

การพยาบาลผู้ป่วยที่มีภาวะไตวายเฉียบพลันภายหลังผ่าตัดหัวใจ ในหอผู้ป่วยวิกฤต

จิริกิตต์ ดวงจักร์ พยม.*

นริศา อาจอ่อนศรี วท.ม.**

ธีรพงศ์ โตเจริญโชค พ.บ.***

บทคัดย่อ:

ภาวะไตวายเฉียบพลัน (acute kidney injury: AKI) เป็นภาวะแทรกซ้อนที่พบได้บ่อย ภายหลังผ่าตัดหัวใจ เกิดจากปัจจัยเสี่ยง 3 ระยะ ได้แก่ ระยะก่อนผ่าตัด ระยะผ่าตัด และระยะหลังผ่าตัด ส่งผลกระทบต่อไตทั้งทางตรงและทางอ้อม ทำให้การทำงานของไตลดลงอย่างเฉียบพลัน สูญเสียความสามารถในการควบคุมสารน้ำ เกลือแร่ เกิดการเปลี่ยนแปลงของสมดุลกรดต่างและเกิดภาวะไตวายเฉียบพลัน แม้ว่าปัจจัยเสี่ยงหลายปัจจัยในระยะก่อนผ่าตัด และระยะผ่าตัดเป็นปัจจัยเสี่ยงที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ แต่ปัจจัยเสี่ยงระยะหลังผ่าตัดส่วนใหญ่เป็นปัจจัยที่สามารถจัดการเพื่อป้องกันและลดความรุนแรงของภาวะไตวายเฉียบพลันหลังผ่าตัดหัวใจได้ บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับพยาธิสรีรวิทยาของภาวะไตวายเฉียบพลันหลังผ่าตัดหัวใจ เภสัชการวินิจฉัยภาวะไตวายเฉียบพลัน การรักษา และการพยาบาลผู้ป่วยที่มีภาวะไตวายเฉียบพลันหลังผ่าตัดหัวใจ ซึ่งพยาบาลในหอผู้ป่วยวิกฤตมีบทบาทสำคัญในการประเมินภาวะเสี่ยงตั้งแต่ระยะก่อนผ่าตัด ระยะผ่าตัด ตลอดจนต้องมีทักษะความรู้ในการดูแลผู้ป่วยพร้อมทั้งเฝ้าระวังปัจจัยเสี่ยงระยะหลังผ่าตัด ได้แก่ ภาวะปริมาตรเลือดส่งออกจากหัวใจต่อนาทีต่ำ (low cardiac output) ภาวะความดันโลหิตต่ำ (hypotension) การติดเชื้อในกระแสเลือด (sepsis) ฝั่ระวังยาที่ผลต่อไต (nephrotoxic agent) รวมทั้งสามารถให้การดูแลผู้ป่วยที่มีภาวะไตวายเฉียบพลันรุนแรงที่ต้องได้รับการบำบัดทดแทนไตเพื่อลดผลของภาวะไตวายเฉียบพลัน ลดระยะเวลาการรักษาในโรงพยาบาลและอัตราการเสียชีวิต เพื่อให้ผู้ป่วยฟื้นหายจากภาวะไตวายเฉียบพลันและป้องกันภาวะไตวายเรื้อรังในอนาคต

วารสารสภากาพยาบาล 2565; 37(1) 19-29

คำสำคัญ: การพยาบาล/ผู้ป่วยภาวะไตวายเฉียบพลัน/ หลังผ่าตัดหัวใจ/ หอผู้ป่วยวิกฤต

วันที่ได้รับ 7 พ.ค. 64 วันที่แก้ไขบทความเสร็จ 27 ก.ย. 64 วันที่รับตีพิมพ์ 12 ต.ค. 64

*ผู้ประสานการพิมพ์เผยแพร่ พยาบาลวิชาชีพ หอผู้ป่วยวิกฤตเฉพาะทางหัวใจและทรวงอก โรงพยาบาลศิริราช E-mail: Jirakit_tj@hotmail.com

**พยาบาลระดับชำนาญการพิเศษ หอผู้ป่วยวิกฤตเฉพาะทางหัวใจและทรวงอก โรงพยาบาลศิริราช

***ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาศัลยศาสตร์หัวใจและทรวงอก ภาควิชาศัลยศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

Nursing Care for the Patients with Acute Kidney Injury after Cardiac Surgery in the Intensive Care Unit

Jirakit Duangjuk, RN, MNS,*

Narisa Ajonsre, RN, MSc,**

Teerapong Tocharoenchok, MD***

Abstract:

Acute renal failure (or acute kidney injury) is a common post-cardiac-surgery complication. Preoperative, perioperative, and post-operative risk factors may result in a sudden decline in the renal function, loss of ability to regulate liquids and electrolytes, sudden change in the pH balance, and acute failure of the kidney. Despite the inevitability of preoperative and perioperative risk factors, most postoperative risk factors can be managed to prevent or minimise the severity of post-cardiac-surgery acute kidney injury.

The main objective of this article is to present a review of literature pertaining to the pathology of post-cardiac-surgery acute kidney injury, diagnostic criteria, as well as treatment and caregiving for the patients. Intensive care unit nurses, who play an essential part in performing risk assessment in both the preoperative and perioperative stages, are required to possess the necessary skills and knowledge in caring for and monitoring the patients, to detect any postoperative risk factors, namely, low cardiac output, hypotension, sepsis, nephrotoxic agents. These nurses are also expected to provide proper care for the patients who need renal replacement therapy, which alleviates symptomatic severity, shortens the period of hospitalisation, and minimise the mortality rate. This is an important process to help the patients recover from acute kidney injury, thereby preventing it from becoming chronic.

Journal of Thailand Nursing and Midwifery Council 2022; 37(1) 19-29

Keywords: nursing care; acute kidney injury patients; after cardiac surgery; intensive care unit

Received 7 May 2021, Revised 27 September 2021, Accepted 12 October 2021

*Corresponding Author, Registered Nurse, Cardiovascular-Thoracic Intensive Care Unit, Siriraj Hospital, E-mail: Jirakit_tj@hotmail.com

**Registered Nurse, Senior Professional Level, Cardiovascular-Thoracic Intensive Care Unit, Siriraj Hospital.

*** Assistant Professor, Division of Cardio-Thoracic Surgery, Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University.

