

Incidence, Associated Factors, and Clinical Prediction Criteria of Septicemia in End-Stage Renal Disease Patients Undergoing Hemodialysis at Wichian Buri Hospital, Phetchabun Province, Thailand

Kwansuphang Wongwatanasanti

Division of Nephrology, Department of Medicine, Wichianburi Hospital, Phetchabun Province, Thailand

Article info: Received: April 1, 2025 | Revised: May 11, 2025 | Accepted: August 22, 2025

Abstract

Septicemia is a major complication among patients with end-stage renal disease (ESRD) receiving hemodialysis. This study aimed to determine the incidence, identify risk factors, and develop a clinical prediction criterion for septicemia in this population. A retrospective cohort study was conducted by reviewing medical records of 149 ESRD patients who underwent hemodialysis at Wichian Buri Hospital between October 2021 and September 2024. Data included demographic characteristics, comorbidities, dialysis duration, type and duration of vascular access, and laboratory parameters. Descriptive statistics and univariate and multivariate logistic regression analyses were performed, with significance defined as p -value <0.05 . The overall incidence of septicemia was 18.0 per 100 patient-years, lowest among those with arteriovenous fistula (14.0 per 100 patient-years) and highest in patients with non-tunneled cuffed catheters (115.3 per 100 patient-years). Independent risk factors were hemodialysis performed outside the hospital (Adj. OR 3.54, $p=0.003$) and serum albumin ≤ 3.5 mg/dL (Adj. OR 4.34, $p=0.002$), while age >65 years (Adj. OR 0.27, $p=0.004$) and hematocrit $\leq 25\%$ (Adj. OR 0.29, $p=0.01$) were protective factors. A clinical prediction score derived from β coefficients was established: age >65 years = -1, outpatient dialysis = +1, albumin ≤ 3.5 mg/dL = +1, and hematocrit $\leq 25\%$ = -1. The score stratified patients into low, moderate, and high-risk groups. Apparent validation showed the highest AUC of 0.74 at cutoff ≥ 1 . In conclusion, patients with ESRD on hemodialysis have an increased risk of septicemia, particularly those receiving dialysis outside the hospital and with low serum albumin. A clinical prediction criterion may help identify high-risk patients for early prevention, but further validation is needed.

Keywords: Septicemia, End-stage renal disease, Hemodialysis, Clinical prediction criteria

Corresponding Author: Kwansuphang Wongwatanasanti **Email:** kwansuphang@gmail.com

อุบัติการณ์ ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ และเกณฑ์การทำนายทางคลินิกของการติดเชื้อในกระแสเลือดในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่ได้รับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม โรงพยาบาลวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์

ขวัญศุภางค์ ว่องวัฒนาสานติ

หน่วยโรคไต แผนกอายุรกรรม โรงพยาบาลวิเชียรบุรี

การรับบทความ: วันที่รับ: 1 เมษายน 2568 | วันที่แก้ไข: 11 พฤษภาคม 2568 | วันที่ตอบรับ: 22 สิงหาคม 2568

บทคัดย่อ

ภาวะติดเชื้อในกระแสเลือดเป็นภาวะแทรกซ้อนที่สำคัญในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่ได้รับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินอุบัติการณ์ ระบุปัจจัยเสี่ยง และพัฒนาเกณฑ์ทำนายทางคลินิกของการติดเชื้อในกระแสเลือดในผู้ป่วยฟอกเลือด ทำการศึกษาแบบ Retrospective cohort โดยทบทวนเวชระเบียนผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่มารับบริการฟอกเลือด ณ โรงพยาบาลวิเชียรบุรี ระหว่างตุลาคม 2564 ถึง กันยายน 2567 จำนวน 149 ราย ข้อมูลประกอบด้วยข้อมูลประชากร โรคประจำตัว ระยะเวลาการฟอกเลือด ชนิดและระยะเวลาการใช้เส้นฟอกเลือด และผลตรวจทางห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา และถดถอยโลจิสติก ทั้งแบบเดี่ยวและพหุ โดยกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ $p\text{-value} < 0.05$ พบว่า อุบัติการณ์การติดเชื้อในกระแสเลือดรวมอยู่ที่ 18.0 ต่อ 100 คน-ปี ต่ำที่สุดในผู้ใช้ AVF (14.0 คน-ปี) และสูงสุดในผู้ใช้ NTCC (115.3 คน-ปี) ปัจจัยที่เพิ่มความเสี่ยงได้แก่ การฟอกเลือดนอกโรงพยาบาล (Adj. OR 3.54, $p=0.003$) และระดับอัลบูมิน ≤ 3.5 mg/dL (Adj. OR 4.34, $p=0.002$) ขณะที่อายุ > 65 ปี (Adj. OR 0.27, $p=0.004$) และ Hematocrit $\leq 25\%$ (Adj. OR 0.29, $p=0.01$) ลดความเสี่ยง เกณฑ์ทำนายทางคลินิกที่พัฒนาจาก β coefficients ได้แก่ อายุ > 65 ปี = -1 คะแนน, ฟอกเลือดนอกโรงพยาบาล = +1 คะแนน, อัลบูมิน ≤ 3.5 mg/dL = +1 คะแนน และ Hematocrit $\leq 25\%$ = -1 คะแนน เมื่อรวมคะแนนสามารถจำแนกผู้ป่วยเป็นกลุ่มความเสี่ยงต่ำ ปานกลาง และสูง โดยตรวจสอบความเสถียรของโมเดลด้วย Apparent validation พบ AUC สูงสุด 0.74 ที่ cutoff ≥ 1 ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่ฟอกเลือดมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อในกระแสเลือดสูง ปัจจัยเสี่ยงสำคัญได้แก่ การฟอกเลือดนอกโรงพยาบาลและอัลบูมินต่ำ และเกณฑ์ทำนายทางคลินิกสามารถช่วยคัดกรองผู้ป่วยกลุ่มเสี่ยงเพื่อวางแผนมาตรการป้องกันล่วงหน้าได้ อย่างไรก็ตาม ควรมีการยืนยันในประชากรอื่นเพิ่มเติมก่อนนำไปใช้

