

ปัจจัยทำนายภาวะไตขาดเจ็บเฉียบพลันในผู้ป่วยสูงอายุวิกฤตหลังผ่าตัดที่ไม่ใช้ระบบหัวใจ*

นรินทร์ พิพัฒน์วรคุณ พย.ม.**

ปรางทิพย์ ฉายพุทธ PhD (Nursing)***

วิราพรรณ วิโรจน์รัตน์ PhD (Gerontological Nursing)****

วัลย์ลดา ฉันทะเรืองวนิชย์ พย.ด.*****

บทคัดย่อ:

วัตถุประสงค์ของการวิจัย: เพื่อหาอำนาจทำนายของค่าฮีโมโกลบินก่อนผ่าตัด ค่าดัชนีความเสี่ยงในระบบหัวใจ การได้รับเลือดแดงทดแทนขณะผ่าตัด และระยะเวลาของการผ่าตัดต่อการเกิดภาวะไตขาดเจ็บเฉียบพลันในผู้ป่วยสูงอายุวิกฤตหลังผ่าตัดที่ไม่ใช้ระบบหัวใจ

การออกแบบการวิจัย: การศึกษาย้อนหลังหาความสัมพันธ์เชิงทำนาย แบบภาคตัดขวาง
วิธีดำเนินการวิจัย: ผู้วิจัยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างผู้ป่วยสูงอายุที่เข้าเกณฑ์จำนวน 278 ราย ที่มีอายุเท่ากับหรือมากกว่า 60 ปีขึ้นไป ได้รับการผ่าตัดใหญ่ในทุกระบบที่ไม่ใช้ระบบหัวใจ และเข้ารับการรักษาในหอผู้ป่วยวิกฤตหลังผ่าตัด วิเคราะห์ผลด้วยสถิติเชิงพรรณนาและการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกทวิใช้ทฤษฎีการปรับตัวของรอยเป็นกรอบแนวคิดการวิจัยเพื่ออธิบายการปรับตัวทางสรีรวิทยา

ผลการวิจัย: กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย 74.77 ปี (SD=8.35) ภาวะไตขาดเจ็บเฉียบพลันหลังผ่าตัดพบร้อยละ 50 โดยค่าฮีโมโกลบินก่อนผ่าตัด ค่าดัชนีความเสี่ยงในระบบหัวใจ การได้รับเลือดแดงทดแทนขณะผ่าตัด และระยะเวลาของการผ่าตัด สามารถทำนายการเกิดภาวะไตขาดเจ็บเฉียบพลันด้วยความแปรปรวนร้อยละ 52.4 (Nagelkerke R^2 =.524) ค่าฮีโมโกลบินก่อนผ่าตัดที่บ่งถึงภาวะชืด ค่าดัชนีความเสี่ยงในระบบหัวใจสูง การได้รับเลือดแดงทดแทนขณะผ่าตัดมากกว่า 500 มิลลิลิตร และน้อยกว่าหรือเท่ากับ 500 มิลลิลิตร และระยะเวลาของการผ่าตัดมากกว่าหรือเท่ากับ 120 นาที ทำให้ผู้ป่วยสูงอายุวิกฤตหลังผ่าตัดที่ไม่ใช้ระบบหัวใจมีความเสี่ยงต่อภาวะไตขาดเจ็บเฉียบพลันได้ 3.779, 8.819, 7.154, 2.141 และ 3.560 เท่า ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ: ผลการศึกษาสามารถใช้เป็นข้อมูลทางคลินิกประกอบการวางแผนการพยาบาลในผู้ป่วยสูงอายุวิกฤตหลังผ่าตัดที่ไม่ใช้ระบบหัวใจตั้งแต่แรกรับในหอผู้ป่วยวิกฤต อธิบายการปรับตัวทางสรีรวิทยาใช้ทฤษฎีการปรับตัวของรอย รวมทั้งพยาบาลควรเฝ้าระวังภาวะไตขาดเจ็บเฉียบพลันอย่างใกล้ชิดเพราะมีความเสี่ยงที่จะเกิดสูงมาก โดยเฉพาะผู้ที่ค่าดัชนีความเสี่ยงในระบบหัวใจสูง และได้รับเลือดแดงทดแทนขณะผ่าตัดมากกว่า 500 มิลลิลิตร

วารสารสภาการพยาบาล 2564; 36(4) 114-130

คำสำคัญ: ภาวะไตขาดเจ็บเฉียบพลัน/ ผู้ป่วยสูงอายุวิกฤต/ หลังผ่าตัดที่ไม่ใช้ระบบหัวใจ/ ทฤษฎีการปรับตัวของรอย

วันที่ได้รับ 11 เม.ย. 64 วันที่แก้ไขบทความเสร็จ 7 ก.ค. 64 วันที่รับตีพิมพ์ 1 ก.ย. 64

*ส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์หลักสูตรพยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพยาบาลผู้ใหญ่และผู้สูงอายุ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

**นักศึกษาระดับหลักสูตรพยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพยาบาลผู้ใหญ่และผู้สูงอายุ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

***ผู้ประสานการพิมพ์เผยแพร่ รองศาสตราจารย์ ภาควิชาการพยาบาลศัลยศาสตร์ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

E-mail: prangtip.cha@mahidol.ac.th

****รองศาสตราจารย์ ภาควิชาการพยาบาลรากฐาน คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

*****รองศาสตราจารย์ ภาควิชาการพยาบาลศัลยศาสตร์ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

Factors Predicting Acute Kidney Injury Among Critically Ill Older Patients After Non-Cardiac Surgery*

Narin Pipattanawarrakhun, MNS**

Prangtip Chayaput, PhD (Nursing)***

Virapun Wirojratana, PhD (Gerontological Nursing)****

Wallada Chanruangvanich, D.N.S.*****

Abstract:

Objective: To examine the predictive power of preoperative hemoglobin, the revised cardiac risk index, peri-operative erythrocyte transfusion, and time of operation toward acute kidney injury among critically ill older patients after non-cardiac surgery.

Design: Retrospective predictive correlational design with cross-sectional study

Methodology: The researcher recruited a total sample of 278 older patients who met the criteria, aged 60 years and over, received any major surgeries except cardiac surgery and were admitted to Intensive Care Unit after surgery. Data were analyzed using descriptive statistics and binary logistic regression. Roy adaptation model was employed as a conceptual framework for explaining physiologic adaptation.

Results: Most of samples were females with an average age of 74.77 years (SD=8.35). An occurrence of post-operative acute kidney injury was 50%. The predictive power analysis results illustrated that pre-operative hemoglobin, revised cardiac risk indexes, received peri-operative erythrocyte transfusion and time of operation could jointly predict acute kidney injury with explained variance of 52.4% (Nagelkerke R²=.524). The findings also revealed that pre-operative hemoglobin indicating anemia, revised cardiac risk indexes at high risk, peri-operative erythrocyte transfusion more than 500 ml., less than or equals to 500 ml., and time of operation equal or more than 120 minutes could put the critically ill older patients after non-cardiac surgery at risk of acute kidney injury for 3.779, 8.819, 7.154, 2.141 and 3.560 times, respectively.

Recommendation: The study findings could be utilized as a clinical information for planning nursing care of critically ill older patients undergoing non-cardiac surgeries at ICU admission describing physiologic adaptation by Roy adaptation model. In addition, nurses should closely monitor acute kidney injury because they are at high risk, especially ones with high revised cardiac risk indexes and peri-operative erythrocyte transfusion more than 500 ml.

Journal of Thailand Nursing and Midwifery Council 2021; 36(4) 114-130

Keywords: acute kidney injury; critical ill older patient; after non-cardiac surgery; Roy adaptation model

Received 11 April 2021, Revised 7 July 2021, Accepted 1 September 2021

*A Part of Master Thesis, Master of Nursing Science in Adult and Gerontological Nursing, Faculty of Nursing, Mahidol University.

**Student in Master of Nursing Science Program in Adult and Gerontological Nursing, Faculty of Nursing, Mahidol University.

***Corresponding Author: Associate Professor, Department of Surgical Nursing, Faculty of Nursing, Mahidol University;

E-mail: prangtip.cha@mahidol.ac.th

**** Associate Professor, Department of Fundamental Nursing, Faculty of Nursing, Mahidol University.

***** Associate Professor, Department of Surgical Nursing, Faculty of Nursing, Mahidol University.

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลัน (acute kidney injury: AKI) เป็นภาวะแทรกซ้อนหลังผ่าตัดที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยได้รับการผ่าตัดที่ไม่ใช้ระบบหัวใจ (non-cardiac surgery) ร้อยละ 7.2–57.2¹ โดยพบมากในผู้ป่วยสูงอายุ¹⁻³ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงด้านสรีรวิทยาตามวัยของระบบหัวใจและหลอดเลือด^{4,5} ทำให้มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนหลังผ่าตัดในระบบต่างๆ ของร่างกายมากกว่าวัยอื่น^{1,3,4} จากผลกระทบที่ส่งผลให้การกรอง การดูดกลับ และการขับออกของไตลดลง จนเกิดภาวะไม่สมดุลของสารน้ำ เกลือแร่ และมีของเสียคั่งในร่างกาย⁴⁻⁶ กระทบต่อการฟื้นตัวหลังผ่าตัด ต้องใช้ระยะเวลาในการปรับตัวเพื่อรักษาในหอผู้ป่วยวิกฤตและในโรงพยาบาลนานขึ้น และอาจนำไปสู่การเสียชีวิตได้^{1,3,7,8} อีกทั้งการเกิดภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลันสามารถวินิจฉัยได้ด้วยเกณฑ์ของ KDIGO criteria⁹ ซึ่งมีความไวและความจำเพาะในการประเมินผู้ป่วยวิกฤต¹⁰