บทนำ

ภาวะไตวายเฉียบพลัน (acute kidney injury: AKI) หมายถึง ภาวะที่การทำงานของไตลดลงอย่างเฉียบพลัน สูญเสียความสามารถในการควบคุมสารน้ำเกลือแร่ และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสมดุลกรดต่าง¹ จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า อุบัติการณ์การเกิดภาวะไตวายเฉียบพลันภายหลังผ่าตัดหัวใจพบได้ถึงร้อยละ 28-83.8^{2,3} ทั้งยังส่งผลให้ผู้ป่วยมีอัตราการเสียชีวิตสูงขึ้นถึงร้อยละ 13.9⁴ ซึ่งผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจที่มีภาวะไตวายเฉียบพลันระดับ 1-3 จะมีอัตราการเสียชีวิตมากกว่าผู้ป่วยที่ไม่มีภาวะไตวายเฉียบพลันร่วมด้วย 3.3, 5.8 และ 7.9 เท่าตามลำดับ⁵ ส่งผลให้ผู้ป่วยมีระยะเวลาการรักษาตัวในโรงพยาบาลยาวนาน อีกทั้งยังเพิ่มค่ารักษาพยาบาล⁶⁻⁸ โดยพบว่าผู้ป่วยที่มีภาวะไตวายเฉียบพลันภายหลังผ่าตัดหัวใจจะมีค่ารักษาพยาบาลจำนวนเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจที่ไม่มีภาวะไตวายเฉียบพลันร่วมด้วย⁴ นอกจากนี้ผู้ป่วยที่มีภาวะไตวายเฉียบพลันขั้นรุนแรง มีความจำเป็นต้องได้รับการรักษาด้วยวิธีบำบัดทดแทนไตแบบต่อเนื่อง (continuous renal replacement therapy: CRRT) ภายใน 24 ชั่วโมงหลังได้รับการวินิจฉัย AKI เนื่องจากสามารถลดอัตราเสียชีวิตใน 28 วัน ได้ถึง 0.36 เท่าของผู้ป่วยที่ไม่ได้รับการรักษาด้วยวิธี CRRT และยังคงลดระยะเวลาการรักษาตัวในโรงพยาบาลได้⁹ และหากผู้ป่วยที่มีภาวะไตวายเฉียบพลันหลังผ่าตัดหัวใจไม่ได้รับการรักษาอย่างทันถ่วงที อาจส่งผลให้ผู้ป่วยเกิดภาวะไตวายเรื้อรังในระยะสุดท้ายในอนาคต (end-stage renal disease: ESRD) ได้ถึงร้อยละ 0.9¹⁰

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า ปัจจัยเสี่ยงต่อภาวะไตวายเฉียบพลันหลังผ่าตัดหัวใจ อาจแบ่งตามช่วงเวลาที่เกิดได้เป็น 3 ระยะ คือ ระยะก่อนผ่าตัดเช่น มีอายุมาก^{3,8,11,12} เป็นเพศหญิง มีโรคร่วมเบาหวาน

โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง^{3,8,11} มี left ventricular ejection fraction (LVEF) น้อยกว่าร้อยละ 35 มีภาวะช็อกจากหัวใจ (cardiogenic shock) เช่น ผู้ป่วยบางรายที่ได้รับการใส่เครื่องพองการทำงานของหัวใจ (intra-aortic balloon pump: IABP)¹¹ ระยะผ่าตัด เช่น มีการใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียม (heart-lung machine) มีระยะเวลา aortic cross-clamp นาน รวมไปถึงภาวะความดันโลหิตต่ำ (hypotension) มีปริมาตรเลือดส่งออกจากหัวใจต่อนาทีต่ำ (low cardiac output) ในขณะผ่าตัด ซึ่งทั้งปัจจัยส่วนใหญ่ในระยะก่อนผ่าตัดและระยะผ่าตัดเป็นปัจจัยเสี่ยงที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ แตกต่างจากในระยะหลังผ่าตัดซึ่งเป็นปัจจัยที่สามารถจัดการได้ เช่น ภาวะปริมาตรเลือดส่งออกจากหัวใจต่อนาทีต่ำ (low cardiac output) มีภาวะความดันโลหิตต่ำ (hypo-perfusion) มีความต้องการใช้ยากระตุ้นการทำงานของหัวใจ (inotropic support and/or vasopressors)^{8,11,12} มีการติดเชื้อในกระแสเลือด (sepsis) มีการเสียเลือดมากหลังผ่าตัดที่ต้องได้รับการผ่าตัดแก้ไข (post-operative bleeding requiring re-exploration) เป็นต้น^{8,11}

พยาบาลในหอผู้ป่วยวิกฤตจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับภาวะไตวายเฉียบพลันหลังผ่าตัดหัวใจ ทั้งยังมีบทบาทสำคัญในประเมินภาวะเสี่ยงตั้งแต่ระยะก่อนผ่าตัด ระยะผ่าตัด ตลอดจนมีทักษะความรู้ในการดูแลผู้ป่วยพร้อมทั้งเฝ้าระวังปัจจัยเสี่ยงระยะหลังผ่าตัด ได้แก่ ภาวะ low cardiac output ภาวะความดันโลหิตต่ำ การติดเชื้อในกระแสเลือด เฝ้าระวังยาที่ผลต่อไต ให้การดูแลด้านโภชนาการ รวมทั้งให้การดูแลผู้ป่วยที่มีภาวะไตวายเฉียบพลันรุนแรงที่ได้รับการบำบัดทดแทนไต เพื่อลดความรุนแรงของภาวะไตวายเฉียบพลันให้ผู้ป่วยฟื้นหายจากภาวะไตวายเฉียบพลัน และป้องกันภาวะไตวายเรื้อรังในอนาคต บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอเกี่ยวกับ

พยาธิสรีรวิทยาของภาวะไตวายเฉียบพลันหลังผ่าตัดหัวใจ เกณฑ์การวินิจฉัย การรักษาและการพยาบาลผู้ป่วยที่มีภาวะไตวายเฉียบพลันหลังผ่าตัดหัวใจ เพื่อให้ผู้ป่วยฟื้นหายจากภาวะไตวายเฉียบพลัน และเพื่อป้องกันไม่ทำให้ผู้ป่วยที่มีภาวะไตวายเฉียบพลันเกิดภาวะไตวายเรื้อรังในอนาคต เป็นแนวทางสำหรับพยาบาลในหอผู้ป่วยวิกฤต นำไปใช้ในการดูแลผู้ป่วยให้มีประสิทธิภาพ

พยาธิสรีรวิทยาของภาวะไตวายเฉียบพลันหลังผ่าตัดหัวใจ (Pathophysiology of acute kidney injury after cardiac surgery)

