขึ้น¹⁶ และการมีอายุเพิ่มขึ้นยังส่งผลต่อการไหลเวียนเลือดมาที่ปอดลดลง ทำให้มี shunt เกิดมากขึ้น จน arterial oxygenation ต่ำลง และความผิดปกติของระบบหายใจได้ง่ายขึ้น¹⁷ โดยการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ผู้ที่มีอายุ 65 ปีขึ้นไป มีความเสี่ยงต่อการเกิด P-GARCs มากกว่าผู้ที่มีอายุน้อยกว่า

65 ปี 11.41 เท่า ($OR_{adj} = 11.41, 95\%CI = 4.84, 26.91, p < .01$) และอายุที่มากกว่า 75 ปีขึ้นไป มีความเสี่ยงมากกว่าผู้ที่มีอายุน้อยกว่า 75 ปี 3.9 เท่า ($OR_{adj} = 3.9, 95\%CI = 1.5, 10.4, p < .01$) และยังพบว่าผู้ที่มีอายุ 80 ปีขึ้นไป มีความเสี่ยงมากกว่าผู้ที่มีอายุน้อยกว่า 80 ปี 5.1 เท่า ($OR_{adj} = 5.1, 95\%CI = 1.9, 13.3, p < .01$)¹⁸ ดังนั้นควรมีการป้องกันและเฝ้าระวังการเกิด P-GARCs อย่างใกล้ชิดในผู้ป่วยสูงอายุ เช่น เลือกลงยาหย่อนกล้ามเนื้อ (non-depolarization) ในกลุ่มที่ระยะเวลาการออกฤทธิ์สั้นและปานกลาง (short and intermediate acting) ทั้งนี้เพื่อป้องกันภาวะ residual neuromuscular blocking agent เพื่อลดการเกิด P-GARCs

ดัชนีมวลกาย ผลการศึกษาพบว่า BMI เป็นปัจจัยทำนายการเกิด P-GARCs การมี BMI เพิ่มขึ้นสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงทางกายวิภาค ที่มีไขมันสะสมตามร่างกายมากขึ้น ผลทำให้การกัมหน้ำ และการงดยคอมมีข้อจำกัด มีแก้มโต ลิ้นใหญ่ เนื้อเยื่อภายในช่องปากหนาขึ้น ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการช่วยหายใจและทำให้ใส่ท่อหายใจได้ยากขึ้น¹⁰ ผู้ป่วยที่มีลักษณะดังกล่าวจะเกิดการอุดตันท่อได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ บริเวณหน้าอกที่หนาตัวขึ้นจากการสะสมของไขมัน จะส่งผลให้ Functional Residual Capacity (FRC) ลดลง เกิดปอดแฟบได้ง่ายขึ้น¹⁹ ทั้งนี้ BMI เป็นปัจจัยที่สามารถปรับแก้ได้ โดยการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ผู้ที่มี BMI มากกว่า 25 kg/m^2 จะมีความเสี่ยงต่อการเกิด P-GARCs มากกว่าผู้ที่มี BMI น้อยกว่า 25 kg/m^2 1.51 เท่า ($OR_{adj} = 1.51, 95\%CI = 1.06, 2.17, p < .05$) ผู้ป่วยที่มี BMI $> 30 \text{ kg/m}^2$ จะเพิ่มความเสี่ยง 2.9 เท่า ($OR_{adj} = 2.9, 95\%CI = 1.1, 7.7$) และผู้ป่วยที่มี BMI $> 35 \text{ kg/m}^2$ ขึ้นไป จะเพิ่มความเสี่ยง 2.5 เท่า ($OR_{adj} = 2.5, 95\%CI = 1.74, 3.64, p < .01$)²⁰ ซึ่งการป้องกันภาวะปอดติดเชื้อมาจากการอุดตันท่อ

(aspiration pneumonia and regurgitation) แนะนำให้ aspiration prophylaxis อย่างน้อย 15-30 นาที ก่อนให้ ยานำสลบ และใช้เทคนิคการทำ Rapid Sequence Induction with cricoid pressure (RSI) ในการใส่ท่อช่วยหายใจ