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า ปัจจัยที่เป็นดัชนีทางสรีรวิทยา (physiologic parameters) สัมพันธ์กับการเกิดภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลันหลังผ่าตัดมีหลายประการ^{1,3,7,8,11-13} ค่าฮีโมโกลบินก่อนผ่าตัด (pre-operative hemoglobin) เป็นปัจจัยหนึ่งในหลายการศึกษา^{3,7,8} ที่พบในผู้ป่วยที่มีอายุ 18 ปีขึ้นไป แต่ผู้สูงอายุมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกายที่แตกต่างจากวัยผู้ใหญ่⁴⁻⁵ อายุที่เพิ่มขึ้น การขาดสารอาหาร^{4-6,12} และโรคเรื้อรัง^{4,5,11} การสร้างเซลล์เม็ดเลือดแดงช้าและลดลง^{11,12} ทำให้ผู้สูงอายุอาจมีภาวะซีด¹² เมื่อได้รับการผ่าตัด ค่าฮีโมโกลบินที่ลดต่ำลงส่งผลให้การนำออกซิเจนไปเลี้ยงอวัยวะส่วนต่างๆ ลดลง⁵ ทำให้ร่างกายต้องปรับตัวทางสรีรวิทยาเพื่อรักษาสสมดุลของร่างกาย อีกทั้งการสูญเสียเลือดระหว่างผ่าตัด^{11,12}

ยังเป็นปัจจัยร่วมที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนของการไหลเวียนเลือดในขณะผ่าตัด^{8,14} จากปริมาณเลือดและการขนส่งออกซิเจนในเลือดเปลี่ยนแปลงไป จนอาจส่งผลให้ไตบาดเจ็บจากการขาดเลือดไปเลี้ยง (ischemic kidney injury)⁵ ซึ่งการปรับตัวทางสรีรวิทยาเพื่อรักษาสสมดุลข้างต้นอธิบายได้ด้วยทฤษฎีการปรับตัวของรอย¹⁵⁻¹⁷

ดัชนีความเสี่ยงในระบบหัวใจ (revised cardiac risk index: RCRI) เป็นโอกาสเกิดภาวะแทรกซ้อนหลังผ่าตัดในระบบหัวใจ อาจเป็นความผิดปกติของการทำงานในระบบอื่นของร่างกาย จากโรคประจำตัว หรือการรักษาด้วยอินซูลินก่อนผ่าตัด หรือการผ่าตัดที่ได้รับ^{1,3,8} ที่มีผลกระทบต่อระบบหัวใจ มีการบีบตัวของหัวใจที่ลดลง ส่งผลให้เลือดไปเลี้ยงไตลดลง^{1,11,18} จนทำให้เกิดภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลันหรือไตมีการทำงานที่ผิดปกติ เป็นกลุ่มอาการเรียกว่า cardio-renal syndrom (CRS)¹⁸ อีกทั้งค่าดัชนีความเสี่ยงในระบบหัวใจยังมีความสัมพันธ์กับการเกิดภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลันหลังผ่าตัดอีกด้วย^{1,3,8}

นอกจากนี้ ยังพบความสัมพันธ์ของการได้รับเม็ดเลือดแดงทดแทนขณะผ่าตัด (peri-operative erythrocyte transfusion) กับภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลันหลังผ่าตัด^{3,7,13} ซึ่งผู้ป่วยสูงอายุจะมีการปรับตัวไม่ค่อยมีประสิทธิภาพ^{5,6,15-17} ทำให้มีข้อจำกัดของจำนวนและความเร็วในการให้เม็ดเลือดแดงทดแทนร่างกายปรับตัวได้ช้าในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณเลือดในร่างกายที่ลดลงหรือเพิ่มขึ้น⁵ มาจากความยืดหยุ่นของหลอดเลือดลดลง การตอบสนองของระบบการควบคุมอัตโนมัติ (autoregulation) ช้าและการทำงานของหัวใจที่ลดลง^{4,18} โดยการปรับตัวที่กล่าวมายังมีการศึกษา^{2,3,7} ที่สนับสนุนว่า ปริมาณการได้รับเม็ดเลือดแดงทดแทนขณะผ่าตัด ทำให้เกิดภาวะไต

บาดเจ็บเฉียบพลันได้แตกต่างกันในผู้ป่วยวิกฤตหลังผ่าตัด^{2,3,7}

ระยะเวลาของการผ่าตัด (time of operation) ที่ยาวนานส่งผลต่อการบาดเจ็บของอวัยวะต่างๆ ในร่างกาย^{8,19} ซึ่งสัมพันธ์กับการเกิดภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลันหลังผ่าตัด^{1,2,7,13,20} โดยระหว่างการผ่าตัดผู้ป่วยอาจได้รับยาระงับความรู้สึกตัวที่ทำให้หลอดเลือดขยายตัว (vasodilation) หรือการใช้เครื่องช่วยหายใจที่ทำให้เกิดแรงดันบวกในช่องอก จนกระทั่งเลือดไหลกลับสู่หัวใจ (venous return) ลดลง^{6,19} ระบบการควบคุมอัตโนมัติของร่างกายต้องรับมือกับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว^{6,17} เพื่อควบคุมการทำงานของร่างกายให้ระดับความดันโลหิตกลับคืนสู่ภาวะสมดุล⁵ หากผู้ป่วยสูงอายุไม่สามารถปรับตัวได้ จะเสี่ยงต่อภาวะความดันโลหิตต่ำเลือดที่ไปเลี้ยงไตลดลง^{5,6,11} ยิ่งหากยังได้รับการผ่าตัดที่มีระยะเวลายาวนาน จนถึงกับไม่สามารถปรับตัวชดเชยการทำงานของไตให้เป็นปกติ^{17,18} จากมีปริมาณเลือดที่ไปเลี้ยงไตลดลงเป็นเวลานาน^{5,6,18,19} อาจเสี่ยงต่อภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลันหลังผ่าตัดได้เช่นกัน^{1,2,7,13,20}

ผู้วิจัยในฐานะผู้ปฏิบัติการพยาบาลในหอผู้ป่วยวิกฤต จึงมีความสนใจศึกษาอำนาจทำนายของตัวแปรทางคลินิกที่เกี่ยวข้องดังกล่าวในผู้ป่วยสูงอายุวิกฤตหลังผ่าตัดที่ไม่ใช้ระบบหัวใจ ที่เป็นกลุ่มผู้ป่วยที่มีแนวโน้มจะมีจำนวนเพิ่มขึ้น^{2,16} การศึกษาก่อนหน้าที่กล่าวมาข้างต้นจากการทบทวนวรรณกรรม ส่วนใหญ่เป็นเพียงตัวอย่างของผลจากปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลันในต่างประเทศ ที่ทำการศึกษาทั้งในผู้ป่วยวิกฤตได้รับการผ่าตัดทุกระบบ รวมกันทั้งระบบหัวใจและไม่ใช้ระบบหัวใจ มีอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป ไม่ได้แยกกลุ่มผู้ป่วยสูงอายุวิกฤต ทำให้ผลการศึกษาเป็นในภาพรวมที่ไม่แยกระบบและอายุตามวัย

แต่หากการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาการทำงานของหัวใจและหลอดเลือดของผู้ป่วยสูงอายุในระยะวิกฤต² มีความแตกต่างจากผู้ป่วยผู้ใหญ่^{4,14,16} จากมีการทำงานของร่างกายเสื่อมตามวัย^{4,5,11,14} การทำงานของอวัยวะในร่างกายอาจลดลงหรือบกพร่อง^{5,6} ทำให้มีความแตกต่างของการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่ว่าเมื่อได้รับการผ่าตัด ไม่ว่าจะมีประสิทธิภาพ หรือไม่มีประสิทธิภาพตามสถานการณ์ที่เผชิญ ทำให้ไตเสี่ยงต่อการบาดเจ็บเฉียบพลันได้^{14,19,20}

ผลการศึกษาครั้งนี้จะสามารถใช้เป็นข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ สนับสนุนการประเมินดัชนีทางสรีรวิทยา ที่เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลันตั้งแต่เริ่มแรก (early detection) โดยใช้กรอบแนวคิดทางการพยาบาลทฤษฎีการปรับตัวของรอย ช่วยอธิบายความสัมพันธ์ของการปรับตัวทางคลินิกของตัวแปรที่สนใจศึกษากับกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ให้สามารถคัดกรองผู้ป่วยสูงอายุวิกฤตหลังผ่าตัดกลุ่มที่มีความเสี่ยง เพื่อเฝ้าระวังภาวะนี้อย่างใกล้ชิดตั้งแต่แรกรับในหอผู้ป่วยวิกฤต อีกทั้งช่วยในการวางแผนการบำบัดพยาบาลที่ส่งเสริมให้มีการปรับตัวอย่างมีประสิทธิภาพและมีการฟื้นตัวหลังผ่าตัดในผู้ป่วยกลุ่มนี้ได้อย่างรวดเร็ว และเหมาะสม

กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยได้ประยุกต์ทฤษฎีการปรับตัวของรอย (Roy adaptation model: RAM)^{15-17,21} มาเป็นกรอบแนวคิดในการศึกษานี้ รอย¹⁷ อธิบายว่าบุคคลเป็นระบบเปิด มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอก ร่างกาย ทำให้เกิดการปรับตัว เมื่อมีสิ่งนำเข้า (inputs) ที่เป็นสิ่งเร้า (stimuli) ได้แก่ สิ่งเร้าตรง (focal stimuli) สิ่งเร้าร่วม (contextual stimuli) และสิ่งเร้าแฝง (residual

stimuli)^{15,17,21} กระตุ้นผ่านกระบวนการควบคุม (control processes) 2 ระบบย่อยคือ ระบบควบคุมทางสรีระ (regulator subsystem) และระบบรับรู้คิด (cognator subsystem)¹⁷ ที่มีการตอบสนองเป็นพลวัต (dynamic) ด้วยการเปลี่ยนแปลงการทำงานของระบบภายในร่างกาย เพื่อรักษาสสมดุล (equilibrium) แสดงเป็นพฤติกรรม (behavioral responses) หรือสิ่งนำออก (outputs) ใช้กระบวนการป้อนกลับ (feedback processes) ไปเป็นสิ่งที่นำเข้าอีกครั้ง^{15-17,21}

การศึกษานี้มุ่งศึกษาระบบเปิด (open system) ที่เป็นผู้ป่วยสูงอายุวิกฤตหลังผ่าตัดที่ไม่ใช้ระบบหัวใจ จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าปัจจัยที่เป็นดัชนีทางสรีรวิทยาเป็นสิ่งที่เร้าตรงที่สนใจศึกษา มีความสัมพันธ์กับการเกิดภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลัน และอธิบายได้โดยการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา คือ ค่าฮีโมโกลบินก่อนผ่าตัด^{3,5,7,8} ค่าดัชนีความเสี่ยงในระบบหัวใจ^{1,3,8} การได้รับเม็ดยาเลือดแดงทดแทนขณะผ่าตัด^{3,7,13} และระยะเวลาของการผ่าตัด^{1,2,7,13,20} มากกระทบ ส่งผลให้ร่างกายปรับตัวผ่านระบบควบคุมทางสรีระ ตามความรุนแรงของสิ่งที่เร้าตรงที่มากกระตุ้น¹⁷

ตัวอย่างเช่น ผู้ที่มีค่าฮีโมโกลบินก่อนผ่าตัดลดลงต่ำลงจนถึงภาวะช็อค ร่างกายอาจต้องปรับตัวโดยหัวใจบีบตัวสูบฉีดโลหิตเพิ่มขึ้น เพื่อให้สามารถนำออกซิเจนไปทั่วร่างกาย^{4,5,11,12} โดยเฉพาะไตที่เป็นอวัยวะสำคัญ (vital organ) ได้อย่างพอเพียงก่อนอวัยวะอื่น⁴ ในขณะทำการผ่าตัดที่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเลือดจากการสูญเสียเลือด ดังนั้นผู้ที่มีภาวะช็อคอาจต้องใช้ความพยายามในการปรับตัวมากกว่าผู้ไม่มีภาวะช็อค⁶ โดยจะปรับตัวมากขึ้นกับพยาธิสภาพที่เกิดขึ้น^{6,17}

ถ้าหากผู้ป่วยสูงอายุมีความสามารถในการปรับตัวดี ไม่มีภาวะช็อคหรือมีเล็กน้อย นั่นคือมีความรุนแรงของสิ่งที่เร้าตรงที่มากกระตุ้นน้อย ระดับการปรับตัว (adaptation

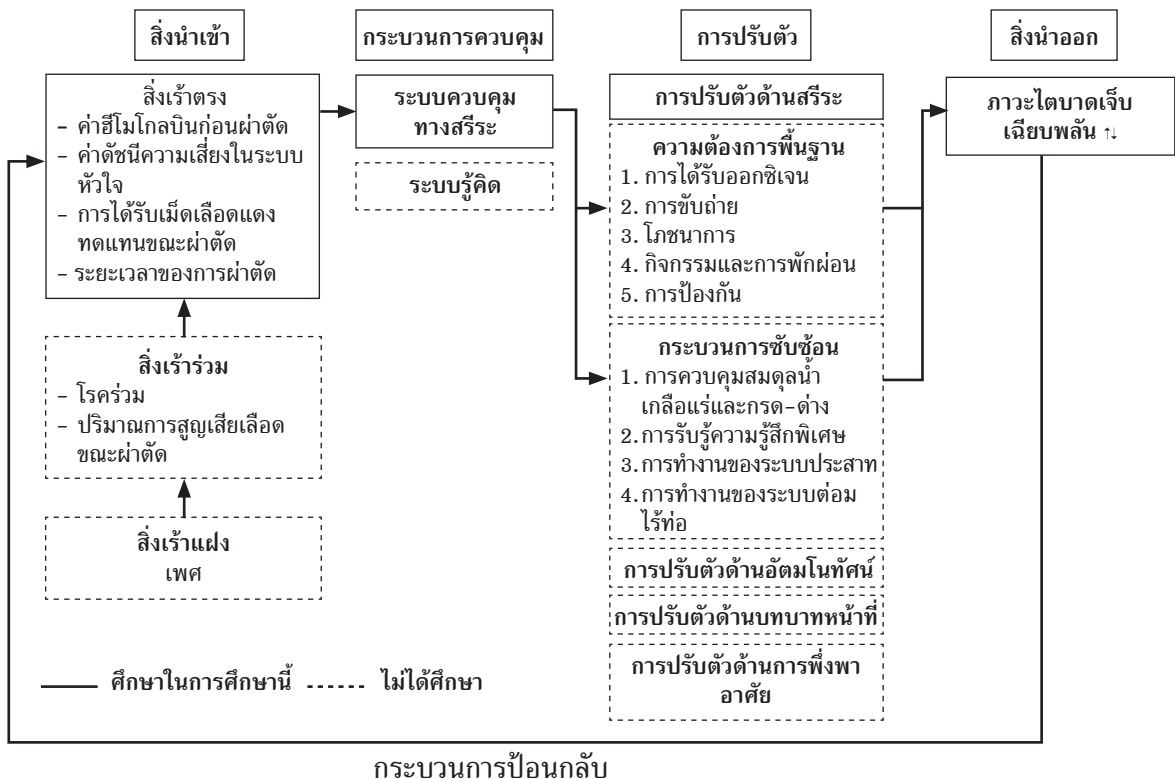
level) อาจเป็นเพียงบูรณาการ (integrated)¹⁷ ร่างกายจะปรับตัวตอบสนองได้อย่างมีประสิทธิภาพ (effective responses) แสดงออกเป็นพฤติกรรมที่คงสมดุลการทำงานของไตไว้ได้^{6,17} ไม่เกิดภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลัน¹ ทำให้ฟื้นตัวหลังผ่าตัด (post-operative recovery) ได้ดี^{2,4}

เมื่อผู้ป่วยสูงอายุยิ่งมีอายุมากขึ้น อาจมีความสามารถในการปรับตัวลดลงมาก จากความเสี่ยงตามวัยที่มากขึ้น^{1,2,4,5,11} ร่างกายอาจมีการปรับตัวอย่างไม่มีประสิทธิภาพ (ineffective responses) จนไม่สามารถปรับตัวชดเชย (compensatory)¹⁷ หากสิ่งเร้าตรงมากกระตุ้นอย่างรุนแรง โดยอาจมีภาวะช็อคมาก จากค่าฮีโมโกลบินก่อนผ่าตัดที่ลดต่ำลงมาก การตอบสนองการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดสูญเสียหน้าที่ จากความเสี่ยงตามวัย^{4,5,11,12} อีกทั้งหัวใจอาจบีบตัวได้ไม่ดีจากการทำงานที่มากเกินไปเพื่อปรับตัว ที่อาจถึงระดับทดแทน (compromised)¹⁷ ระบบการควบคุมอัตโนมัติจึงไม่สามารถปรับตัวรักษาระดับความดันโลหิตเพื่อชดเชยปริมาณเลือดที่ลดลงได้^{6,6} หรือจากภาวะโรคร่วม เช่น โรคเบาหวานและความดันโลหิตสูงที่หลอดเลือดตีบแคบและมีความยืดหยุ่นลดลง เป็นต้น^{3-8,11} ทำให้ปริมาณเลือดมาเลี้ยงที่ไตไม่เพียงพอ ส่งผลให้เกิดภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลันจากการขาดเลือด (acute ischemic kidney injury)⁴⁻⁶ กระทบต่อการทำงานของระบบขับถ่ายยากที่จะกลับสู่สมดุลของร่างกาย^{15,17} เกิดภาวะไม่สมดุลของสารน้ำ เกลือแร่ และมีของเสียคั่งในร่างกายมากขึ้นตามระดับการบาดเจ็บที่แตกต่างกันไป^{5,6} อาจเกิดภาวะไตวายและเสียชีวิต^{1,3,7} จากการที่ไม่สามารถปรับตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือปรับตัวไม่ได้

จากการทบทวนวรรณกรรมที่กล่าวมา ปัจจัยที่มีผลร่วมกับสิ่งที่เร้าตรงกระตุ้นให้เกิดการปรับตัวหรือสิ่งที่เร้าร่วมในการศึกษานี้ ได้แก่ โรคร่วม^{1,3,7,8,13}

และปริมาณการสูญเสียเลือดขณะผ่าตัด^{2,13,14} ที่แตกต่างกัน และสามารถร่วมมือผลต่อการปรับตัวในผู้ป่วยสูงอายุที่อาจทำให้การบาดเจ็บที่โตมากขึ้น

หรือลดลงได้ ส่วนสิ่งรบกวน คือ เพศ^{1,7,13} ที่ยังไม่ทราบผลกระทบในการศึกษานี้ กรอบแนวคิดการวิจัยตามรูปภาพ 1



รูปภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัยประยุกต์ทฤษฎีการปรับตัวของรอย^{15-17,21}

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาอำนาจทำนายของค่าฮีโมโกลบินก่อนผ่าตัด ค่าดัชนีความเสี่ยงในระบบหัวใจ การได้รับเม็ดเลือดแดงทดแทนขณะผ่าตัด และระยะเวลาของการผ่าตัดต่อการเกิดภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลันในผู้ป่วยสูงอายุวิกฤตหลังผ่าตัดที่ไม่ใช้ระบบหัวใจ

สมมติฐานการวิจัย

ค่าฮีโมโกลบินก่อนผ่าตัด ค่าดัชนีความเสี่ยงในระบบหัวใจ การได้รับเม็ดเลือดแดงทดแทนขณะผ่าตัด และระยะเวลาของการผ่าตัด สามารถทำนายภาวะ

ไตบาดเจ็บเฉียบพลันในผู้ป่วยสูงอายุวิกฤตหลังผ่าตัดที่ไม่ใช้ระบบหัวใจได้

วิธีการดำเนินการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาหาความสัมพันธ์เชิงทำนาย (predictive correlational design) แบบภาคตัดขวาง (cross-sectional study) โดยเก็บข้อมูลย้อนหลัง (retrospective data collection)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผู้ป่วยสูงอายุวิกฤตที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ทั้งเพศชายและเพศหญิง ได้รับการรักษา

ด้วยการผ่าตัดทุกระบบที่ไม่ใช้ระบบหัวใจ และเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลระดับตติยภูมิ ระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2559 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2562 โดยกลุ่มตัวอย่างมีลักษณะเหมือนประชากรมีคุณสมบัติเข้าตามเกณฑ์การคัดเลือก คือ ได้รับการผ่าตัดใหญ่ทุกระบบที่ไม่ใช้ระบบหัวใจเป็นครั้งแรกของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลครั้งนี้ และได้รับการรักษาในหอผู้ป่วยวิกฤตหลังผ่าตัด

เกณฑ์การคัดออก คือ เคยได้รับการผ่าตัดใหญ่ในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา ได้รับการบาดเจ็บหรือการผ่าตัดที่เกี่ยวข้องกับไต ระบบทางเดินปัสสาวะ และระบบหัวใจ ได้รับการวินิจฉัยก่อนหน้าว่ามีภาวะไตวายระยะสุดท้าย และได้รับการช่วยฟื้นคืนชีพระหว่างการเข้ารับการรักษาครั้งนี้

การคำนวณกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีของ Peduzzi²² ใช้ข้อบ่งชี้การคัดเลือกจากการศึกษาก่อนหน้านี้มาคำนวณ โดยใช้การศึกษาที่ใกล้เคียงในผู้ป่วยผ่าตัดกระเพาะอาหารที่เกิดภาวะไตขาดเจ็บเฉียบพลันหลังผ่าตัด ร้อยละ 14.4 ของ Kim และคณะ⁷ มาคำนวณได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 278 ราย จากนั้นคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากผู้ป่วยที่เข้าเกณฑ์คัดเลือกและคัดออก โดยการสุ่มอย่างง่ายแบบชั้นภูมิตามสัดส่วน (stratified proportional simple random sampling) ตามปีที่กำหนดไว้

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล และข้อมูลทางคลินิก ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการทบทวนวรรณกรรม ประกอบด้วย อายุ เพศ โรคร่วม การวินิจฉัยหลักหลังการผ่าตัด การผ่าตัดแบบวางแผน/ฉุกเฉิน และปริมาณการสูญเสียเลือดขณะผ่าตัด

แบบบันทึกข้อมูลปัจจัยที่สนใจศึกษา ประกอบด้วย

1. ค่าฮีโมโกลบินก่อนผ่าตัดในช่วง 24 ชั่วโมง มีหน่วยเป็นกรัมต่อเดซิลิตร (g/dL) โดยใช้เกณฑ์

ขององค์การอนามัยโลก แบ่งเป็น 2 ระดับ^{5,7} คือ 1) ไม่มีภาวะซีด (เพศชาย มากกว่าหรือเท่ากับ 13 g/dL และเพศหญิง มากกว่าหรือเท่ากับ 12 g/dL) และ 2) มีภาวะซีด (เพศชาย น้อยกว่า 13 g/dL และเพศหญิง น้อยกว่า 12 g/dL)

2. ค่าดัชนีความเสี่ยงในระบบหัวใจประเมินด้วย revised cardiac risk index (RCRI) พัฒนาโดย Lee และคณะ^{1,3,8} มีค่า 0-6 คะแนน ประกอบด้วย ประวัติของโรคหัวใจขาดเลือด ภาวะหัวใจล้มเหลว โรคหลอดเลือดสมอง การรักษาด้วยอินซูลินก่อนผ่าตัด ค่าซีรัมครีเอตินินก่อนผ่าตัด และชนิดของการผ่าตัดที่มีความเสี่ยงสูง แบ่งเป็น 2 ระดับ¹ คือ 1) ความเสี่ยงต่ำ (low risk) มีค่าดัชนีความเสี่ยงในระบบหัวใจน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 คะแนน และ 2) ความเสี่ยงสูง (high risk) มีค่าดัชนีความเสี่ยงในระบบหัวใจมากกว่า 1 คะแนน

3. การได้รับเลือดแดงทดแทนขณะผ่าตัด มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ 1) ไม่ได้รับเลือดแดงทดแทน 2) ได้รับเลือดแดงทดแทน น้อยกว่าหรือเท่ากับ 500 มิลลิลิตร และ 3) มากกว่า 500 มิลลิลิตร

4. ระยะเวลาของการผ่าตัด บันทึกระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดกระบวนการผ่าตัดของผู้ป่วยแต่ละราย มีหน่วยการนับเวลาเป็นนาที แบ่งระยะเวลาของการผ่าตัดเป็น 2 ระดับ²⁰ คือ 1) ระยะเวลาการผ่าตัดที่น้อยกว่า 120 นาที และ 2) มากกว่าหรือเท่ากับ 120 นาที

5. การวินิจฉัยภาวะไตขาดเจ็บเฉียบพลันตามเกณฑ์ KDIGO criteria⁹ บันทึกค่าซีรัมครีเอตินิน และ/หรือปริมาณปัสสาวะที่ออกในช่วง 24-48 ชั่วโมงหลังผ่าตัด แบ่งเป็น 1) ไม่เกิด และ 2) เกิดภาวะไตขาดเจ็บเฉียบพลัน

ในภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลัน แบ่งเป็น 3 ระยะ⁹ คือ ระยะที่ 1 ค่าซีรัมครีเอตินินเพิ่มขึ้นมากกว่าหรือเท่ากับ 0.3 mg/dL หรือเพิ่มขึ้นมากกว่าหรือเท่ากับ 1.5 เท่าจากค่าปกติของผู้ป่วย และหรือปริมาณปัสสาวะออกน้อยกว่า 0.5 ml/kg/hr เป็นเวลา 6–12 ชั่วโมง; ระยะที่ 2 ค่าซีรัมครีเอตินินเพิ่มขึ้นเป็น 2.0–2.9 เท่าจากค่าปกติของผู้ป่วย และหรือปริมาณปัสสาวะออกน้อยกว่า 0.5 ml/kg/hr เป็นเวลามากกว่าหรือเท่ากับ 12 ชั่วโมง; และระยะที่ 3 ค่าซีรัมครีเอตินินเพิ่มขึ้นมากกว่าหรือเท่ากับ 3.0 เท่าจากค่าปกติของผู้ป่วย หรือเพิ่มขึ้นมากกว่าหรือเท่ากับ 4.0 mg/dL และหรือปริมาณปัสสาวะออกน้อยกว่า 0.3 ml/kg/hr เป็นเวลามากกว่าหรือเท่ากับ 24 ชั่วโมง หรือปัสสาวะไม่ออกเป็นเวลามากกว่าหรือเท่ากับ 12 ชั่วโมง⁹

การวิจัยครั้งนี้บันทึกข้อมูลที่มีในแฟ้มประวัติผู้ป่วยในการคำนวณค่าต่าง ๆ ใช้เกณฑ์การวัดและวิธีการวินิจฉัยตามเกณฑ์มาตรฐานที่กล่าวข้างต้น เกณฑ์ KDIGO criteria⁹ มีความเชื่อมั่นในการทำนายการเสียชีวิตในโรงพยาบาลในผู้ป่วยระยะวิกฤต โดยมีค่า receiver operating characteristic (ROC) เท่ากับ 0.757¹⁰

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการภายหลังได้รับรองโครงการจากคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในคนทั้ง 2 แห่ง และได้รับอนุญาตให้เข้าถึงข้อมูลและใช้แฟ้มประวัติผู้ป่วยโดยใช้แจ้งรายละเอียดและวัตถุประสงค์ของการวิจัย และขอความร่วมมือในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างกับหัวหน้าหอผู้ป่วยและเจ้าหน้าที่เวชระเบียนที่เก็บแฟ้มประวัติ หลังจากนั้นคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างตามเกณฑ์การคัดเลือกโดยใช้หมายเลขแทนผู้ป่วย ทำการสุ่มอย่างง่ายแบบชั้นภูมิตามสัดส่วนผู้ป่วยตามปีด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป จากนั้นค้นแฟ้มประวัติ