เนื่องจากพยาธิสรีรวิทยาของภาวะไตวายเฉียบพลันหลังการผ่าตัดหัวใจ ยังคงเป็นประเด็นที่ซับซ้อนและยังเป็นที่เข้าใจกันไม่ครบถ้วน และอาจจะเกี่ยวข้องกับปัจจัยต่าง ๆ ที่หลากหลาย และแตกต่างกันในผู้ป่วยแต่ละคน ซึ่งอาจสามารถอธิบายกลไกการเกิด AKI ได้ดังนี้

1. ภาวะเลือดเลี้ยงไตลดลง (renal hypoperfusion) อันเกิดลักษณะจากการทำงานของเครื่องปอดและหัวใจเทียมในการช่วยการผ่าตัด โดยมีการส่งเลือดจากร่างกายผู้ป่วยเข้าสู่เครื่องปอดและหัวใจเทียมเพื่อแลกเปลี่ยนแก๊สและส่งเลือดแดงกลับสู่ร่างกายผู้ป่วยในรูปแบบ low-flow, low-pressure, non-pulsatile perfusion^{11,13} และมีการลดอุณหภูมิเลือดที่ส่งกลับไปเลี้ยงร่างกายผู้ป่วยเพื่อลดเมแทบอลิซึม ก่อให้เกิดภาวะอุณหภูมิร่างกายต่ำ (hypothermia) ทั้งในระหว่างและหลังการผ่าตัด⁶ ส่งผลให้เลือดไปเลี้ยงไตลดลง

ขณะใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียมเลือดของผู้ป่วยจะต้องสัมผัสกับพื้นผิวสังเคราะห์ภายนอกหลอดเลือด ทำให้เกิดการกระตุ้นกระบวนการอักเสบและปฏิกิริยาการแข็งตัวของเลือด จึงจำเป็นต้องได้รับยา heparin ซึ่งเป็นยาต้านการแข็งตัวของเลือด (anticoagulant) ส่งผลให้เลือดออกง่ายในระหว่างผ่าตัด

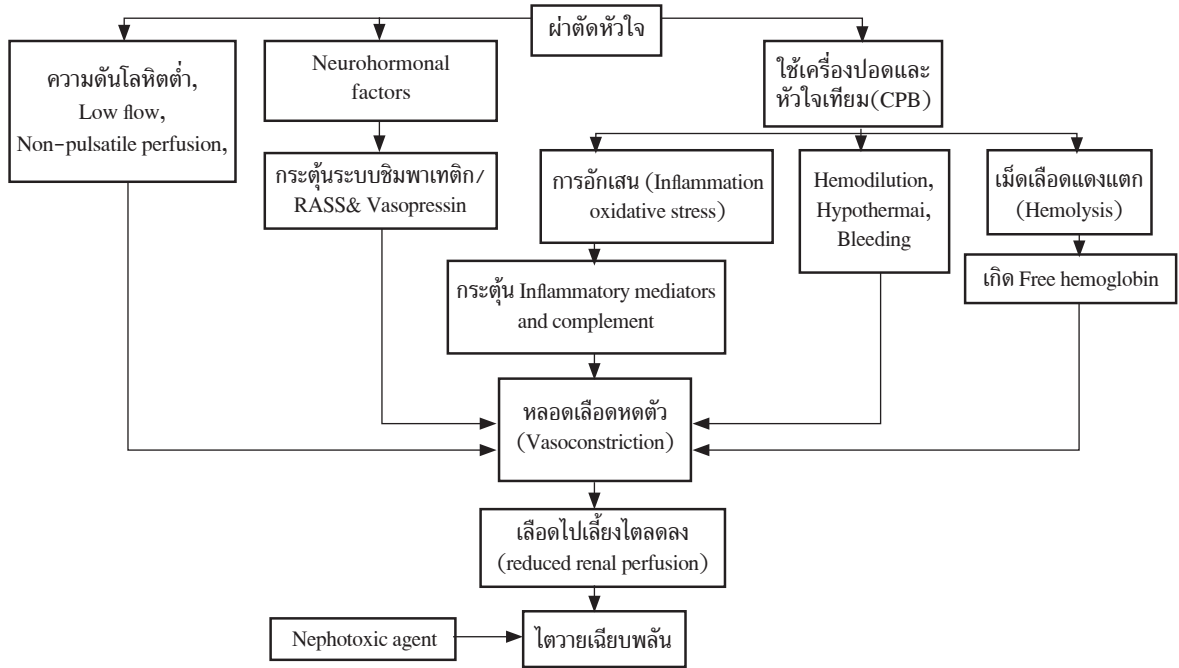
และหลังผ่าตัดหัวใจ ร่วมกับภายหลังการผ่าตัดผู้ป่วยยังมีภาวะเลือดออกง่ายจากกลไกอื่นอีก เช่น การเกิดภาวะ hemodilution⁶ การเสียหน้าที่ของเกล็ดเลือด ซึ่งหากเกิดภาวะเลือดออกมาก ส่งผลให้เกิดภาวะ hypovolemia ผู้ป่วยมีภาวะความดันโลหิตต่ำเกิดภาวะ low cardiac output ส่งผลมีเลือดไปเลี้ยงไตลดลง

นอกจากนี้การใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียมส่งผลให้เกิดภาวะเม็ดเลือดแดงแตกในกระแสโลหิต (intravascular hemolysis) เกิดเป็น free hemoglobin ซึ่งมีผลทำลายเยื่อบุผิวของไตโดยตรง (renal epithelium) เพิ่มการเกิดไนตริกออกไซด์ (nitric oxide) ในหลอดเลือด ส่งผลให้เลือดไปเลี้ยงไตลดลง¹¹

2. กระบวนการอักเสบและภาวะเครียดออกซิเดชัน (inflammation and oxidative stress) กระบวนการผ่าตัดส่งผลให้เนื้อเยื่อบาดเจ็บร่วมกับการใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียมส่งผลให้เกิดกระบวนการอักเสบ (multiple inflammatory pathway)^{11,13} ภาวะอักเสบทั่วร่างกาย (systemic inflammatory response syndrome) ทำให้เกิดกระตุ้นการสร้าง cytokine หลังผ่าตัดหัวใจซึ่งสัมพันธ์กับการเกิด AKI

การใช้เครื่องปอดและหัวใจเทียมเกิดภาวะเครียดออกซิเดชัน (oxidative stress) ส่งผลให้เนื้อเยื่อได้รับบาดเจ็บจากการแตกของเม็ดเลือดเกิด catalytic ion ทำลาย renal tubular epithelial cells โดยตรง¹¹