การสูบบุหรี่ ผลการศึกษาพบว่า การสูบบุหรี่เป็นปัจจัยทำนายการเกิด P-GARCs โดยเมื่อคว้นบุหรี่ที่เกิดจากการเผาไหม้ จะทำให้เกิดสารเคมีหลายชนิดซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง พยาธิสรีรวิทยา โดยเฉพาะระบบทางเดินหายใจ เมื่อเข้าสู่ปาก ละอองจะเย็นตัวลงเกิดเป็นสารทาร์ตติดยึดตามทางเดินหายใจ ซึ่งเข้าสู่ปอดได้ 50% มีผลทำให้เซลล์พัดโบก (cilia) ไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เชื่อว่าไปกดที่ ciliary beat เกิดการคั่งค้างของเสมหะและไม่สามารถ ระบายเสมหะออกได้เอง ซึ่งไปขัดขวางการแลกเปลี่ยนก๊าซ หรือกระตุ้นให้เกิดหลอดลม หดเกร็งได้²¹ ทั้งนี้การสูบบุหรี่ เป็นปัจจัยที่สามารถปรับแก้ได้ โดยการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า ผู้ป่วยที่สูบบุหรี่มากกว่า 10 pack-year และที่ยังมีการสูบบุหรี่จะเพิ่มความเสี่ยงการเกิด P-GARCs 2.3 เท่า ($OR_{adj} = 2.3, 95\%CI = 1.56, 3.67, p < .01$) และผู้ป่วยที่สูบบุหรี่มากกว่า 20 pack-year จะเพิ่มความเสี่ยง 5.4 เท่า ($OR_{adj} = 5.4, 95\%CI = 1.4, 20.8, p < .05$) เมื่อเปรียบเทียบกับ การไม่สูบบุหรี่²² ดังนั้นเพื่อป้องกันการเกิด P-GARCs ควรแนะนำผู้ป่วยให้หยุดสูบบุหรี่อย่างน้อย 4 สัปดาห์ ก่อนการผ่าตัด ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อให้ การทำงานของเซลล์พัดโบก (cilia) ของทางเดินหายใจ และการขับหลัง mucous ของทางเดินหายใจกลับมาทำหน้าที่ได้ ปกติ ก่อนที่จะได้รับยาระงับความรู้สึก

ประเภทของการผ่าตัด ผลการศึกษาพบว่า ประเภท ของการผ่าตัดเป็นปัจจัยทำนายการเกิด P-GARCs โดย ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดแบบฉุกเฉินซึ่งเป็นการรักษาที่ไม่ได้วางแผน

หรือเตรียมความพร้อมผู้ป่วยไว้ล่วงหน้า ผู้ป่วยอาจจะ มีกระเพาะอาหารไม่ว่าง (full stomach) ในขณะที่ใส่ท่อช่วยหายใจ มีโอกาสเสี่ยงต่อการสำลักเอาเศษอาหาร น้ำย่อยเข้าสู่ปอด เพิ่มการเกิดความเสี่ยงในการเกิด P-GARCs โดยเฉพาะอย่างยิ่ง aspiration pneumonia²³ โดยการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การผ่าตัดแบบฉุกเฉินทำให้เกิดความเสี่ยงในการเกิด P-GARCs ได้ถึง 2.2 เท่า ($OR_{adj} = 2.2, 95\%CI = 1.0, 4.5$) เมื่อเทียบกับการรักษาที่มีการเตรียมผู้ป่วยไว้ล่วงหน้า²¹ ซึ่งการป้องกันภาวะ ปอดติดเชื้อจากการสูดสำลัก (aspiration pneumonia and regurgitation) แนะนำให้ทำการ aspiration prophylaxis อย่างน้อย 15-30 นาที ก่อนให้ยานำสลบและใช้เทคนิค การทำ rapid sequence induction with cricoid pressure (RSI) ในการใส่ท่อช่วยหายใจ