ผู้ป่วยที่สุ่มได้ตามขั้นตอน บันทึกข้อมูลลงในแบบบันทึก หากมีข้อมูลขาดหายเกินร้อยละ 20 จะนำออกจากการศึกษาและทำลายข้อมูลทิ้ง ไม่นำมาวิเคราะห์²³ แล้วทำการสุ่มเลือกทดแทนจนครบ 278 ราย ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และนำไปวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ได้รับรองโครงการจากคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในคนของคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (COA no. IRB-NS 2020/576.3010) และจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนของโรงพยาบาลนครปฐม (COA no. 045/2020) รวมทั้งได้รับอนุญาตให้เข้าถึงข้อมูลและใช้แฟ้มประวัติผู้ป่วย ผู้วิจัยคำนึงถึงการพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่างตามแนวทางการรักษาพยาบาลบรรณนักวิจัย และข้อยกเว้นด้านจริยธรรมการวิจัยในคนสำหรับงานวิจัยทางการแพทย์ตามปณิญาเฮลซิงกิ (declaration of Helsinki) รวมถึงการรักษาความลับ (confidentiality) ของข้อมูล ไม่มีการบันทึกข้อมูลที่ระบุตัวตนของผู้ป่วย (identifiable data) ไม่มีการติดต่อผู้ป่วยเพื่อบันทึกข้อมูลอื่นเพิ่มนอกเหนือจากที่มีในแฟ้ม อีกทั้งผลการวิจัยครั้งนี้จะนำเสนอในภาพรวม

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ดังนี้

1. ข้อมูลส่วนบุคคลและทางคลินิกที่เป็นกลุ่ม (categorical data) ได้แก่ เพศ การวินิจฉัยหลักหลังการผ่าตัด โรคร่วม การผ่าตัดแบบวางแผน/ฉุกเฉิน และการเกิดภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลันหลังผ่าตัด วิเคราะห์หาความถี่ และร้อยละ

2. ข้อมูลที่เป็นค่าต่อเนื่อง (continuous data) ได้แก่ อายุ ปริมาณการสูญเสียเลือดขณะผ่าตัด ค่าฮีโมโกลบินก่อนผ่าตัด ค่าดัชนีความเสี่ยงในระบบหัวใจ ปริมาณการได้รับเม็ดเลือดแดงทดแทนขณะผ่าตัด และระยะเวลาของการผ่าตัด วิเคราะห์หาความถี่ ร้อยละ ค่าต่ำสุด-สูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. ทดสอบความสัมพันธ์โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์ของตัวแปรแบบ rank biserial correlation

4. ทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้สถิติการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกทวิ (binary logistic regression analysis) โดยตัวแปรต้นแต่ละคู่ไม่มีความสัมพันธ์กันสูง (multicollinearity) มีค่า $r < .85^{23}$ ดังตารางที่ 4

5. วิเคราะห์อำนาจการทำนายของค่าฮีโมโกลบินก่อนผ่าตัด ค่าดัชนีความเสี่ยงในระบบหัวใจ ปริมาณการได้รับเม็ดเลือดแดงทดแทนขณะผ่าตัด และระยะเวลาของการผ่าตัด ต่อการเกิดภาวะไตขาดเจ็บเฉียบพลันหลังผ่าตัด ใช้สถิติการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกแบบใส่ข้อมูลเข้าพร้อมกัน (enter method) ทดสอบความ

เหมาะสมของโมเดล (goodness-of-fit) ด้วยวิธี Hosmer-Lemeshow test พบว่าโมเดลมีความเหมาะสมได้ค่า chi-square ที่มีค่าระดับนัยสำคัญมากกว่า .05²³

ผลการวิจัย

ผู้ป่วยสูงอายุวิกฤตจำนวน 278 ราย เป็นผู้สูงอายุตอนต้นมากที่สุด ร้อยละ 50.7 อายุเฉลี่ย 74.77 ปี (SD=8.35) เป็นเพศหญิง ร้อยละ 55 และมีโรคร่วม ร้อยละ 84.2 ดังตาราง 1 โรคร่วมที่พบมาก 3 ลำดับแรก ได้แก่ ความดันโลหิตสูง เบาหวาน และไขมันในเลือดสูง

การวินิจฉัยหลักพบว่าเป็นโรคในระบบทางเดินอาหาร ตับ และทางเดินน้ำดีมากที่สุด ร้อยละ 67.6 ส่วนใหญ่ได้รับการผ่าตัดแบบฉุกเฉิน ร้อยละ 71.6 มีปริมาณการสูญเสียเลือดในขณะผ่าตัดน้อยกว่าหรือเท่ากับ 500 มิลลิลิตร ร้อยละ 79.9 โดยได้รับการผ่าตัดในระบบทางเดินอาหาร ตับ และทางเดินน้ำดี มากที่สุดถึงร้อยละ 67.6 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามข้อมูลส่วนบุคคลและข้อมูลทางคลินิก (n=278)

ข้อมูลผู้ป่วย	จำนวน	ร้อยละ
อายุ (ปี)		
ผู้สูงอายุตอนต้น (60-74)	141	50.7
ผู้สูงอายุตอนกลาง (75-84)	93	33.5
ผู้สูงอายุตอนปลาย (มากกว่าหรือเท่ากับ 85)	44	15.8
($\bar{X}$ =74.77, SD=8.35, Min-Max=60-93)		
เพศ		
หญิง	153	55.0
ชาย	125	45.0
โรคร่วม		
มีโรคร่วม*	234	84.2
ไม่มีโรคร่วม	44	15.8

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามข้อมูลส่วนบุคคลและข้อมูลทางคลินิก (n=278)(ต่อ)

ข้อมูลผู้ป่วย	จำนวน	ร้อยละ
การวินิจฉัยหลักหลังผ่าตัด		
ระบบทางเดินอาหาร ตับ และน้ำดี	188	67.6
Peptic ulcer/ Perforation	35	18.6
CA colon	35	18.6
Small bowel perforate/ Obstruction	29	15.4
Cholecystitis	23	12.3
อื่นๆ	66	35.1
ระบบประสาทและสมอง	62	22.3
Hematoma/ Hemorrhage	41	66.1
Brain tumor	12	19.4
อื่นๆ	9	14.5
ระบบหลอดเลือดใหญ่และหลอดเลือดส่วนปลาย	28	10.1
Abdominal aortic aneurysm	11	39.3
Arterial embolism/ Occlusion	9	32.1
อื่นๆ	8	28.6
การผ่าตัด		
Emergency surgery	199	71.6
Elective surgery	79	28.4
ปริมาณการสูญเสียเลือดขณะผ่าตัด (มิลลิลิตร)		
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 500	222	79.9
มากกว่า 500	56	20.1
$(\bar{X}=383.93, SD=450.04, Min-Max=20-3,500)$		

* ผู้ป่วยแต่ละรายอาจมีโรคร่วมมากกว่า 1 โรค

กลุ่มตัวอย่างมีค่าฮีโมโกลบินที่บ่งถึงภาวะซีดก่อนผ่าตัด ร้อยละ 64.7 มีค่าฮีโมโกลบินก่อนผ่าตัดโดยเฉลี่ย 11.64 g/dL (SD=2.07, Min-Max=6.0-19.0 g/dL) มีระดับความเสี่ยงต่ำในระบบหัวใจ ร้อยละ 62.6 มีค่าดัชนีความเสี่ยงในระบบหัวใจ 0-4 คะแนน โดยเฉลี่ย 1.30 คะแนน (SD=.72) ส่วนใหญ่ไม่ได้รับเลือดทดแทนขณะผ่าตัดคิดเป็นร้อยละ 46.4 รองลงมาได้รับเลือดทดแทนขณะผ่าตัดที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ

500 มิลลิลิตร ร้อยละ 37.8 และมากกว่า 500 มิลลิลิตร ร้อยละ 15.8 มีปริมาณการได้รับเลือดทดแทนในขณะผ่าตัด 120-1,740 มิลลิลิตร โดยเฉลี่ย 408.09 มิลลิลิตร (SD=242.82) มีระยะเวลาของการผ่าตัด 20-625 นาที โดยเฉลี่ย 119.42 นาที (SD=74.23) และมีระยะเวลาของการผ่าตัดที่น้อยกว่า 120 นาที ร้อยละ 57.9 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามปัจจัยที่สนใจศึกษา (n=278)

ปัจจัยที่สนใจศึกษา	จำนวน	ร้อยละ
ค่าฮีโมโกลบินก่อนผ่าตัด (g/dL)		
ไม่มีภาวะซีด	98	35.3
มีภาวะซีด	180	64.7
(X=11.64, SD=2.07, Min-Max=6.0-19.0)		
ค่าดัชนีความเสี่ยงในระบบหัวใจ (คะแนน)		
ความเสี่ยงต่ำ (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1)	174	62.6
ความเสี่ยงสูง (มากกว่า 1)	104	37.4
(X=1.30, SD=.72, Min-Max=0-4)		
การได้รับเลือดแดงทดแทนขณะผ่าตัด (มิลลิลิตร)		
ไม่ได้รับเลือดแดงทดแทน	129	46.4
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 500	105	37.8
มากกว่า 500	44	15.8
(X=408.09, SD=241.82, Min-Max=0-1,740)		
ระยะเวลาของการผ่าตัด (นาที)		
น้อยกว่า 120	161	57.9
มากกว่าหรือเท่ากับ 120	117	42.1
(X=119.42, SD=74.23, Min-Max=20-625)		
ภาวะไตขาดเจ็บเฉียบพลัน		
ไม่เกิด	139	50.0
เกิด	139	50.0

เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่สนใจศึกษากับภาวะไตขาดเจ็บเฉียบพลันหลังผ่าตัด ดังตาราง 3 พบว่า 1) ผู้ป่วยสูงอายุที่มีภาวะซีดก่อนผ่าตัด เกิดภาวะไตขาดเจ็บเฉียบพลันมากกว่ากลุ่มที่ไม่มีภาวะซีด 2) ผู้ป่วยสูงอายุที่มีระดับความเสี่ยงสูงในระบบหัวใจ เกิดภาวะไตขาดเจ็บเฉียบพลันมากกว่ากลุ่มที่มีความเสี่ยงต่ำในระบบหัวใจ 3) ผู้ป่วยสูงอายุที่ได้รับเลือดแดง

ทดแทนขณะผ่าตัดมากกว่า 500 มิลลิลิตร เกิดภาวะไตขาดเจ็บเฉียบพลันมากกว่ากลุ่มที่ได้รับเลือดทดแทนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 500 มิลลิลิตรและกลุ่มที่ไม่ได้รับเลือดแดงทดแทน และ 4) ผู้ป่วยสูงอายุที่มีระยะเวลาของการผ่าตัดมากกว่าหรือเท่ากับ 120 นาที เกิดภาวะไตขาดเจ็บเฉียบพลันมากกว่ากลุ่มที่มีระยะเวลาของการผ่าตัดน้อยกว่า 120 นาที

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลัน จำแนกตามปัจจัยที่สนใจศึกษา (n=278)

ปัจจัยที่สนใจศึกษา	ภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลัน	
	เกิด n (%)	ไม่เกิด n (%)
ค่าฮีโมโกลบินก่อนผ่าตัด		
ไม่มีภาวะซีด (n=98)	23 (23.47)	75 (76.53)
มีภาวะซีด (n=180)	116 (64.44)	64 (35.56)
ค่าดัชนีความเสี่ยงในระบบหัวใจ		
ความเสี่ยงต่ำ (n=174)	54 (31.03)	120 (68.97)
ความเสี่ยงสูง (n=104)	85 (81.73)	19 (18.27)
การได้รับเลือดแดงทดแทนขณะผ่าตัด (มิลลิลิตร)		
ไม่ได้รับเลือดแดงทดแทน (n=129)	39 (30.23)	90 (69.77)
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 500 (n=105)	64 (60.95)	41 (39.05)
มากกว่า 500 (n=44)	36 (81.82)	8 (18.18)
ระยะเวลาของการผ่าตัด (นาที)		
น้อยกว่า 120 (n=161)	56 (34.78)	105 (65.22)
มากกว่าหรือเท่ากับ 120 (n=117)	83 (70.94)	34 (29.06)

จากการทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรที่สนใจศึกษา พบว่า ทุกปัจจัยมีความสัมพันธ์กับการเกิดภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลันหลังผ่าตัด โดยค่าฮีโมโกลบินก่อนผ่าตัดที่บ่งถึงภาวะซีด ($r=.392, p<.001$) ค่าดัชนีความเสี่ยงในระบบหัวใจ ($r=.491, p<.001$) การได้รับเลือดแดงทดแทนขณะผ่าตัด ($r=.393, p<.001$) และระยะเวลาของการผ่าตัด ($r=.357, p<.001$) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่สนใจศึกษาและภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลัน (n=278)

ปัจจัยที่สนใจศึกษา	1	2	3	4	5
1. ค่าฮีโมโกลบินก่อนผ่าตัด	1				
2. ค่าดัชนีความเสี่ยงในระบบหัวใจ	.275**	1			
3. การได้รับเลือดแดงทดแทนขณะผ่าตัด	.298**	.152*	1		
4. ระยะเวลาของการผ่าตัด	.110	.184**	.324**	1	
5. ภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลัน	.392**	.491**	.393**	.357**	1

* $p<.05$, ** $p<.001$

การวิเคราะห์อำนาจทำนายพบว่า ค่าฮีโมโกลบินก่อนผ่าตัด ค่าดัชนีความเสี่ยงในระบบหัวใจ การได้รับเลือดแดงทดแทนขณะผ่าตัด และระยะเวลาของ การผ่าตัด สามารถทำนายการเกิดภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลันด้วยความแปรปรวนร้อยละ 52.4 (Nagelkerke $R^2=.524$, Chi-square=138.917, $p<.001$) ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายของปัจจัยที่สนใจศึกษาต่อภาวะไตขาดเฉียบพลัน (n=278)

ตัวแปรที่ศึกษา	B	S.E.	OR Exp (B)	95%CI		Wald	p-value
				Lower	Upper		
ค่าฮีโมโกลบินก่อนผ่าตัด							
ไม่มีภาวะซีด	(ref.)						
มีภาวะซีด	1.330	.353	3.779	1.891	7.551	14.173	.000**
ค่าดัชนีความเสี่ยงในระบบหัวใจ							
ความเสี่ยงต่ำ	(ref.)						
ความเสี่ยงสูง	2.177	.346	8.819	4.478	17.371	39.619	.000**
การได้รับเม็ดเลือดแดงทดแทนขณะผ่าตัด (มิลลิลิตร)							
ไม่ได้รับเม็ดเลือดแดงทดแทน	(ref.)						
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 500	.761	.349	2.141	1.080	4.247	4.748	.029*
มากกว่า 500	1.968	.517	7.154	2.595	19.724	14.459	.000**
ระยะเวลาของการผ่าตัด (นาที)							
น้อยกว่า 120	(ref.)						
มากกว่าหรือเท่ากับ 120	1.270	.334	3.560	1.850	6.850	14.462	.000**
ค่าคงที่	-2.760	.380				52.746	.000**

* $p < .05$, ** $p < .001$, Nagelkerke $R^2 = .524$, Chi-square=138.917, $p < .001$

ผลการวิเคราะห์ถดถอยแบบโลจิสติก อธิบายตัวแปรที่เข้าโมเดลของการพยากรณ์ความเสี่ยงที่จะเกิดผลลัพธ์ที่สนใจศึกษา (predictive efficiency analysis of model) ดังตาราง 5 ดังนี้

1. ผู้ป่วยสูงอายุที่มีค่าฮีโมโกลบินก่อนผ่าตัดที่บ่งถึงภาวะซีด จะมีความเสี่ยงในการเกิดภาวะไตขาดเฉียบพลันหลังผ่าตัดสูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีภาวะซีด 3.779 เท่า (OR=3.779; 95%CI=1.891,7.551, $p < .001$)

2. ผู้ป่วยสูงอายุที่มีระดับความเสี่ยงในระบบหัวใจสูง จะมีความเสี่ยงในการเกิดภาวะไตขาดเฉียบพลันหลังผ่าตัดสูงกว่ากลุ่มที่มีความเสี่ยงในระบบหัวใจต่ำ 8.819 เท่า (OR=8.819; 95%CI=4.478, 17.371, $p < .001$)

3. ผู้ป่วยสูงอายุที่ได้รับเลือดแดงทดแทนขณะผ่าตัดมากกว่า 500 มิลลิลิตร จะมีความเสี่ยงใน

การเกิดภาวะไตขาดเฉียบพลันหลังผ่าตัดสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับเลือดแดงทดแทน 7.154 เท่า (OR=7.154; 95%CI=2.595,19.724, $p < .001$) และผู้ป่วยสูงอายุที่ได้รับเลือดแดงทดแทนขณะผ่าตัดน้อยกว่าหรือเท่ากับ 500 มิลลิลิตร จะมีความเสี่ยงในการเกิดภาวะไตขาดเฉียบพลันหลังผ่าตัดสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับเลือดแดงทดแทนเพียง 2.141 เท่า (OR=2.141; 95%CI=1.080,4.247, $p < .05$)

4. ผู้ป่วยสูงอายุที่มีระยะเวลาของการผ่าตัดมากกว่าหรือเท่ากับ 120 นาที จะมีความเสี่ยงในการเกิดภาวะไตขาดเฉียบพลันหลังผ่าตัดสูงกว่ากลุ่มที่มีระยะเวลาของการผ่าตัดน้อยกว่า 120 นาที 3.560 เท่า (OR=3.560; 95%CI=1.850,6.850, $p < .001$)

การอภิปรายผล

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้ส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุตอนต้นและเพศหญิง คล้ายกับสถานการณ์ผู้สูงอายุ

ในประเทศไทยและญี่ปุ่น^{13,16} ที่มีประชากรผู้สูงอายุจำนวนเพิ่มมากขึ้น ทั้งแนวโน้มของผู้ป่วยสูงอายุวิกฤตที่ได้รับการผ่าตัดในหลายการศึกษา^{2,20} พบว่าผู้ป่วยสูงอายุเข้ารับการรักษานในหอผู้ป่วยวิกฤตมากกว่าวัยผู้ใหญ่² และได้รับการผ่าตัดมากกว่าผู้ป่วยวัยอื่น¹⁶ อีกทั้งเมื่อเข้าสู่วัยสูงอายุหลอดเลือดจะมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาจากความเสื่อมตามวัย^{4,5} โดยมีความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อหัวใจและหลอดเลือดลดลง⁴ ยากต่อการบาดเจ็บ ทำให้การสูญเสียเลือดในขณะผ่าตัดที่มากกว่า¹⁴ อีกทั้งส่วนใหญ่ได้รับการผ่าตัดแบบฉุกเฉิน¹⁶ ส่งผลให้ผู้ป่วยสูงอายุเสี่ยงต่อโอกาสเกิดภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลันหลังผ่าตัดได้มากกว่าวัยอื่น^{1-3,13} โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้ป่วยสูงอายุได้รับการผ่าตัดที่ไม่ใช่ระบบหัวใจ^{1,2}