3. สารที่มีผลต่อไต (nephrotoxic agent) ได้แก่ กลุ่มยาปฏิชีวนะ (antibiotic) บางกลุ่ม ยาในกลุ่ม ACEI, ARBs และยาแก้ปวดกลุ่ม NSAIDs ส่งผลให้ renal efferent arteriolar vasodilation เกิดภาวะ AKI Neurohormonal factors กระตุ้นระบบซิมพาเทติก กระตุ้นไปยังระบบเรนินแองจิโอเทนซิน (Renin-Angiotensin-Aldosterone system: RAAS) และวาโซเพรสซิน (vasopressin) ส่งผลให้หลอดเลือดหดตัว (vasoconstriction) เลือดไปเลี้ยงไตได้ลดลง¹¹ (ดังภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 แสดงพยาธิสภาพของการเกิดภาวะไตวายเฉียบพลันหลังผ่าตัด^{6,11,13}

เกณฑ์การวินิจฉัยภาวะไตวายเฉียบพลัน

Acute Dialysis Quality Initiative (ADQI) group ได้เสนอเกณฑ์มาตรฐานในการวินิจฉัยภาวะไตวายเฉียบพลัน โดยแยกตามความรุนแรง 3 ระดับ คือ risk (R), injury (I) และ failure (F) รวมทั้งใช้ระยะเวลาของการสูญเสียการทำงานของไตในการบ่งบอกถึงผลลัพธ์ของโรค ได้แก่ loss (L) และ end stage kidney disease (E) เรียกว่า RIFLE criteria ต่อมาในปี พ.ศ. 2550 Acute Kidney Injury Network (AKIN) ได้ดัดแปลง RIFLE criteria เพื่อให้การวินิจฉัยภาวะไตวายเฉียบพลันให้ง่ายขึ้น โดยเรียกว่า AKIN criteria ซึ่งเปลี่ยนระยะ risk, injury, failure เป็น stage 1, 2, และ 3 ตามลำดับแทน และได้เสนอเกณฑ์การวินิจฉัยว่าภาวะไตวายเฉียบพลันคือ มีการ

เพิ่มขึ้นของค่าซีรัมครีเอตินินมากกว่าหรือเท่ากับ 0.3 mg/dl ภายใน 48 ชั่วโมง (โดยเปรียบเทียบกับวันแรกที่ผู้ป่วยเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล) โดยมีเกณฑ์ปริมาณปัสสาวะเช่นเดียวกับของ RIFLE criteria ล่าสุดในปี พ.ศ. 2555 Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO) ได้รวมเอา RIFLE criteria และ AKIN criteria เข้าด้วยกันเพื่อใช้ในการวินิจฉัยไตวายเฉียบพลัน (ดังตารางที่ 2)^{1,13} อีกทั้ง KDIGO Criteria ยังมีความจำเพาะเจาะจงในการประเมินภาวะไตวายเฉียบพลัน และสามารถทำนายอัตราการตายในโรงพยาบาลได้ดีกว่า RIFLE หรือ AKIN criteria จึงเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน⁶

ตารางที่ 2 เกณฑ์การวินิจฉัยภาวะไตวายเฉียบพลันโดยใช้ KDIGO criteria^{1,13}

Stage	Serum Cr criteria	Urine output criteria
1	1.5–1.9 times baseline or ≥ 0.3 mg/dl (≥ 26.5 mmol/l)	< 0.5 ml/kg/hour for 6–12 hours
2	2.0–2.9 times baseline	< 0.5 ml/kg/hour for ≥ 12 hours
3	3.0 times baseline or, Increase in serum creatinine to ≥ 4.0 mg/dl (≥ 353.6 mmol/l) or, Initiation of renal replacement therapy or, In patients < 18 years, decrease in eGFR to < 35 ml/min per 1.73 m ²	< 0.3 ml/kg/hour for ≥ 24 hours or anuria for ≥ 12 hours

การรักษาและการพยาบาลผู้ป่วยที่มีภาวะไตวายเฉียบพลันหลังผ่าตัดหัวใจในหอผู้ป่วยวิกฤต

การรักษาภาวะไตวายเฉียบพลันหลังผ่าตัดหัวใจเป็นการรักษาแบบประคับประคอง เพื่อป้องกันไม่ให้ไตเสียหายที่การทำงานมากขึ้น โดยมุ่งเน้นสาเหตุที่สามารถแก้ไขได้ ป้องกันและแก้ไขภาวะแทรกซ้อนต่างๆ ให้ไตของผู้ป่วยฟื้นหายจากภาวะไตวายเฉียบพลัน และเพื่อป้องกันภาวะไตวายเรื้อรังในอนาคต โดยมีหลักการดูแลรักษาและการพยาบาล ซึ่งสามารถแบ่งตามระยะเวลาการดูแลในหอผู้ป่วยวิกฤตได้ดังนี้

1. หลังผ่าตัด 6 ชั่วโมงแรก

ผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจในระยะ 6 ชั่วโมงแรก อาจมีภาวะแทรกซ้อนหลังการผ่าตัดที่ควรได้รับการเฝ้าระวังอย่างใกล้ชิด เช่นการเกิดภาวะ low cardiac output จากการเสียเลือดมากหลังผ่าตัดหัวใจ (active bleeding) หรือภาวะไม่สมดุลของสารน้ำในร่างกาย ส่งผลให้ปริมาณเลือดไปเลี้ยงบริเวณไตน้อยลงทำให้ผู้ป่วยเกิดภาวะไตวายเฉียบพลันหลังผ่าตัดหัวใจ⁶ โดยแพทย์จะพิจารณาให้ผู้ป่วยได้รับเลือดส่วนประกอบของเลือด หรือสารน้ำทดแทนด้วย crystalloid หรือ colloid เช่น albumin เป็นต้น^{1,14}