คำสำคัญ: ภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด, โรคไตเรื้อรังระยะสุดท้าย, การฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม, เกณฑ์ทำนายทางคลินิก

ผู้รับผิดชอบบทความ: ขวัญศุภางค์ ว่องวัฒนาสานติ

Email: kwansuphang@gmail.com

บทนำ

ภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด (Septicemia) เป็นภาวะแทรกซ้อนที่สำคัญในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่ได้รับการรักษาด้วยการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม (Hemodialysis) เนื่องจากสัมพันธ์กับอัตราการเจ็บป่วยและอัตราการเสียชีวิตที่สูงอย่างมีนัยสำคัญ สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรีย โดยเฉพาะ *Staphylococcus aureus* ซึ่งเป็นเชื้อก่อโรคที่พบบ่อยในผู้ป่วยกลุ่มนี้ โดยช่องทางสำคัญของการติดเชื้อ ได้แก่ การใช้สายสวนหลอดเลือด (Catheter-Related Bloodstream Infection: CRBSI) อันเนื่องมาจากการเข้าถึงหลอดเลือดเพื่อทำการฟอกเลือด [1]

ข้อมูลจาก United States Renal Data System (USRDS) รายงานว่า อุบัติการณ์ของการติดเชื้อในผู้ป่วยฟอกเลือดอยู่ที่ 12.66 ครั้งต่อ 100 patient - years โดยพบอุบัติการณ์สูงสุดในผู้ป่วยที่ใช้สายสวนหลอดเลือดดำ (Central Venous Catheter: CVC) [2] ในขณะที่ข้อมูลจากการศึกษาในประเทศไทย พบอุบัติการณ์ของการติดเชื้อในผู้ป่วยฟอกเลือดอยู่ที่ 1.05 ครั้งต่อ 100 patient-months [3] ซึ่งแสดงให้เห็นถึงภาระทางสุขภาพของปัญหาดังกล่าวที่มีอยู่ในระบบบริการสุขภาพของประเทศเช่นกัน

ปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด ได้แก่ อายุที่เพิ่มขึ้น โรคเบาหวาน ระดับอัลบูมินในเลือดต่ำ การใช้สายสวนหลอดเลือดดำสำหรับการฟอกเลือด และการนำตัวกรองเลือดกลับมาใช้ซ้ำ [1,5] อย่างไรก็ตาม ปัจจัยเสี่ยงและอุบัติการณ์การติดเชื้ออาจแตกต่างกันไปตามบริบทของแต่ละสถานพยาบาลและลักษณะประชากรผู้ป่วย

แม้ว่าจะมีงานวิจัยจำนวนหนึ่งที่ศึกษาปัจจัยเสี่ยงและอุบัติการณ์การติดเชื้อในผู้ป่วยฟอกเลือดในระดับประเทศและนานาชาติ แต่ข้อมูลเฉพาะที่ครอบคลุมบริบทในโรงพยาบาลขนาดกลาง เช่น โรงพยาบาลวิเชียรบุรี ยังมีจำกัดอย่างมาก นอกจากนี้ ยังขาดการศึกษาที่มุ่งเน้นการพัฒนาเครื่องมือพยากรณ์การติดเชื้อที่เหมาะสมกับบริบทและลักษณะประชากรผู้ป่วยในพื้นที่ ซึ่งเป็นกุญแจสำคัญในการป้องกันและลดภาวะแทรกซ้อนที่เกิดจากการติดเชื้อในกลุ่มผู้ป่วยนี้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินอุบัติการณ์การติดเชื้อในกระแสเลือดของผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม ณ โรงพยาบาลวิเชียรบุรี ในช่วงปี พ.ศ. 2565 ถึง พ.ศ. 2567
2. เพื่อระบุปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดการติดเชื้อในกระแสเลือดของผู้ป่วยฟอกเลือดในโรงพยาบาลวิเชียรบุรี
3. เพื่อพัฒนาเกณฑ์การทำนายทางคลินิกสำหรับประเมินความเสี่ยงต่อการติดเชื้อในกระแสเลือดในผู้ป่วยฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม

นิยามศัพท์

1. **อุบัติการณ์ (Incidence)** คือ จำนวนครั้งของการติดเชื้อในกระแสเลือดที่เกิดขึ้นใหม่ในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่ได้รับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม โดยคำนวณจากจำนวนครั้งของการติดเชื้อหารด้วยระยะเวลาการติดตามทั้งหมด (หน่วยเป็น patient-years) และคูณด้วย 100 ทั้งนี้ ผู้ป่วย 1 รายสามารถเกิดการติดเชื้อได้มากกว่า 1 ครั้ง โดยการติดเชื้อแต่ละครั้งจะถูกละเลียงแยกกันในการคำนวณอัตราดังกล่าว
2. **เกณฑ์การทำนายทางคลินิก (Clinical Prediction Criteria)** หมายถึง เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นจากตัวแปรทางคลินิกหรือข้อมูลทางห้องปฏิบัติการที่มีนัยสำคัญทางสถิติ เพื่อนำมาใช้ทำนายความเสี่ยงของเหตุการณ์
3. **ภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด (Septicemia)** หมายถึง การติดเชื้อที่ได้รับการตรวจยืนยันทางห้องปฏิบัติการด้วยการเพาะเชื้อ และได้รับการวินิจฉัยโดยให้รหัส ICD-10 Sepsis หรือ Septicemia

4. การฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม (Hemodialysis) หมายถึง กระบวนการบำบัดทดแทนการทำงานของไตโดยการนำเลือดออกจากร่างกายผ่านเส้นฟอกเลือดเข้าสู่เครื่องฟอกเลือด โดยเลือดจะไหลผ่านตัวกรอง (Dialyzer) เพื่อแลกเปลี่ยนเพื่อแลกเปลี่ยนของเสียกับน้ำยาฟอกเลือด (Dialysate) เลือดที่ได้รับการฟอกแล้วจะถูกส่งกลับเข้าสู่ร่างกายผู้ป่วย การฟอกเลือดแต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 4 ชั่วโมง ทำสัปดาห์ละ 2-3 ครั้ง โดยต้องอาศัยเส้นฟอกเลือด (Vascular access) ที่มีประสิทธิภาพ

วัสดุและวิธีการศึกษา

รูปแบบการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบย้อนหลัง (Retrospective cohort study) โดยเก็บข้อมูลจากเวชระเบียนของผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้าย (End-stage renal disease; ESRD) ที่ได้รับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม ณ โรงพยาบาลวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2564 ถึง 30 กันยายน พ.ศ. 2567

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างของการศึกษานี้ ได้แก่ ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้าย (ESRD) ที่ได้รับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม ณ โรงพยาบาลวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ ในช่วงระยะเวลาการศึกษา โดยขนาดกลุ่มตัวอย่างคำนวณจากสูตรการประมาณสัดส่วนในประชากรจำกัด (Finite population proportion) ด้วยโปรแกรม n4Studies เวอร์ชัน 2.3 [6-8] โดยกำหนดขนาดประชากรทั้งหมด (N) เท่ากับ 167 ราย อัตราความชุกที่คาดการณ์จากข้อมูลนำร่อง (p) เท่ากับ 0.117 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (d) เท่ากับ 0.025 และค่าคงที่ Z ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เท่ากับ 1.96 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมจำนวน 133 ราย อย่างไรก็ตาม เพื่อเพิ่มความครอบคลุมของข้อมูล และป้องกันการสูญเสียข้อมูลจากความไม่สมบูรณ์ของเวชระเบียน การศึกษานี้จึงเลือกใช้กลุ่มประชากรทั้งหมดที่ตรงตามเกณฑ์การคัดเลือก สำหรับเกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมการศึกษา ได้แก่ ผู้ป่วยที่มีอายุ 18 ปีขึ้นไป ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้าย (ESRD) และได้รับการรักษาด้วยการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม ที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลวิเชียรบุรี ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2564 ถึง 30 กันยายน พ.ศ. 2567 ขณะที่เกณฑ์การคัดออก ได้แก่ ผู้ที่มีเวชระเบียนไม่สมบูรณ์หรือมีข้อมูลสำคัญขาดหาย ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูล

เครื่องมือและวิธีการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้คือแบบฟอร์มเก็บข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองบนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยข้อมูลที่บันทึกประกอบด้วยข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วย ได้แก่ อายุ (Age) เพศ (Sex) โรคประจำตัว (Comorbidities) ระยะเวลาการฟอกเลือด (Dialysis vintage) ชนิดของเส้นเลือดที่ใช้ในการฟอกเลือด (Vascular access) ระยะเวลาการใช้เส้นเลือด (Vascular access duration) ศูนย์ฟอกเลือด (Hemodialysis unit) ความถี่ในการฟอกเลือด (Dialysis frequency) และระยะเวลานอนโรงพยาบาล (Length of hospital stay) รวมถึงผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ค่าไนโตรเจนยูเรียในเลือด (Blood urea nitrogen; BUN) ค่าครีเอตินิน (Creatinine) ค่าความเข้มข้นของฮีมาโตคริต (Hematocrit) ระดับน้ำตาลในเลือด (Blood sugar) ระดับอัลบูมินในเลือด (Serum albumin) ผลการเพาะเชื้อในเลือด และชนิดของเชื้อ การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการโดยการสืบค้นย้อนหลังจากฐานข้อมูลผู้ป่วยของโรงพยาบาลวิเชียรบุรี ที่เข้ารับบริการระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2564 ถึง 30 กันยายน พ.ศ. 2567 โดยคัดเลือกผู้ป่วยที่ตรงตามเกณฑ์การศึกษา และบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์มอิเล็กทรอนิกส์ที่จัดเตรียมไว้

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็นการใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) เพื่อแสดงลักษณะทั่วไปของประชากรศึกษา โดยนำเสนอข้อมูลในรูปของจำนวนและร้อยละ (n, %) ข้อมูลเชิงต่อเนื่องที่มีการแจกแจงแบบปกติ นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ยพร้อมส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean $\pm$ standard deviation; SD) ส่วนข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไม่ปกติ นำเสนอเป็นค่ามัธยฐานพร้อมช่วงควอไทล์ (median [interquartile range; IQR]) สำหรับสถิติเชิงวิเคราะห์ (Analytical statistics) นำมาใช้เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม โดยใช้สถิติ Fisher's exact test หรือ Chi-square test สำหรับข้อมูลเชิงหมวดหมู่ และใช้สถิติ independent t-test หรือ Wilcoxon rank-sum test สำหรับข้อมูลเชิงต่อเนื่อง ขึ้นอยู่กับการแจกแจงของข้อมูล สำหรับอุบัติการณ์ของการติดเชื้อในกระแสเลือดนำเสนอในรูปของอัตราการเกิดต่อ 100 คน-ปี (Incidence rate per 100 patient-years)

วิเคราะห์ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการติดเชื้อในกระแสเลือด โดยใช้สถิติโลจิสติกส์ถดถอย (Logistic regression) ทั้งในขั้นตอนการวิเคราะห์เชิงเดียว (Univariate logistic regression) เพื่อประเมินความสัมพันธ์ของแต่ละตัวแปรกับภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด และในขั้นตอนการวิเคราะห์พหุ (Multivariate logistic regression) โดยใช้วิธีการเลือกตัวแปรแบบ Backward stepwise เพื่อคัดเลือกตัวแปรที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับภาวะดังกล่าว โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า p-value < 0.05

การสร้างเกณฑ์การทำนายทางคลินิก

ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การสร้างแบบจำลองโดยคัดเลือกตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) จากการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกส์พหุ (Multivariate logistic regression) เพื่อนำมาเป็นตัวแปรทำนายในโมเดล จากนั้นค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (β coefficients) ที่ได้จากโมเดล มาปรับสัดส่วน (Normalized) โดยอ้างอิงค่าสัมบูรณ์ของ β ที่มีค่าน้อยที่สุด และปัดเป็นจำนวนเต็มที่ใกล้เคียงที่สุดเพื่อให้สามารถแปลงเป็นคะแนนทำนาย (Point score) ได้อย่างเหมาะสมสำหรับการประยุกต์ใช้ในเวชปฏิบัติ ต่อมาเป็นการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง โดยพิจารณาความสามารถในการจำแนก (Discrimination) จากพื้นที่ใต้โค้งลักษณะการทำงานของตัวรับ (Area under the receiver operating characteristic curve; AUC) ร่วมกับการประเมินความแม่นยำทางคลินิกด้วยค่า Sensitivity, Specificity, Positive predictive value (PPV) และ Negative predictive value (NPV) ที่จุดตัดคะแนนรวมต่าง ๆ และสุดท้ายตรวจสอบความเสถียรของแบบจำลองด้วยวิธี Apparent validation ซึ่งเป็นการทดสอบโมเดลกับชุดข้อมูลเดียวกันกับที่ใช้ในการสร้าง เพื่อประเมินความแม่นยำภายในและเปรียบเทียบจุดตัดที่แตกต่างกัน (เช่น cutoff ≥ 0 , ≥ 1 , ≥ 2) เพื่อระบุเกณฑ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการประยุกต์ใช้ในบริบททางคลินิก