ระยะเวลาที่ใส่ท่อช่วยหายใจ (นาที) ผลการศึกษา พบว่า ระยะเวลาที่ใส่ท่อช่วยหายใจเป็นปัจจัยทำนายการเกิด P-GARCs โดยการใส่ท่อช่วยหายใจเพื่อรักษาระดับการคงสลบ (maintenance) ทำให้มีความเสี่ยงต่อการเกิด P-GARCs สูงขึ้น เนื่องจากท่อช่วยหายใจขัดขวางกลไกการไอและการ ทำหน้าที่ของเซลล์พัดโบก (cilia) ให้ทำงานลดลง เสมหะที่คั่งค้าง ไม่สามารถระบายออกได้เอง ทำให้ขัดขวางการระบายอากาศ และแลกเปลี่ยนก๊าซ และกระตุ้นให้เกิดหลอดลมหดเกร็งได้²⁴ นอกจากนี้การคาใส่ท่อช่วยหายใจเป็นเวลานานยังเป็นแหล่ง ให้แบคทีเรียสร้าง biofilm ที่ผนังด้านในของท่อช่วยหายใจ มีการเพิ่มขึ้นของ colonies ของแบคทีเรียในช่องปาก เมื่อเกิด microaspiration ก็จะทำให้เกิดภาวะปอดติดเชื้อ จากการใส่ท่อช่วยหายใจได้²¹ ซึ่งเป็นปัจจัยที่สามารถ ปรับแก้ได้ โดยการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ผู้ป่วยที่มีระยะเวลา ใส่ท่อช่วยหายใจหลังการได้รับ GA ที่มากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง จะเพิ่มความเสี่ยงในการเกิด P-GARCs ได้ 8.38 เท่า ($OR_{adj} = 8.38, 95\%CI = 1.52, 46.03, p < .05$)²⁰ และผู้ป่วยที่มี

ระยะเวลาใส่ท่อช่วยหายใจมากกว่า 3 ชั่วโมง จะเพิ่มความเสี่ยง 9.7 เท่า ($OR_{adj} = 9.7, 95\%CI 4.7, 19.9$)¹⁰ ดังนั้นเพื่อป้องกันการเกิด P-GARCs ควรมีการถอดท่อช่วยหายใจโดยเร็วที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยการประเมินความพร้อมในการถอดท่อช่วยหายใจทันทีที่ผู้ป่วยหมดความจำเป็น และทำ protective lung strategy เพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยให้เกิดความพร้อมโดยตั้งค่า tidal volume ในระดับไม่สูงมาก เช่น 6-8 ml/kg, ตั้งค่า plateau pressure < 35 cmH₂O ตั้งค่า PEEP 4-10 cmH₂O (ถ้า BMI > 30 ตั้ง PEEP 10 cmH₂O)²⁵ และใช้เทคนิค recruitment maneuver โดยช่วยหายใจด้วยความดัน airway สูง 30-40 cmH₂O ค้างไว้นาน 7-8 วินาที แต่ต้องระวังผลข้างเคียงคือความดันเลือดต่ำ (hypotension)

จำนวนการใส่ท่อช่วยหายใจ (ครั้ง) ผลการศึกษาพบว่า จำนวนการใส่ท่อช่วยหายใจเป็นปัจจัยทำนายการเกิด P-GARCs ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การใส่ท่อช่วยหายใจที่เพิ่มขึ้นทุก 1 ครั้งของผู้ป่วยในระยะนำการสลบ (induction and intubation) มีความเสี่ยงต่อการเกิด P-GARCs สูงขึ้น ซึ่งการใส่ท่อช่วยหายใจในแต่ละครั้งนั้น มีโอกาสเสี่ยงต่อการสูดสำลักเอาเศษอาหาร น้ำย่อยเข้าสู่ปอดได้เกิดภาวะปอดติดเชื้อจากการสูดสำลักได้ และส่งผลให้ฝาปิดกล่องเสียงไม่สามารถปิดได้ส่งผลให้เกิดการสำลักได้ง่ายขึ้น²³ ซึ่งเป็นปัจจัยที่สามารถปรับแก้ได้ ซึ่งการใส่ท่อช่วยหายใจที่เพิ่มขึ้น 1 ครั้ง มีโอกาสเพิ่มความเสี่ยงการเกิด VAP 2.88 เท่า ($OR_{adj} = 2.88, 95\%CI = 1.78, 4.66, p < .05$) และ 3.65 เท่า ($HR_{adj} = 3.65, 95\%CI = 1.03, 2.91, p < .05$) เมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่ใส่ท่อช่วยหายใจได้สำเร็จเพียง 1 ครั้ง²⁶⁻²⁷ ซึ่งการป้องกันภาวะปอดติดเชื้อจากการสูดสำลัก (aspiration pneumonia and regurgitation) แนะนำให้ aspiration prophylaxis อย่างน้อย 15-30 นาที ก่อนให้ยานำสลบและใช้เทคนิคการทำ Rapid Sequence Induction with cricoid pressure (RSI)

ในการใส่ท่อช่วยหายใจ และพัฒนานวัตกรรมหรือวิธีปฏิบัติในการใส่ท่อช่วยหายใจได้สำเร็จใน 1 ครั้ง