การพยาบาลผู้ป่วย

- ระวังรับผู้ป่วยกลับจากห้องผ่าตัดทันที พยาบาลในหอผู้ป่วยวิกฤตมีบทบาทสำคัญในการ

ประเมินผู้ป่วย (patient assessment) โดยซักประวัติผู้ป่วยจากวิสัญญีแพทย์¹⁵ ได้แก่ อายุ เพศ ประวัติโรคร่วมผู้ป่วย (โรคเบาหวาน โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง) LVEF ก่อนผ่าตัด ร่วมกับประวัติขณะผ่าตัด เช่น ระยะเวลาการบายพาสปอดและหัวใจ (cardiopulmonary bypass time) ระยะเวลาการหนีบหลอดเลือดแดงเอออร์ตา (aortic cross-clamp) ระยะเวลาหยุดระบบไหลเวียนเลือดทั้งร่างกาย (circulatory arrest time) และภาวะอาการผู้ป่วยอื่นๆ ได้แก่ ภาวะความดันโลหิตต่ำ (hypotension) ภาวะปริมาตรเลือดส่งออกจากหัวใจต่อนาทีต่ำ (low cardiac output state) เป็นต้น เพื่อประเมินปัจจัยเสี่ยงเบื้องต้น หากพบว่าผู้ป่วยมีปัจจัยเสี่ยงส่งผลให้ผู้ป่วยเกิด AKI รายงานแพทย์ทันที

- ดูแลวัดสัญญาณชีพผู้ป่วยทุก 30 นาที ใน 6 ชั่วโมงแรกหลังผ่าตัด หรือจนกระทั่งผู้ป่วยมีสัญญาณชีพคงที่ หลังจากนั้นวัดสัญญาณชีพทุก 1 ชั่วโมง พร้อมทั้งประเมินปัจจัยที่ส่งผลให้ผู้ป่วยมีภาวะ AKI โดยการทำการ invasive monitoring เพื่อติดตามค่า hemodynamic ต่างๆ ได้แก่ ค่าความดันหลอดเลือดดำส่วนกลาง (central venous pressure: CVP) ค่าความดันเลือดแดงเฉลี่ย (MAP) ปริมาตรเลือดส่งออกจากหัวใจต่อนาที (cardiac output) หากผู้ป่วยมีภาวะเลือดออกมากหลังผ่าตัด (active bleeding) คือการสูญเสียเลือดมากกว่า 200 mL/hr ภาวะความดันโลหิตต่ำ (MAP

น้อยกว่า 60 mmHg) หรือมีภาวะ low cardiac output ให้รายงานแพทย์ที่ดูแลรับทราบทันที

- หากผู้ป่วยมีภาวะ low cardiac output จากภาวะขาดน้ำ หรือมีภาวะ hypovolemia ดูแลให้ผู้ป่วยได้รับสารน้ำประเภท crystalloid หรือ colloid เช่น albumin หากมีภาวะเลือดออกมาก (active bleeding) ควรดูแลให้ได้รับเลือด ส่วนประกอบของเลือดทดแทน^{1,14,15} เพื่อรักษาให้ค่า MAP อยู่ในช่วง 65-70 mmHg¹⁶ และเพิ่มเป็น 80-85 mmHg ในกรณีผู้ป่วยมีโรคร่วม ความดันโลหิตสูงก่อนผ่าตัดเพื่อเพิ่มปริมาณเลือดที่มาเลี้ยงไต (renal blood flow) ลดระยะเวลาขาดเลือด (reduce ischemic time) และป้องกันการพัฒนาเข้าไปสู่ระยะ intra renal failure^{15,17}

- ถ้าผู้ป่วยมีภาวะเลือดออกมากหลังผ่าตัด ควรส่งเลือดเพื่อดูค่าความผิดปกติของการแข็งตัวของเลือด ถ้ามีภาวะผิดปกติควรได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน หรือดูแลให้ผู้ป่วยได้รับยาแก้ฤทธิ์ของ Heparin ที่ผู้ป่วยได้รับขณะผ่าตัดคือ protamine ตามแผนการรักษา

- ดูแลรักษาอุณหภูมิร่างกายด้วยการให้ความอบอุ่น (keep warm) เพื่อให้อุณหภูมิร่างกายอยู่ในช่วง 36-37 องศาเซลเซียส เพื่อเพิ่มการขยายตัวของหลอดเลือดให้นำเลือดไปเลี้ยงหลอดเลือดส่วนปลายให้ดีขึ้น รวมถึงลดปัจจัยที่ทำให้เกิดภาวะเลือดออกมากหลังผ่าตัดจากภาวะการแข็งตัวของเลือดผิดปกติ

- ดูแลติดตามผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ค่าความสมบูรณ์เม็ดเลือด ค่าการแข็งตัวของเลือด ค่าแก๊สในเลือดแดง ติดตามค่า serum creatinine และเกลือแร่ (electrolytes) เพื่อเฝ้าระวังภาวะแทรกซ้อนภาวะกรด-ด่างและค่าเกลือแร่ที่ผิดปกติของร่างกาย

- หากผู้ป่วยจำเป็นต้องได้รับยาในกลุ่ม ACEI, ARBs⁷ ยาแก้ปวดกลุ่ม NSAIDs¹⁶ และกลุ่มยาปฏิชีวนะ บางกลุ่ม เช่น aminoglycosides, amphotericin และ vancomycin ควรแจ้งให้แพทย์ทราบถึงค่า serum creatinine เป็นระยะ เพื่อพิจารณาปรับขนาดของยาตามประสิทธิภาพการทำงานของไต หรือเปลี่ยนเป็นยาชนิดอื่นทดแทน

2. หลังผ่าตัด 24 ชั่วโมงแรก

ผู้ป่วยอาจเกิดภาวะความดันโลหิตต่ำได้ในช่วง 24 ชั่วโมงแรกหลังผ่าตัดหัวใจ ซึ่งแพทย์จะพิจารณาให้ยาเพิ่มความดันโลหิตเพื่อคงความดันเลือดเลี้ยงไตให้เพียงพอ สำหรับผู้ป่วยที่มีภาวะน้ำเกิน (fluid overload) หลังผ่าตัด แพทย์จะพิจารณาให้ยาขับปัสสาวะเพื่อช่วยลดภาวะน้ำเกิน^{11,18} และช่วยป้องกันไม่ให้เกิด tubular epithelium ที่หลุดลอกไปอุดตัน ท่อไต ทำให้การใช้ออกซิเจน (oxygen consumption) บริเวณ renal medulla ลดลง และช่วยเพิ่มปริมาณเลือดไปเลี้ยงที่ไตให้มากขึ้น¹ ร่วมกับหลีกเลี่ยงการใส่ยาที่มีผลทำให้การทำงานของไตแย่ลง รวมถึงประเมินภาวะโภชนาการที่เหมาะสมร่วมด้วย

การพยาบาลผู้ป่วย

- ดูแลวัดสัญญาณชีพผู้ป่วยทุก 1 ชั่วโมง หากพบว่าผู้ป่วยมีค่าความดันเลือดแดงเฉลี่ยต่ำกว่า 65 mmHg รายงานแพทย์ทันที พร้อมทั้งดูแลให้ผู้ป่วยได้รับยากระตุ้นความดันโลหิต และปรับยากระตุ้นความดันโลหิตให้ผู้ป่วยตามแผนการรักษา