ผลจากการศึกษาครั้งนี้ตอบสนองสมมติฐานที่ตั้งไว้ อธิบายตามความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษาในการปรับตัวด้านสรีระตามทฤษฎีการปรับตัวของรอย^{15-17,21} ได้ดังนี้ คำฮีโมโกลบินก่อนผ่าตัดที่ลดต่ำลงจนเกิดภาวะซีดในผู้ป่วยสูงอายุ เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของร่างกายจากความเสื่อมตามวัย^{4,5,11,12} ที่มีระดับฮอร์โมนลดต่ำลง มีการกระตุ้นให้สร้างเม็ดเลือดแดงลดลง การดูดซึมธาตุเหล็กเพื่อนำไปสร้างฮีโมโกลบินลดลง^{11,12} เมื่อสูญเสียเลือดในขณะผ่าตัดมากขึ้นจะยิ่งทำให้ค่าฮีโมโกลบินลดต่ำลง ส่งผลให้ปริมาณเลือดที่ไปเลี้ยงไตและอวัยวะต่างๆ ของร่างกายลดลง¹¹⁻¹³ ออกซิเจนไปเลี้ยงไตลดลง ในขณะที่ไตเป็นอวัยวะสำคัญที่ต้องการออกซิเจนจำนวนมาก^{5,6} เพื่อผลิตพลังงานนำไปใช้ในการกรอง ดูดกลับ ขับออกของสารต่างๆ และของเสียจากการเมตาบอลิซึมในร่างกาย⁴⁻⁶

ร่างกายจึงพยายามปรับตัวเพื่อใหรักษาสมดุลของการทำหน้าที่ทางสรีรวิทยาในอวัยวะหลักเช่นไตไว้^{6,17} โดยอาจลดปริมาณเลือดที่ไปอวัยวะอื่นเพื่อนำไปชดเชยหรือเลี้ยงอวัยวะสำคัญก่อน^{5,6} แต่ผู้ป่วยสูงอายุอาจมี

ความพร้อมจากความเสื่อมตามวัยมากน้อยไม่เท่ากัน^{4,5,11} การปรับตัวขณะป่วยในระยะวิกฤตยิ่งอาจไม่เท่ากับความสามารถในการปรับตัวเดิม^{4-6,15,16} เมื่อเผชิญผลกระทบระดับรุนแรง อาจปรับตัวไม่ได้หรือได้อย่างไม่มีประสิทธิภาพ¹⁵ ชดเชยปริมาณออกซิเจนไปที่ไตได้เพียงพอต่อความต้องการ จนอาจทำให้เกิดภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลันจากการขาดออกซิเจนได้^{4,5}

ส่วนผู้ป่วยสูงอายุได้รับการผ่าตัดที่มีระยะเวลาการผ่าตัดยาวนานจนอยู่ในภาวะวิกฤต อาจเกิดภาวะแทรกซ้อนจากการผ่าตัดของระบบหัวใจและหลอดเลือดในขณะผ่าตัด^{1,3,8} หรือจากได้รับยาระงับความรู้สึกตัวหรือได้รับการใช้เครื่องช่วยหายใจ ร่วมกับการสูญเสียเลือดจากการผ่าตัด ทำให้การไหลเวียนของเลือดกลับเข้าสู่หัวใจลดลง^{18,19} จนอาจเกิดภาวะความดันโลหิตต่ำได้ในระหว่างการผ่าตัด ปริมาณเลือดที่ไปเลี้ยงไตลดลง^{2,5,18} ร่างกายจะพยายามปรับตัวให้กลับคืนสู่ภาวะสมดุลเช่นเดิมก่อนหน้า ทำให้หัวใจตอบสนองโดยเต้นเร็วขึ้น บีบตัวแรงขึ้น เพื่อรักษาระดับความดันโลหิตไว้เพิ่มปริมาณเลือดไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ในร่างกาย⁶

แต่หากผู้ป่วยสูงอายุมีระบบควบคุมอัตโนมัติทำงานทดแทนได้ไม่มีประสิทธิภาพ หรือปรับตัวไม่ได้ไม่สามารถรักษาสอดคล้องที่ระบบและอวัยวะต้องการไว้ได้ ร่างกายจะปรับตัวรุนแรงมากขึ้น^{5,6,17} เกิดการกระตุ้นป้อนกลับซ้ำๆ^{17,21} เป็นวงจรชั่วร้าย (viscous cycle) ที่อันตราย^{15,17} เกิดการปรับเปลี่ยนแปลงมากเกินไปจนยากจะรับได้ จนไม่อาจชดเชยให้การทำงานของไตเป็นปกติได้^{5,17} เมื่อระยะเวลาของการผ่าตัดที่ยาวนาน ยิ่งทำให้ไตขาดเลือดมากขึ้น^{8,19} เกิดภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลัน^{1-3,7,13,20} จนอาจเป็นภาวะไตวายได้¹⁻³

เมื่อผู้ป่วยสูงอายุมีค่าดัชนีความเสี่ยงในระบบหัวใจที่สูงเช่นเดียวกับการศึกษานี้ พบได้ในหลายการศึกษาของต่างประเทศ นั่นคือหากมีความผิดปกติ

ของระบบหัวใจที่ยังมาก ยิ่งส่งผลให้เกิด cardio-renal syndrome ได้ง่ายขึ้น^{1,3,8,18} ได้ยังไม่สามารถปรับตัวให้กลับสู่สมดุลได้ โดยเฉพาะเมื่อปัจจัยที่มีอิทธิพลเหล่านี้เป็นสิ่งที่มากระทบร่วมกัน ทำให้ร่างกายต้องปรับตัวอย่างมากผ่านระบบควบคุมทางสรีระ เพื่อให้ระบบการควบคุมอัตโนมัติทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ^{6,15,17} หากไตสูญเสียการทำงานจากการบาดเจ็บ จะเกิดภาวะไม่สมดุลของสารน้ำ เกลือแร่ และมีของเสียคั่งในร่างกาย^{5,6} ส่งผลต่อการฟื้นตัวได้^{4,16,17}

อย่างไรก็ตาม หากมีสิ่งเร้าร่วมมากระตุ้นพร้อมกับสิ่งเร้าตรง ที่อาจทำให้ความรุนแรงของผลกระทบจากการกระตุ้นมากขึ้น ตามกรอบแนวคิดของทฤษฎีการปรับตัวของรอยใช้ในการศึกษานี้ เช่น ผู้ป่วยที่มีโรคร่วม^{1,3,7,8,13} และปริมาณการสูญเสียเลือดขณะผ่าตัด^{2,13,14} ที่มาก เป็นต้น อาจร่วมกันมีผลให้ร่างกายต้องปรับตัวจนเกินระดับทดแทน ทำให้พบผลลัพธ์การแสดงออกของพฤติกรรมที่เป็นการบาดเจ็บของไตเฉียบพลันได้^{6,17} โดยการตอบสนองจะช้าหรือเร็วขึ้นกับความสามารถในการปรับตัวของบุคคล^{5,15,17} ซึ่งความเสื่อมตามวัยของผู้ป่วยสูงอายุ^{4,5,11} อาจทำให้ระบบต่างๆ ในร่างกายไม่สามารถปรับตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือมีการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว เพื่อรับมือต่อการกระตุ้นที่รุนแรงจากสิ่งเร้าที่ทำได้^{5,6,11,15-17}

การได้รับเม็ดเลือดแดงทดแทนขณะผ่าตัดจากการสูญเสียเลือดในการผ่าตัด ทำให้เกิดการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเลือดในร่างกายที่ลดลงจากการเสียเลือด และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจากการได้รับเม็ดเลือดแดงเพื่อทดแทนขณะผ่าตัด แต่หากความยืดหยุ่นของหลอดเลือดและการทำงานของหัวใจลดลงในผู้ป่วยสูงอายุ^{4,5,11,19} ทำให้ภาระการทำงานของหัวใจมากขึ้น^{5,6,11} อีกทั้ง หากเม็ดเลือดแดงเกิดการแตกตัว จะเกิดภาวะแทรกซ้อนเรียกว่า hemolytic

transfusion reaction (HTR)^{3,5,7} เป็นภาวะที่มี free hemoglobin หรือ free ion ในเลือดจากเม็ดเลือดแดงที่แตก ซึ่งเป็นสารพิษต่อไต (nephrotoxicity) ทำให้ไตบาดเจ็บโดยตรง^{1,3,7} และต้องปรับตัวยากมากขึ้นระหว่างอยู่ในภาวะวิกฤต โดยเฉพาะผู้ป่วยสูงอายุที่มีความสามารถในการปรับตัวได้น้อยกว่าวัยอื่น^{1,2,5,16}

โดยสรุปแล้ว ปัจจัยที่สนใจศึกษาเป็นสิ่งเร้าตรง ทำให้ผู้ป่วยสูงอายุวิกฤตหลังผ่าตัดที่ไม่ใช้ระบบหัวใจต้องทำการปรับตัวอย่างมากเพื่อกลับสู่ภาวะสมดุล^{5,17} เมื่ออายุมากขึ้นโอกาสเกิดภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลันจึงเพิ่มมากขึ้น ประกอบกับปัจจัยที่เป็นสิ่งเร้าตรง หากมีความรุนแรงมากขึ้น ตัวอย่างเช่น มีภาวะช็อคก่อนผ่าตัด^{12,19} มีความเสี่ยงในระบบหัวใจสูง^{3,8} การได้รับเม็ดเลือดแดงทดแทน³ และมีระยะเวลาของการผ่าตัดที่นาน¹ เป็นต้น ทำให้การปรับตัวเพื่อชดเชย อาจไม่เพียงพอ ต้องปรับตัวมากขึ้นเป็นการทดแทน จึงจะสามารถกลับสู่สมดุลได้¹⁷ หรืออาจปรับตัวได้อย่างไม่มีประสิทธิภาพ จนเกิดพยาธิสภาพที่เป็นการบาดเจ็บของไตได้