ข้อพิจารณาด้านจริยธรรม

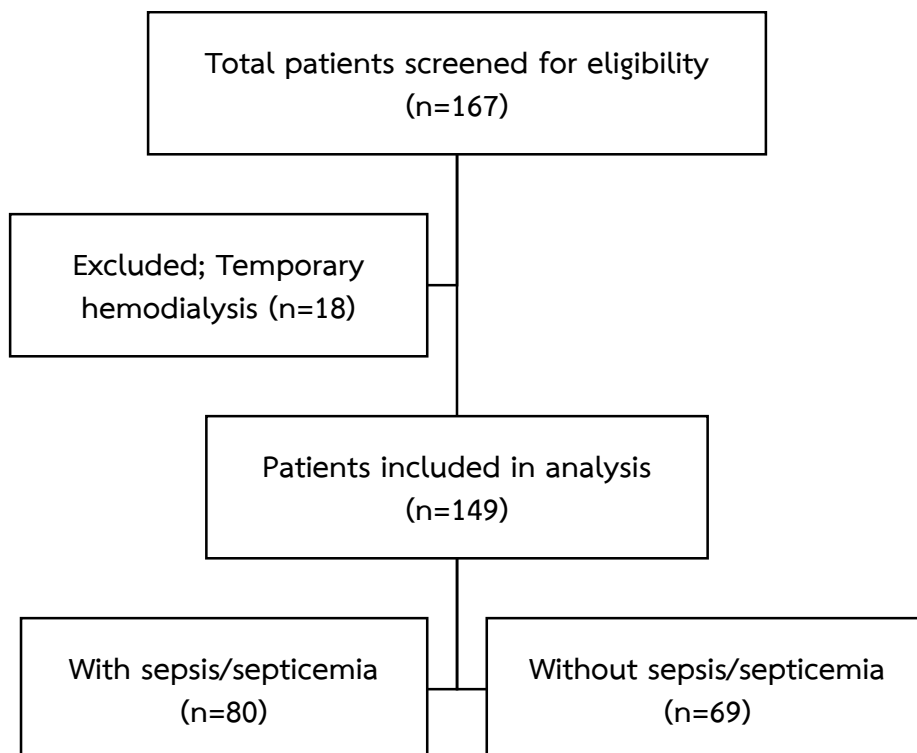
งานวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเพชรบูรณ์ เอกสารทะเบียนเลขที่ 012/2568 ลงวันที่ 27 มกราคม 2568

ผลการศึกษา

ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม 2564 ถึง 30 กันยายน 2567 พบว่ามีผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาด้วยการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมทั้งหมด 167 ราย โดยมีผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมแบบชั่วคราวซึ่งเข้าข่ายเกณฑ์คัดออกจำนวน 18 ราย ดังนั้น การศึกษานี้จึงเลือกใช้ประชากรทั้งหมดที่ผ่านเกณฑ์คัดเลือก จำนวน 149 ราย ในจำนวนนี้พบว่ามีผู้ป่วยที่เกิดภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด จำนวน 80 ราย คิดเป็นร้อยละ 54 ของประชากรศึกษา ขณะที่ผู้ป่วยที่ไม่มีภาวะติดเชื้อในกระแสเลือดมีจำนวน 69 ราย หรือคิดเป็นร้อยละ 46 (รูปที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงลักษณะทั่วไปของผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายจำนวน 149 ราย ซึ่งเข้ารับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม จำแนกเป็นกลุ่มที่มีภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด 80 ราย และกลุ่มที่ไม่มีภาวะติดเชื้อ 69 ราย โดยกลุ่มที่ติดเชื้อมีอายุเฉลี่ยน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ (55 ปี เทียบกับ 62 ปี, $p = 0.001$) และพบว่าเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย ขณะที่กลุ่มไม่ติดเชื้อมีสัดส่วนเพศชายมากกว่า ผู้ป่วยกลุ่มติดเชื้อมีระยะเวลาในการได้รับการฟอกเลือด (Dialysis vintage) และระยะเวลาการใช้เส้นเลือด (Vascular access duration) น้อยกว่ากลุ่มไม่ติดเชื้อ ($p = 0.021$ และ $p = 0.009$ ตามลำดับ) นอกจากนี้ยังพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในสถานที่ให้บริการฟอกเลือด โดยกลุ่มติดเชื้อส่วนใหญ่ฟอกเลือดในศูนย์ฟอกเลือดนอกโรงพยาบาล (ร้อยละ 80 เทียบกับ 47.8, $p < 0.001$) และมีระยะเวลานอนโรงพยาบาลนานกว่า (6 วัน เทียบกับ 3 วัน, $p < 0.001$) ระดับอัลบูมินในเลือดในกลุ่มติดเชื้อต่ำกว่ากลุ่มไม่ติดเชื้อ (3.6 เทียบกับ 3.8 mg/dl, $p = 0.001$) ขณะที่ตัวแปรอื่น เช่น โรคร่วม ประสิทธิภาพของหลอดเลือดที่ใช้ฟอกเลือด ความถี่ในการฟอกเลือด ค่าความเข้มข้นของเลือด (Hematocrit), ค่า BUN, Creatinine และระดับน้ำตาลในเลือด ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กลุ่มผู้ป่วยที่เกิดภาวะติดเชื้อในกระแสเลือดจำนวน 80 ราย พบว่าแหล่งติดเชื้อที่พบบ่อยที่สุดคือภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด ร้อยละ 48.8 รองลงมาคือ การติดเชื้อระบบทางเดินหายใจ ร้อยละ 16.3 และการติดเชื้อที่เส้นเลือดที่ใช้ในการฟอกเลือด ร้อยละ 11.3 สำหรับผลการเพาะเชื้อจากเลือด (Hemoculture) พบว่าตรวจไม่พบเชื้อ ร้อยละ 46.6 ส่วนเชื้อที่พบมากที่สุดคือ Methicillin-sensitive Staphylococcus aureus (MSSA) ร้อยละ 15.5 ตามด้วย Staphylococcus epidermidis และ Enterobacter cloacae อย่างละร้อยละ 5.2 เชื้อกลุ่ม non-fermenting gram-negative bacilli, Escherichia coli และ coagulase-negative Staphylococci พบอย่างละร้อยละ 3.4 ทั้งนี้ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มฟอกเลือดจนเกิดการติดเชื้อในกลุ่มนี้มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ 13 เดือน (IQR 3–30 เดือน)