- ประเมินอาการและอาการแสดงจากการมีปัสสาวะออกน้อย (oliguria) เช่น ภาวะสารน้ำเกินในร่างกาย (fluid overload) ภาวะบวมกดบุ๋ม (pitting edema) ภาวะบวมส่วนปลาย (peripheral edema) อัตราการเต้นหัวใจเร็ว (tachycardia) หายใจเร็ว หอบเหนื่อย ค่า CVP สูงขึ้น และน้ำหนักผู้ป่วยเพิ่มขึ้นเป็นต้น¹⁷

- ติดตามค่า serum creatinine ร่วมกับค่าแก๊สในเลือดแดง อย่างน้อยวันละหนึ่งครั้ง และประเมินปริมาณปัสสาวะทุกชั่วโมง หากปริมาณปัสสาวะน้อยกว่า 0.5 ml/hr. ให้รายงานแพทย์¹¹

- ดูแลชั่งน้ำหนักตัวผู้ป่วย ติดตามปริมาณน้ำเข้าและออกจากตัวผู้ป่วย รวมถึงจำกัดน้ำตามคำสั่งการรักษา¹⁷

- เฝ้าระวังสารที่ผู้ป่วยได้รับหลังผ่าตัดหัวใจที่มีผลต่อไต (nephrotoxic agent)^{11,19} หากพบว่าผู้ป่วยได้รับยาดังกล่าว ควรแจ้งให้แพทย์ทราบทันที

- ดูแลคัดกรองและประเมินภาวะโภชนาการภายใน 24-48 ชั่วโมง ผู้ป่วยที่มีภาวะ AKI มีความจำเป็นต้องได้รับพลังงานที่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกายจำนวน 25-35 kcal/Ideal body weight/day ซึ่งผู้ป่วยควรได้รับโปรตีน 0.8-1.0 g/ Ideal body weight/day และควรได้รับปริมาณโปรตีน 1.5-2.5g/ Ideal body weight/day สำหรับผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วยวิธี CRRT หรือมีภาวะ hypercatabolic state พร้อมทั้งติดตามค่าระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์ 150-180 mg/dl²⁰ เนื่องจากผู้ป่วยที่มีภาวะ AKI หลังผ่าตัดมักมีภาวะการดื้ออินซูลิน หากพบว่าผู้ป่วยมีค่าระดับน้ำตาลไม่อยู่ในเกณฑ์ รายงานแพทย์

3. หลังผ่าตัด 72 ชั่วโมงแรก

ขณะเข้ารับการรักษาในหอผู้ป่วยวิกฤตหลังผ่าตัด 72 ชั่วโมงแรก ผู้ป่วยมีภาวะเสี่ยงติดเชื้อ ซึ่งการติดเชื้อหลังผ่าตัดหัวใจเป็นอีกสาเหตุสำคัญที่ส่งเสริมให้ผู้ป่วยเกิดภาวะ AKI กรณีผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจมีภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด (sepsis) ร่วมด้วย แพทย์จะพิจารณาใช้ยาเพื่อรักษาภาวะความดันโลหิตต่ำ เช่น norepinephrine^{1,16} และใช้ dopamine¹⁶ ต่อเนื่องจากในระยะผ่าตัดในขนาดต่ำ (2 µg/kg/min) เพื่อป้องกันภาวะไตวายเฉียบพลัน²¹ พร้อมทั้งพิจารณาให้ยาฆ่าเชื้อ

ภายหลังให้การรักษาผู้ป่วยแล้วพบว่า ผู้ป่วยมีภาวะไตวายเฉียบพลันรุนแรง (AKI stage 2-3) แพทย์โรคไตจะพิจารณาให้ผู้ป่วยได้รับการรักษาด้วยวิธีการบำบัดทดแทนไต^{1,11,19} ได้แก่ การฟอกไตโดยใช้เครื่องไตเทียมชนิด intermittent hemodialysis (IHD), การทำ sustained low efficiency dialysis (SLED), การล้างไตทางช่องท้อง (acute peritoneal dialysis) และการทำ continuous renal replacement therapies (CRRT) ซึ่งพบว่าในปัจจุบันนิยมใช้วิธี CRRT มากที่สุดในกรณีผู้ป่วยมีพลวัตของระบบไหลเวียนเลือดไม่คงที่ (hemodynamic instability)^{11,18}

การพยาบาลผู้ป่วย

- ดูแลวัดสัญญาณชีพผู้ป่วยทุก 1 ชั่วโมง พร้อมทั้งติดตามผลตรวจทางห้องปฏิบัติการ เช่น ค่าความสมบูรณ์เม็ดเลือด หากพบว่าผู้ป่วยมีไข้ ค่าเม็ดเลือดขาว (white blood cell) เพิ่มขึ้น ควรรายงานแพทย์เพื่อเก็บเสมหะ เลือด และปัสสาวะส่งตรวจ¹⁵

- ดูแลให้ผู้ป่วยได้รับยาปฏิชีวนะตามคำสั่งการรักษา พร้อมทั้งลดปัจจัยที่ส่งเสริมให้ผู้ป่วยเกิดติดเชื้อเพิ่มขึ้น โดยให้การพยาบาลอย่างมีมาตรฐานล้างมือก่อนและหลังให้การพยาบาลทุกครั้ง

- ดูแลให้ผู้ป่วยได้รับยา norepinephrine^{1,16} หรือ dopamine¹⁶ เพื่อรักษาความดันโลหิต (MAP ≥ 65 mmHg) ตามแผนการรักษา

- ติดตามภาวะเลือดเป็นกรด (metabolic acidosis)^{15,17,22,23} โดยติดตามประเมินค่าแก๊สในเลือดแดง (artery blood gas: ABG) ค่า pH ≤ 7.35 ติดตามค่า SpO₂ level และ oxygen saturation ดูแลให้ผู้ป่วยได้รับออกซิเจนที่เพียงพอ และรายงานแพทย์ทันที หากพบว่าผู้ป่วยภาวะเลือดเป็นกรดมาก (metabolic acidosis pH < 7.1) ซึ่งเป็นข้อบ่งชี้ต้องได้รับการบำบัดทดแทนไต^{15,17,22}