ความมีวินัยในการปฏิบัติตามมาตรฐานการระงับความรู้สึกของวิสัญญีพยาบาล ผลการศึกษาพบว่า ความมีวินัยในการปฏิบัติตามสมรรถนะของวิสัญญีพยาบาลเป็นปัจจัยทำนายของการเกิด P-GARCs ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการปฏิบัติตามกิจกรรมการดูแลเพื่อป้องกันการเกิด P-GARCs อย่างสม่ำเสมอของวิสัญญีพยาบาลจะช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิด P-GARCs ซึ่งเป็นปัจจัยที่สามารถปรับแก้ได้ ซึ่งความผิดพลาดที่เกิดจากการไม่มีวินัยปฏิบัติตามมาตรฐานของวิสัญญีอาจนำไปสู่อันตรายพบได้ร้อยละ 2² และพยาบาลที่มีคะแนนความมีวินัยในการปฏิบัติตามแนวทางป้องกันการติดเชื้อแบคทีเรียกลุ่ม enterobacteriaceae ในผู้ป่วยที่ใส่ท่อช่วยหายใจ (WHAPO-CRE) ร้อยละ 83.3 สามารถป้องกันความเสี่ยงของการเกิดปอดอักเสบที่สัมพันธ์กับการใช้เครื่องช่วยหายใจ (VAP-CRE) ได้ถึง 2.59 เท่า ($HR_{crude} = 2.59, 95\%CI = .27, 24.91, p < .05$)²⁷ ดังนั้นเพื่อป้องกันการเกิด P-GARCs ควรสร้างความตระหนักให้กับบุคลากรวิสัญญีพยาบาลให้มีความมีวินัยในการปฏิบัติตามสมรรถนะของวิสัญญีพยาบาลอย่างเข้มงวด รวมทั้งมีการนิเทศกำกับและติดตามโดยวิสัญญีแพทย์อย่างสม่ำเสมอ เช่น มีการนิเทศแบบสุ่ม การนิเทศขณะปฏิบัติงานหรือการจำลองสถานการณ์และพัฒนาแนวปฏิบัติทางการพยาบาลทางคลินิกเพื่อป้องกันการเกิด P-GARCs

ข้อจำกัดของการวิจัย

1. ในการศึกษาครั้งนี้ดำเนินการเก็บข้อมูลจนถึงระยะ 48 ชั่วโมง หลังได้รับการระงับความรู้สึกแบบทั่วร่างกาย ดังนั้นจึงสามารถทำนายปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกิด P-GARCs ในระยะ 48 ชั่วโมงหลัง GA เท่านั้น

2. ในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ศึกษาในผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาผ่าตัดคลอดบุตรทางหน้าท้อง หรือมารับการผ่าตัดชนิดอื่นๆ ในขณะที่ตั้งครรภ์ การผ่าตัดเปลี่ยนถ่ายอวัยวะ การผ่าตัดต่ออวัยวะทรวงอก ได้แก่ ผ่าตัดหัวใจและหลอดเลือด ผ่าตัดปอด และเป็นผู้ป่วยที่เคยมีภาวะแทรกซ้อนระบบทางเดินหายใจจากการผ่าตัดที่ผ่านมา หรือได้รับการวินิจฉัยว่าเป็น P-GARCs ก่อนเข้าร่วมวิจัย และมีสถานะสุขภาพทางวิสัญญีตั้งแต่ ASA class 4 ขึ้นไป

สรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษานี้สะท้อนว่าปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกิด P-GARCs ในประชากรกลุ่มนี้เป็นทั้งปัจจัยที่สามารถปรับแก้ได้ และไม่สามารถปรับแก้ได้ ดังนั้นการป้องกันการเกิด P-GARCs อย่างมีประสิทธิภาพจึงควรดำเนินการให้ครอบคลุมปัจจัยเสี่ยง ดังนี้