รูปที่ 1 การคัดเลือกกลุ่มประชากรในการศึกษา

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้าย ที่ได้รับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม ณ โรงพยาบาลวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ ระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม 2564 ถึง 30 กันยายน 2567 (n = 149)

Patients' demographics	All (n =149)	Sepsis/Septi cemia (n = 80)	Non-infection (n = 69)	p-value
Age (Year); mean±S.D	58±15	55±14	62±13	0.001
Sex; n (%)				
• Male	74 (49.7)	38 (47.5)	36 (52.2)	< 0.001
• Female	75 (50.3)	42 (52.5)	33 (47.8)	
Co-morbidities; n (%)				
• Type 2 diabetes mellitus	86 (57.7)	47 (58.8)	39 (56.5)	0.914
• Hypertension	144 (96.6)	78 (97.5)	66 (95.7)	0.866
• Malignancy	4 (2.7)	3 (3.8)	1 (1.4)	0.720
• Cardiovascular disease	19 (12.8)	6 (7.5)	13 (18.8)	0.068
• Cerebrovascular disease	7 (4.7)	3 (3.8)	4 (5.8)	0.841
Dialysis vintage (months); median (IQR)	30 (19,54)	26 (18,49)	38 (20,62)	0.021
Vascular access; n (%)				
• NTCC	25 (16.8)	15 (18.8)	10 (14.5)	0.061
• TCC	58 (38.9)	36 (45)	22 (31.9)	
• AVF	55 (36.9)	21 (26.2)	34 (49.3)	
• AVG	11 (7.4)	8 (10)	3 (4.3)	
Vascular access duration (months); median (IQR)	24 (14.5,34.5)	21 (12.25,30)	29 (18,48)	0.009
HD unit; n (%)				
• Out hospitalization	97 (65.1)	64 (80)	33 (47.8)	<0.001
• In hospitalization	52 (34.9)	16 (20)	36 (52.2)	
Dialysis frequency; n (%)				
• 2 times/week	21 (14.1)	12 (15)	9 (13)	0.637
• 3 times/week	127 (85.2)	68 (85)	59 (85.5)	
Length of hospital stay (days); median (IQR)	5 (2,7)	6 (4,9)	3 (2,5)	< 0.001
BUN (mg/dl); median (IQR)	39 (25,55)	38.5 (25.8,50)	42 (25,64)	0.381
Creatinine (mg/dl); median (IQR)	5.9 (4.1,9.1)	6 (4.4,9.2)	5.5 (3.9,8.2)	0.338
Hematocrit; n(%)				
• ≤ 25%; n(%)	53	28 (52.8)	25 (47.2)	1.000
• > 25%; n(%)	96	52 (54.2)	44 (45.8)	
Blood sugar (mg/dl); median (IQR)	134 (103.5,186.8)	131 (93,180)	139 (112,200)	0.269
Albumin (mg/dl); median (IQR)	3.7 (3.2,4)	3.6 (3.0,3.9)	3.8 (3.6,4.1)	0.001
• ≤ 3.5mg/dl; n(%)		37 (46.8)	17 (25)	0.01
• >3.5mg/dl; n(%)		42 (53.2)	51 (75)	

AVF: Arteriovenous fistula, AVG: Arteriovenous graft, BUN: blood urea nitrogen, HD: hemodialysis, NTCC: Non tunnel cuffed catheter, TCC: Tunnel cuffed catheter