- ติดตามและเฝ้าระวังภาวะไม่สมดุลของเกลือแร่ในร่างกาย (electrolyte management)^{15,17,23} โดยติดตามระดับโซเดียม (Na^+), โพแทสเซียม (K^+) ติดตามและเฝ้าระวังการทำหน้าที่ของหัวใจ เนื่องจากการที่เลือดมีค่าโพแทสเซียมสูง ($\text{K}^+ > 4.5$) อาจส่งผลให้เกิดความผิดปกติของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (EKG) เช่น คลื่นไฟฟ้าหัวใจมี T wave สูง หรือ ST segment depression หรือ PR interval ยาว (PR interval > 0.2 seconds) และอาจนำไปสู่การเกิด ventricular fibrillation และหัวใจหยุดเต้น (cardiac arrest) ได้^(15, 17)

- ดูแลให้การพยาบาลก่อนการบำบัด CRRT²⁴ พยาบาลเตรียมความพร้อมผู้ป่วยด้านร่างกาย โดยการประเมินสัญญาณชีพ เตรียมผลค่า serum creatinine ค่าความสมบูรณ์เม็ดเลือด และการแข็งตัวของเลือด ทางด้านจิตใจอธิบายให้ผู้ป่วยและญาติเข้าใจวัตถุประสงค์ การรักษา พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ซักถาม และตัดสินใจ พร้อมทั้งช่วยเหลือแพทย์เพื่อเตรียมเส้นล้างไต และเตรียมอุปกรณ์สำหรับการทำ CRRT และดูแลให้ผู้ป่วยได้รับการรักษาด้วยวิธี CRRT

- ดูแลให้การพยาบาลผู้ป่วยขณะบำบัด พยาบาลมีหน้าที่ประเมินอาการเปลี่ยนแปลงขณะทำ CRRT โดยสังเกตและบันทึกระดับความรู้สึกตัว บันทึกสัญญาณชีพทุก 15 นาที ใน 1 ชั่วโมงแรก หลังจากนั้น ประเมินสัญญาณชีพทุก 1 ชั่วโมง ซึ่งขณะทำ CRRT ผู้ป่วยอาจมีภาวะความดันโลหิตต่ำได้ หากพบว่าขณะบำบัดผู้ป่วยมีความดันโลหิตต่ำ ควรประเมินการให้สารน้ำทดแทนและการดึงสารน้ำออกจากร่างกาย²⁴ ปรับ mode ของการรักษาปริมาณการดึงน้ำ (net ultrafiltration: UF) ตามคำสั่งการรักษา^{24,25} เนื่องจากหากดึงน้ำในร่างกายมากเกินไปจะทำให้ผู้ป่วยอยู่ในภาวะขาดน้ำ เลือดไปเลี้ยงไตน้อยลง หรือการดึงน้ำน้อยเกินไปจะทำให้ผู้ป่วยอยู่ในภาวะน้ำเกิน ซึ่งจะยิ่งส่งเสริมให้

ภาวะไตวายเฉียบพลันแย่ลง รวมทั้งติดตามอุณหภูมิของร่างกาย โดยการบันทึกอุณหภูมิทุก 4 ชั่วโมง โดยรักษาอุณหภูมิร่างกายอยู่ในช่วง 36–37 องศาเซลเซียส²⁴ ติดตามผลตรวจทางห้องปฏิบัติการ ได้แก่ serum creatinine อิเล็กโทรไลต์ แคลเซียม ฟอสเฟต แมกนีเซียม เพื่อดูระดับแร่ธาตุในร่างกาย ติดตามระดับน้ำตาลในเลือดทุก 8–12 ชั่วโมง และบันทึกปริมาณน้ำเข้า-ออกทุก 4 ชั่วโมง เพื่อเฝ้าระวังภาวะปริมาณน้ำไม่สมดุลต่อความต้องการของร่างกาย

- ดูแลให้การพยาบาลผู้ป่วยหลังบำบัด เมื่อการฟื้นตัวของไตกลับมาทำหน้าที่ได้ดีพยาบาลมีหน้าที่เตรียมอุปกรณ์และคืนเลือด บันทึกปริมาณสารน้ำที่ดึงออกและสัญญาณชีพหลังสิ้นสุดการบำบัด พร้อมทั้งติดตามผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการต่าง ๆ²⁴

สรุป

ภาวะไตวายเฉียบพลันเป็นภาวะแทรกซ้อนที่พบได้บ่อยภายหลังผ่าตัดหัวใจ ส่งผลให้ผู้ป่วยหลังผ่าตัดมีอัตราการเสียชีวิตสูง มีระยะการรักษาตัวในโรงพยาบาลยาวนาน และเพิ่มค่ารักษาพยาบาล กระทบต่อผู้ป่วยและครอบครัว ผู้ป่วยที่มีภาวะไตวายเฉียบพลันหลังผ่าตัดหัวใจจึงมีความจำเป็นต้องได้รับการดูแลรักษาอย่างรวดเร็ว พยาบาลในหอผู้ป่วยวิกฤตเป็นผู้ดูแลใกล้ชิดผู้ป่วยจึงมีบทบาทสำคัญในการดูแลผู้ป่วย ดังนั้นจึงควรเข้าใจถึงพยาธิสรีรวิทยาของภาวะไตวายเฉียบพลันหลังผ่าตัดหัวใจ ปัจจัยส่งเสริมภาวะไตวายเฉียบพลันหลังผ่าตัดที่ป้องกันได้ เกณฑ์การวินิจฉัย การรักษาและการพยาบาลผู้ป่วยที่มีภาวะ AKI หลังผ่าตัดหัวใจ โดยให้การพยาบาลผู้ป่วยทันทีหลังรับไว้ในความดูแลในหอผู้ป่วยวิกฤต ตั้งแต่ประเมินปัจจัยเสี่ยงภาวะ AKI ในระยะก่อนผ่าตัด ระยะผ่าตัด ตลอดจนมีทักษะความรู้ในการดูแลผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจ เฝ้าระวังปัจจัยเสี่ยงระยะหลังผ่าตัด ป้องกันและแก้ไขภาวะแทรกซ้อนที่