ยิ่งไปกว่านั้น หากมีทั้งสิ่งเร้าตรงและสิ่งเร้าร่วมมากระตุ้นเพิ่มหลายปัจจัย อาจพบผลลัพธ์การปรับตัวที่ไม่มีประสิทธิภาพ แสดงออกเป็นระดับการบาดเจ็บของไตเฉียบพลันตามระดับของการปรับตัวที่ทำได้ แต่ถ้าผู้ป่วยสูงอายุสามารถปรับตัวต่อปัจจัยเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว จะไม่เกิดการบาดเจ็บของไตหรือเกิดไม่รุนแรง ฟื้นตัวได้ตามระยะเวลาแม้อยู่ในภาวะวิกฤต ไม่เกิดภาวะไตวาย และเสียชีวิต^{1,3,7,13} แต่หากผู้ป่วยไม่สามารถปรับตัวได้ ความเสี่ยงของการเกิดภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลันหลังผ่าตัดจะยิ่งมากขึ้น คล้ายกับผลที่พบในการศึกษาค้างนี้ และหลายการศึกษาก่อนหน้านี้ทั้งในและต่างประเทศ^{1-3,8,13,14}

ผลการศึกษาที่พบสามารถตอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ คำอธิบายก่อนผ่าตัดที่บ่งถึงภาวะช็อค คำดัชนี

ความเสี่ยงในระบบหัวใจสูง การได้รับเม็ดเลือดแดงทดแทนขณะผ่าตัด และระยะเวลาของการผ่าตัดที่มากกว่า 120 นาที สามารถทำนายภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลันหลังผ่าตัดได้ในผู้ป่วยสูงอายุวิกฤตที่ได้รับ การผ่าตัดไม่ใช่ระบบหัวใจ ตามหลักฐานเชิงประจักษ์ของหลายการศึกษาที่ผ่านมาแล้ว อีกทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ตามระดับของความรุนแรงจากการกระตุ้นของสิ่งเร้า และจากความเสี่ยงตามวัยของผู้ป่วยสูงอายุได้ โดยใช้ทฤษฎีการปรับตัวของรอย

ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผลการศึกษาสามารถใช้เป็นข้อมูลทางคลินิกประกอบการวางแผนการพยาบาลในผู้ป่วยสูงอายุหลังผ่าตัดที่ไม่ใช่ระบบหัวใจตั้งแต่แรกเริ่มในหอผู้ป่วยวิกฤต โดยประเมินดัชนีทางสรีรวิทยาแต่เริ่มแรก (early detection) อธิบายการปรับตัวทางสรีรวิทยาได้ตามทฤษฎีการปรับตัวของรอย

2. พยาบาลผู้ดูแลผู้ป่วยวิกฤตสามารถใช้เป็นข้อมูลในการเฝ้าระวังภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลันหลังผ่าตัดอย่างใกล้ชิด และวางแผนการบำบัดการพยาบาลโดยคำนึงถึงปัจจัยเสี่ยงทั้งก่อน ขณะ และหลังผ่าตัดในผู้ป่วยสูงอายุวิกฤตหลังผ่าตัดที่ไม่ใช่ระบบหัวใจได้แก่ ค่าฮีโมโกลบินก่อนผ่าตัด ค่าดัชนีความเสี่ยงในระบบหัวใจ การได้รับเม็ดเลือดแดงทดแทนขณะผ่าตัด และระยะเวลาของการผ่าตัด

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

1. ควรศึกษาปัจจัยทางคลินิกอื่นที่อาจเกี่ยวข้องหรือคาดว่าจะมีความสัมพันธ์กับการเกิดภาวะไตบาดเจ็บเฉียบพลันหลังผ่าตัดในผู้ป่วยสูงอายุระยะวิกฤต เช่น เพศ โรคร่วม และชนิดการผ่าตัดที่ได้รับ เป็นต้น

References

1. Long TE, Helgason D, Helgadóttir S, Pálsson R, Gudbjartsson T, Sigurdsson GH, et al. Acute kidney injury after abdominal surgery: incidence, risk factors, and outcome. *Anesth Analg*. 2016;122(6):1912–20. doi: 10.1213/ANE.0000000000001323.
2. Poolaireab P, Danaidutsadeekul S, Charuangvanich W, Kongsayreepong S. The relationships among comorbidity, intraoperative conditions, systemic inflammatory response syndrome, and acute kidney injury of critical patients in first 72 hours after major surgery. *Thai Journal of Nursing Council*. 2016; 34(1):107–17. (in Thai)
3. Teixeira C, Rosa R, Rodrigues N, Mendes I, Peixoto L, Dias S, et al. Acute kidney injury after major abdominal surgery: a retrospective cohort analysis. *Crit Care Res Pract*. 2014; 2014:132175. doi: 10.1155/2014/132175.
4. Linton AD, Metteson MA. Medical–surgical nursing. 7th ed. St. Louis, MO: Elsevier; 2020.
5. Meiner SE, Yeagar JJ. Gerontologic nursing. 6th ed. St. Louis, MO: Elsevier; 2019.
6. Huether SE, McCance KL, Brashers VL. Understanding pathophysiology. 7th ed. St. Louis, MO: Elsevier; 2020.
7. Kim CS, Oak CY, Kim HY, Kang YU, Choi JS, Bae EH, et al. Incidence, predictive factors, and clinical outcomes of acute kidney injury after gastric surgery for gastric cancer. *PLoS One*. 2013;8(12):e82289. doi: 10.1371/journal.pone.0082289.
8. Biteker M, Dayan A, Tekksein Ai, Can MM, Tayci I, İlhan E, et al. Incidence, risk factors, and outcomes of perioperative acute kidney injury in non–cardiac and nonvascular surgery. *Am J Surg*. 2014; 207(1):53–9. doi: 10.1016/j.amjsurg.2013.04.006.

9. Kidney Disease Improving Global Outcomes Acute Kidney Injury Work Group. KDIGO clinical practice guidelines for acute kidney injury. *Kidney Int Suppl.* 2012;2(1):1–138. doi:10.1038/kisup.2012.2.
10. Luo X, Jiang L, Du B, Wen Y, Wang M, Xi X, et al. A comparison of different diagnostic criteria of acute kidney injury in critically ill patients. *Crit Care.* 2014;18(4):R144. doi:10.1186/cc13977.
11. Williams P. Basic geriatric nursing. 7th ed. St. Louis, MO: Elsevier/ Mosby; 2020.
12. Sanford AM, Morley JE. Anemia of old age. *J Nutr Health Aging.* 2019;23(7):602–5. doi:10.1007/s12603-019-1214-x.
13. Tomozawa A, Ishikawa S, Shiota N, Cholvisudhi P, Makita K. Perioperative risk factors for acute kidney injury after liver resection surgery: a historical cohort study. *Can J Anaesth.* 2015;62:753–61. doi: 10.1007/s12630-015-0397-9.
14. Dedinská I, Mikolajčík P, Skálová P, Mokán M, Laca L. Acute kidney injury after liver resection in elderly patients. *BMC Nephrol.* 2019;20(1):272–81. doi: 10.1186/s12882-019-1449-0.
15. Roy C, Bakan G, Li Z, Nguyen TH. Coping measurement: creating short form of Coping and Adaptation Processing Scale using item response theory and patients dealing with chronic and acute health conditions. *Appl Nurs Res.* 2016;32(1):73–9. doi:10.1016/j.apnr.2016.06.002.
16. Suyasith P, Chayaput P, Thosingha O, Sirikun J. Comparison of clinical factors in adult, young older, and older trauma patients. *Thai Journal of Nursing Council.* 2021;36(1):110–28. (in Thai)
17. Roy C. The Roy adaptation model. 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson; 2009.
18. Rangaswami J, Bhalla V, Blair JEA, Chang TI, Costa S, Lentine KL, et al. Cardio-renal syndrome: Classification, pathophysiology, diagnosis, and treatment strategies: a scientific statement from the American Heart Association. *J Am Heart Assoc.* 2019;139(16):840–78. doi: 10.1161/CIR.0000000000000664.
19. Zarbock A, Koyner JL, Hoste EAJ, Kellum JA. Update on perioperative acute kidney injury. *Anesth Analg.* 2018;127(5):1236–45. doi: 10.1213/ANE.0000000000003741.
20. Raji YR, Ajayi SO, Ademola AF, Lawal TA, Ayandipo OO, Adigun T, et al. Acute kidney injury among adult patients undergoing major surgery in a tertiary hospital in Nigeria. *Clin Kidney J.* 2018;11(4):443–9. doi: 10.1093/ckj/sfx144.
21. Chayaput P, Utriyaprasit K, Bootcheewan S, Thosingha O. Coping and health problems of caregivers of survivors with traumatic brain injury. *Aquichan.* 2014;14(2):170–83.
22. Peduzzi P, Concato J, Kemper E, Holford TR, Feinstein AR. A simulation study of the number of events per variable in logistic regression analysis. *J Clin Epidemiol.* 1996;49(12):1373–9. doi: 10.1016/s0895-4356(96)00236-3.
23. Grove SK, Gray JR. Understanding nursing research: building an evidence-based practice. 7th ed. St. Louis, MO: Elsevier Saunders; 2019.