ปัจจัยที่ไม่สามารถปรับแก้ได้ ได้แก่ อายุ ประเภทของผู้ป่วย และระยะเวลาเป็นนาทีที่ใส่ท่อช่วยหายใจ โดยสร้างความตระหนักให้กับบุคลากรวิสัญญีพยาบาล เพื่อให้มีความตระหนักเพิ่มขึ้นในการดูแลผู้ป่วยตลอดทั้ง 3 ระยะ ทั้งนี้ส่งเสริมให้คิดค้นวิธีการหรือรูปแบบนวัตกรรมต่างๆ ที่สามารถทำให้ผู้ป่วยที่มีปัจจัยเสี่ยงไม่เกิด P-GARCs และวางแผนการก่อนได้รับ GA ได้อย่างครอบคลุมและเหมาะสม เช่น การเลือกใช้อารยะงับความรู้สึก การวางแผนการดูแลรักษา ร่วมกับทีมสหวิชาชีพ รวมไปถึงแผนการจัดการความปวดที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพหลังการผ่าตัด

ปัจจัยที่สามารถปรับแก้ได้ ได้แก่ ดัชนีมวลกาย การสูบบุหรี่ จำนวนครั้งการใส่ท่อช่วยหายใจ และความมีวินัยในการปฏิบัติตามสมรรถนะของวิสัญญีพยาบาล โดยวางแผนการเตรียมผู้ป่วยให้พร้อมก่อนได้รับ GA เช่น การเลือกใช้อารยะงับความรู้สึกให้เหมาะสมกับน้ำหนักผู้ป่วย การใส่ยาเพื่อลดความเสี่ยง

ในการผ่าตัด การแนะนำให้ผู้ป่วยงดสูบบุหรี่ก่อนมาผ่าตัด ส่งเสริมการคิดค้นวิธีการหรือรูปแบบนวัตกรรมการใส่ท่อช่วยหายใจได้สำเร็จใน 1 ครั้ง สร้างความตระหนักให้กับบุคลากรวิสัญญีพยาบาลให้มีวินัยในการปฏิบัติตามสมรรถนะของวิสัญญีพยาบาลในการป้องกันการเกิด P-GARCs รวมทั้งมีการนิเทศกำกับและติดตามโดยวิสัญญีแพทย์อย่างสม่ำเสมอ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ศึกษาการเกิด P-GARCs หลังระยะ 48 ชั่วโมง
2. ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรระหว่างตัวแปรทำนายกับการเกิด P-GARCs ระยะ 48 ชั่วโมง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะปรับปรุงเครื่องมือวิจัยจนสมบูรณ์แบบรวมถึงฝ่ายการพยาบาลโรงพยาบาลสุโขทัยเฉลิมพระเกียรติ เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องและกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

References

1. Miskovic A, Lumb AB. Postoperative pulmonary complications. Br J Anaesth. 2017;118(3):317-34. doi: 10.1093/bja/aex002.
2. Charuluxananan S, Punjasawadwong Y, Pitimana-aree S, Werawatganon T, Lekprasert V, Nimmaarnrat S, et al. Multicentered study of anesthesia: related mortality and adverse events by incident reports in Thailand. Nonthaburi: Health Systems Research Institute; 2018. 38 p. (in Thai).
3. Gottschalk A, Van Aken H, Zenz M, Standl T. Is anesthesia dangerous? Dtsch Aertzbl Int. 2011; 108(27):469-74. doi: 10.3238/arztebl.2011.0469.