สำคัญในระยะ 6 ชั่วโมงแรกหลังผ่าตัด โดยมุ่งเน้นสาเหตุที่สามารถแก้ไขได้ ได้แก่ ภาวะ low cardiac output ภาวะความดันโลหิตต่ำ เฝ้าระวังยาที่ผลต่อไต ในระยะ 24 ชั่วโมงแรกหลังผ่าตัด ให้การดูแลเพื่อป้องกันภาวะความดันโลหิตต่ำ เฝ้าระวังภาวะน้ำเกิน และให้การดูแลด้านโภชนาการที่เหมาะสม ตลอดจนให้การดูแลเรื่องการติดเชื้อในช่วง 72 ชั่วโมงแรกหลังผ่าตัด ร่วมกับการดูแลผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วยวิธีการบำบัดทดแทนไตด้วยวิธี CRRT ซึ่งอาจมีภาวะแทรกซ้อนร่วมด้วย พยาบาลในหอผู้ป่วยวิกฤตมีบทบาทสำคัญ ในการช่วยประเมินและจัดการการให้สารน้ำ เกลือแร่ทดแทน ภาวะไม่สมดุลของกรดต่าง ปรับปริมาณการดื่มน้ำตามคำสั่งการรักษา รวมถึงดูแลการทำงานของเครื่องล้างไตทดแทนให้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งหากผู้ป่วยได้รับการดูแลใกล้ชิดในหอผู้ป่วยวิกฤตที่เหมาะสม จะทำให้ผู้ป่วยพ้นภัยจากภาวะไตวายเฉียบพลัน และป้องกันไม่ให้อาการเกิดภาวะไตวายเรื้อรังในอนาคตได้

References

1. Srisawat N, Tungsanga K. Acute kidney injury. Journal of The Department of Medical Services. 2017;42(6):64-8. (in Thai)
2. Silva TF, Cruz Silva KR, Nepomuceno CM, Corrêa CSM, Godoy JPM, dos Santos ATL, et al. Incidence of acute kidney injury post cardiac surgery: a comparison of the AKIN and KDIGO criteria. Braz J Anesthesiol. 2021. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2021.02.016>
3. Leballo G, Moutlana HJ, Muteba MK, Chakane PM. Factors associated with acute kidney injury and mortality during cardiac surgery. Cardiovasc J Afr. 2020;31(4):205-12.
4. Alshaikh HN, Katz NM, Gani F, Nagarajan N, Canner JK, Kacker S, et al. Financial impact of acute kidney injury after cardiac operations in the United States. Ann Thorac Surg. 2018;105(2):469-75.
5. Petäjä L, Vaara S, Liuhanen S, Suojäranta-Ylinen R, Mildh L, Nisula S, et al. Acute kidney injury after cardiac surgery by complete KDIGO criteria predicts increased mortality. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2017;31(3):827-36.
6. Chew STH, Hwang NC. Acute kidney injury after cardiac surgery: A narrative review of the literature. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2019;33(4):1122-38.
7. Vives M, Hernandez A, Parramon F, Estanyol N, Pardina B, Muñoz A, et al. Acute kidney injury after cardiac surgery: prevalence, impact and management challenges. Int J Nephrol Renovasc Dis. 2019;12:153-66.
8. Hoste EA, Kellum JA, Selby NM, Zarbock A, Palevsky PM, Bagshaw SM, et al. Global epidemiology and outcomes of acute kidney injury. Nat Rev Nephrol. 2018;14(10):607-25.
9. Zou H, Hong Q, Gaosi X. Early versus late initiation of renal replacement therapy impacts mortality in patients with acute kidney injury post cardiac surgery: a meta-analysis. Crit Care. 2017;21(1):1-10.
10. Chew STH, Ng RRG, Liu W, Chow KY, Ti LK. Acute kidney injury increases the risk of end-stage renal disease after cardiac surgery in an Asian population: a prospective cohort study. BMC Nephrol. 2017;18(1):1-8.
11. Wang Y, Bellomo R. Cardiac surgery-associated acute kidney injury: risk factors, pathophysiology and treatment. Nat Rev Nephrol. 2017;13(11):697-711.
12. Ramos KA, Dias CB. Acute kidney injury after cardiac surgery in patients without chronic kidney disease. Braz J Cardiovasc Surg 2018;33(5):454-61

13. Djordjević A, Šušak S, Velicki L, Antoniĉ M. Acute kidney injury after open-heart surgery procedures. *Acta Clin Croat.* 2021;60(1.):120-6.
14. Ostermann M, Liu K, Kashani K. Fluid management in acute kidney injury. *Chest.* 2019;156(3):594-603.
15. Dushimiyimana V. Knowledge of nurses in the early detection and management of acute kidney injury in a selected hospital in Rwanda [Dissertation]. Kigali: University of Rwanda; 2017.
16. Joannidis M, Druml W, Forni L, Groeneveld A, Honore P, Hoste E, et al. Prevention of acute kidney injury and protection of renal function in the intensive care unit: update 2017. *Intensive Care Med.* 2017;43(6):730-49.
17. Murphy F, Byrne G. The role of the nurse in the management of acute kidney injury. *Br J Nurs.* 2010;19(3):146-52.
18. Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Acute Kidney Injury Work Group. KDIGO clinical practice guideline for acute kidney injury. *Kidney int Suppl.* 2012; 2: 1-138.
19. Gumbert SD, Kork F, Jackson ML, Vanga N, Ghebremichael SJ, Wang CY, et al. Perioperative acute kidney injury. *Anesthesiology.* 2020;132(1):180-204.
20. Jiwakanon S, Warodomwichit D, Supasyndh O, Chattranukulchai P, Pitprasert V, Nongnuch A, et al. Clinical practice recommendations for nutritional management in adult kidney patients 2018. *The Thai Journal of Parenteral and Enteral Nutrition.* 2020;28(2):18-67. (in Thai)
21. Chen X, Huang T, Cao X, Xu G. Comparative efficacy of drugs for preventing acute kidney injury after cardiac surgery: a network meta-analysis. *Am J Cardiovasc Drugs.* 2018;18(1):49-58.
22. Ahmed AR, Obilana A, Lappin D. Renal replacement therapy in the critical care setting. *Crit Care Res Pract.* [internet]. 2019 [cited 2021 Mar 1]; 1-11. Available from: <https://doi.org/10.1155/2019/6948710>
23. Melo GAA, Silva RA, Galindo Neto NM, Lima MAD, Machado MdFAS, Caetano JÁ. Knowledge and care practice of nurses of intensive care units regarding acute kidney injury. *Texto Contexto Enferm.* 2020;29:e20190122. doi: 10.1590/1980-265X-TCE-2019-0122.
24. Niyomwit K, Wannachot J. Nursing care for critically ill children with acute kidney injury using continuous venovenous hemofiltration. *Journal of Phrapokklao Nursing College.* 2016; 27(2):149-59. (in Thai)
25. Bourbonnais FF, Slivar S, Malone-Tucker S. Caring for patients on CRRT--Key safety concerns identified by nurses. *Can J Crit Care Nurs.* 2020;31(2):13-9.