4. Divatia JV. Safe anesthesia for all Indians: a distant dream. *Indian J Anaesth.* 2017;61(7):531-3.
5. Xará D, Santos A, Abelha F. Adverse respiratory events in a post-anesthesia care unit. *Arch Bronconeumol.* 2015;51(2):69-75. doi: 10.1016/j.arbres.2014.04.016.
6. Nafiu OO, Ramachandran SK, Ackwerh R, Tremper KK, Campbell DA, Stanley JC. Factors associated with and consequences of unplanned post-operative intubation in elderly vascular and general surgery patients. *Eur J Anaesthesiol.* 2011;28(3):220-4. doi: 10.1097/EJA.0b013e328342659c.
7. Khan NA, Quan H, Bugar JM, Lemaire JB, Brant R, Ghali WA. Association of postoperative complications with hospital costs and length of stay in a tertiary care center. *J Gen Intern Med.* 2006;21(2):177-80. doi: 10.1111/j.1525-1497.2006.00319.x.
8. Anesthesia Group, Phu Khiao Chaloem Phra Kiat Hospital. Annual report 2019. Chaiyaphum: Anesthesia Group, Phu Khiao Chaloem Phra Kiat Hospital; 2019. 20 p. (in Thai).
9. Russotto V, Myatra SN, Laffey JG. What's new in airway management of the critically ill. *Intensive Care Med.* 2019;45(11):1615-8. doi: 10.1007/s00134-019-05757-0.
10. Jeong BH, Shin B, Eom JS, Yoo H, Song W, Han S, et al. Development of a prediction rule for estimating postoperative pulmonary complications. *PloS One.* 2014;9(12):e113656. doi: 10.1371/journal.pone.0113656.
11. Fernandez-Bustamante A, Frenzl G, Sprung J, Kor DJ, Subramaniam B, Ruiz RM, et al. Postoperative pulmonary complications, early mortality, and hospital stay following noncardiothoracic surgery. *JAMA Surg.* 2017;152(2):157-66. doi: 10.1001/jamasurg.2016.4065.
12. Bernard R. *Fundamentals of biostatistics.* 5th ed. Duxbury: Thomson Learning; 2000. 680 p.
13. Kumar L, Satheesan KN, Rajan S, Vasu BK, Paul J. Predictors and outcomes of postoperative pulmonary complications following abdominal surgery in a South Indian Population. *Anesth Essays Res.* 2018;12(1):199-205. doi: 10.4103/aer.AER_69_17.
14. Iowa Model Collaborative, Buckwalter KC, Cullen L, Hanrahan K, Kleiber C, McCarthy AM, et al. Iowa Model of evidence-based practice: revisions and validation. *Worldviews Evid Based Nurs.* 2017;14(3):175-82. doi: 10.1111/wvn.12223.
15. World Health Organization. *ICD-10: international statistical classification of diseases and related health problem: 10th revision.* 2nd ed. Geneva: World Health Organization; 2004. 776 p.
16. Chung J-Y, Chang W-Y, Lin T-W, Lu J-R, Yang M-W, Lin C-C, et al. An analysis of surgical outcomes in patients aged 80 years and older. *Acta Anaesthesiol Taiwan.* 2014;52(4):153-8. doi: 10.1016/j.aat.2014.09.003.
17. Saraswat V. Effects of anaesthesia techniques and drugs on pulmonary function. *Indian J Anaesth.* 2015;59(9):557-64. doi: 10.4103/0019-5049.165850.
18. Kodra NS, Shpata V, Ohri I. Risk factors for postoperative pulmonary complications after abdominal surgery. *Open Access Maced J Med Sci.* 2016;4(2):259-63. doi: 10.3889%2Foamjms.2016.059.
19. Hulzebos EHJ, Smit Y, Helders PPJM, van Meeteren NLU. Preoperative physical therapy for elective cardiac surgery patients. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;11(11):CD010118. doi: 10.1002/14651858.CD010118.pub2.

20. Yang W. Predictive factors of postoperative complications in single-port video-assisted thoroscopic anatomical resection. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(40):e12664. doi: 10.1097/MD.00000000000012664.
21. Tusman G, Böhm SH, Warner DO, Sprung J. Atelectasis and perioperative pulmonary complications in high-risk patients. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2012;25(1):1-10. doi: 10.1097/ACO.0b013e32834dd1eb.
22. Hawn MT, Houston TK, Campagna EJ, Graham LA, Singh J, Bishop M, et al. The attributable risk of smoking on surgical complications. *Ann Surg*. 2011;254(6):914-20. doi: 10.1097/SLA.0b013e31822d7f81.
23. Charles MP, Kali A, Easow JM, Joseph NM, Ravishankar M, Srinivasan S, et al. Ventilator-associated pneumonia. *Australas Med J*. 2014; 7(8):334-44. doi: 10.4066/AMJ.2014.2105.
24. Sripanom S, Saensom D. Effects of the WHAPO-CRE clinical nursing practice guideline among intubated patients. *Journal of Nursing and Health Care*. 2020;38(4):181-90. (in Thai).
25. Kilpatrick B, Slinger P. Lung protective strategies in anaesthesia. *Br J Anaesth*. 2010;105 Suppl 1: i108-16. doi: 10.1093/bja/aeq299.
26. Li C, Yang WH, Zhou J, Wu Y, Li YS, Wen SH, et al. Risk factors for predicting postoperative complications after open infrarenal abdominal aortic aneurysm repair: results from a single vascular center in China. *J Clin Anesth*. 2013;25(5):371-8.
27. Seubniam S, Ruaisungnoen W, Saensom D. Factors associated with early-onset ventilator-associated pneumonia development among critically ill medical patients. *Journal of Nursing and Health Care*. 2017;35(1):137-45. (in Thai).