การศึกษานี้พบว่า อุบัติการณ์ของการติดเชื้อในกระแสเลือดในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่ได้รับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมโดยรวมอยู่ที่ 18.0 ต่อ 100 คน-ปี เมื่อวิเคราะห์จำแนกตามชนิดของเส้นเลือดที่ใช้ในการฟอกเลือด พบว่าอัตราการติดเชื้อแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยผู้ที่ใช้เส้นเลือดชนิด Arteriovenous fistula (AVF) มีอัตราการติดเชื้อต่ำที่สุดที่ 14.0 ต่อ 100 คน-ปี ถัดมาคือ กลุ่มที่ใช้ Arteriovenous graft (AVG) ซึ่งมีอัตราการติดเชื้อ 45.8 ต่อ 100 คน-ปี ขณะที่กลุ่มที่ใช้ Non-tunneled cuffed catheter (NTCC) และ Tunneled cuffed catheter (TCC) พบอัตราการติดเชื้อสูงกว่า โดยอยู่ที่ 115.3 และ 82.5 ต่อ 100 คน-ปี ตามลำดับ

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ปัจจัยเดี่ยว (Univariate Analysis) ที่มีความสัมพันธ์กับการติดเชื้อในกระแสเลือดในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่ได้รับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม

Variable	RR	95% CI	p-value
Age >65 year	0.6	0.41-0.88	0.006
Sex; female	0.67	0.47-0.95	0.03
Co-morbidities			
• Type 2 diabetes	1.04	0.77-1.41	0.91
• Hypertension	1.35	0.46-4.0	0.86
• Dyslipidemia	0.73	0.53-1.01	0.15
• Cardiovascular disease	0.56	0.28-1.09	0.07
• Cerebrovascular disease	0.79	0.33-1.88	0.84
• Malignancy	1.28	0.96-1.72	0.14
Type of vascular access			
• AVG	1.39	0.94-2.07	0.32
• NTCC	1.15	0.79-1.64	0.64
• TCC	1.63	1.10-2.41	0.02
Out Hospitalization HD unit	2.14	1.39-3.30	0.001
Albumin $\leq$ 3.5mg/dl	1.50	1.13-2.01	0.01
Hematocrit $\leq$ 25%	0.98	0.71-1.34	1.00

เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยเดี่ยว (Univariate analysis) พบ อายุมากกว่า 65 ปี และเพศหญิงลดโอกาสการติดเชื้อในกระแสเลือดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (RR 0.6, 95% CI 0.41 - 0.88, p - value 0.006 และ RR 0.67, 95% CI 0.47 - 0.95, p - value 0.03, ตามลำดับ) ในขณะที่การใช้สายสวนหลอดเลือดดำชนิดกึ่งถาวร (TCC) เพิ่มการติดเชื้อในกระแสเลือดถึง 1.63 เท่า (95% CI 1.10 - 2.41, p - value 0.02) นอกจากนี้ยังพบว่าการฟอกเลือดในศูนย์ฟอกเลือดนอกโรงพยาบาล เพิ่มความเสี่ยงของการติดเชื้อถึง 2.14 เท่า (95% CI 1.39 - 3.30, p - value 0.001) และการมีระดับอัลบูมินต่ำกว่า 3.5 มก./ดล. เพิ่มความเสี่ยงการติดเชื้อ 1.5 เท่า (95% CI 1.13 - 2.01, p - value 0.01) ดังตารางที่ 2

เมื่อนำข้อมูลที่มีนัยสำคัญทางสถิติวิเคราะห์พหุปัจจัย (Multivariate analysis) พบว่า อายุมากกว่า 65 ปี และระดับความเข้มข้นเลือดน้อยกว่าร้อยละ 25 (Hematocrit) เป็นปัจจัยลดความเสี่ยงของการติดเชื้อในกระแสเลือด (Adj. OR 0.27, 95% CI 0.11 - 0.66, p - value 0.004 และ Adj. OR 0.29, 95% CI 0.11 - 0.75, p - value 0.01, ตามลำดับ)

ในขณะที่ปัจจัยที่เพิ่มความเสี่ยงของการติดเชื้อในกระแสเลือดได้แก่ การฟอกเลือดในศูนย์ฟอกเลือดนอกโรงพยาบาล และระดับอัลบูมินในเลือดต่ำกว่า 3.5 มก./ดล. (Adj. OR 3.54, 95% CI 1.51 - 8.24, p - value 0.003 และ Adj. OR 4.34, 95% CI 1.73 - 10.87, p - value 0.002, ตามลำดับ) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์พหุปัจจัย (Multivariate Analysis) ที่สัมพันธ์กับการติดเชื้อในกระแสเลือดในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่ได้รับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม

Variable	β	Adj. OR	95% CI	p-value
Age >65 year	-1.32	0.27	0.11-0.66	0.004
Sex; female	+0.71	2.04	0.91-4.58	0.09
Type of vascular access				
• AVG	1.50	4.46	0.91-21.89	0.06
• NTCC	0.48	1.62	0.51-5.14	0.42
• TCC	0.64	1.90	0.78-4.64	0.16
Out Hospitalization HD unit	1.26	3.54	1.51-8.24	0.003
Albumin $\leq$ 3.5mg/dl	1.47	4.34	1.73-10.87	0.002
Hematocrit $\leq$ 25%	-1.24	0.29	0.11-0.75	0.01

จากการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพหุ เมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (β coefficients) มาปรับสัดส่วนและแปลงเป็นคะแนนทำนาย พบว่าได้เกณฑ์คะแนนดังนี้: อายุ > 65 ปี = -1 คะแนน, การฟอกเลือดนอกโรงพยาบาล = +1 คะแนน, อัลบูมิน $\leq$ 3.5 mg/dL = +1 คะแนน และค่าฮีมาโตคริต $\leq$ 25% = -1 คะแนน เมื่อรวมคะแนนของผู้ป่วยแต่ละรายและแบ่งกลุ่มความเสี่ยงตามคะแนนรวม พบว่าสามารถจำแนกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ กลุ่มความเสี่ยงต่ำ (คะแนนรวม $\leq$ 0) กลุ่มความเสี่ยงปานกลาง (คะแนนรวม = 1) และกลุ่มความเสี่ยงสูง (คะแนนรวม $\geq$ 2) การตรวจสอบความเสถียรของโมเดลด้วย Apparent validation แสดงให้เห็นว่า ที่ cutoff $\geq$ 0 แบบจำลองมี AUC = 0.65, Sensitivity = 95%, Specificity = 34.8%, PPV = 62.8% และ NPV = 85.7% ขณะที่ cutoff $\geq$ 1 ให้ AUC = 0.74, Sensitivity = 67.5%, Specificity = 79.7%, PPV = 79.4% และ NPV = 67.9% ส่วน cutoff $\geq$ 2 ให้ AUC = 0.51, Sensitivity = 6.2%, Specificity = 95.7%, PPV = 62.5% และ NPV = 46.8%

วิจารณ์

การศึกษานี้พบว่าอุบัติการณ์การติดเชื้อในกระแสเลือดในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่ได้รับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมอยู่ที่ 18.0 ต่อ 100 คน-ปี ซึ่งสูงกว่ารายงานจาก United States Renal Data System (USRDS) ที่ระบุอุบัติการณ์เฉลี่ย 12.66 ต่อ 100 คน-ปี [2] และสูงกว่าการศึกษาที่ผ่านมา ซึ่งรายงานว่าอุบัติการณ์การติดเชื้อในผู้ป่วยฟอกเลือดอยู่ที่ 13.7 ต่อ 100 คน-ปี [9] ความแตกต่างดังกล่าวอาจสะท้อนถึงความแตกต่างด้านมาตรการควบคุมการติดเชื้อ คุณภาพการดูแลเส้นฟอกเลือด และโครงสร้างระบบบริการระหว่างบริบทของประเทศไทยและประเทศที่มีรายงานก่อนหน้านี้

เมื่อจำแนกตามชนิดของเส้นฟอกเลือด ผู้ป่วยที่ใช้สายสวน NTCC และ TCC มีอุบัติการณ์การติดเชื้อสูงสุดที่ 115.3 และ 82.5 ต่อ 100 คน-ปี ตามลำดับ ในขณะที่ผู้ใช้ AVG และ AVF มีอัตราการติดเชื้อต่ำกว่าอย่างชัดเจน (45.8 และ 14.0 ต่อ 100 คน-ปี ตามลำดับ) ผลลัพธ์นี้สอดคล้องกับรายงานก่อนหน้านี้ ซึ่งระบุว่า การใช้สายสวน NTCC และ TCC มีความสัมพันธ์กับอุบัติการณ์การติดเชื้อสูงกว่าเส้นเลือดชนิด AVG และ AVF อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีอุบัติการณ์ 1.86 ต่อ 1,000 catheter - days เทียบกับ 0.31 และ 0.08 ต่อ 1,000 catheter-days ตามลำดับ [10] อย่างไรก็ตาม อุบัติการณ์การติดเชื้อในผู้ใช้สาย AVF และ AVG ในการศึกษาที่สูงกว่าที่เคยรายงานไว้ อาจสะท้อนถึงความแตกต่างด้านคุณภาพการดูแลเส้นฟอกเลือด มาตรการป้องกันการติดเชื้อ และบริบทการให้บริการในหน่วยฟอกเลือด

การฟอกเลือดในศูนย์ฟอกเลือดนอกโรงพยาบาลและระดับอัลบูมินในเลือด ≤ 3.5 mg/dL เป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญที่เพิ่มความเสี่ยงต่อการติดเชื้อในกระแสเลือด (Adj. OR 3.54, 95% CI 1.51– 8.24, $p = 0.003$ และ Adj. OR 4.34, 95% CI 1.73 – 10.87, $p = 0.002$) ผลลัพธ์นี้สอดคล้องกับรายงานก่อนหน้านี้ที่ระบุว่า ผู้ป่วยที่มีภาวะทุพโภชนาการหรือระดับอัลบูมินต่ำมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อเพิ่มขึ้น [5,11-12] ระดับอัลบูมินต่ำสะท้อนถึงภาวะทุพโภชนาการ การอักเสบเรื้อรัง และการลดลงของภูมิคุ้มกัน ซึ่งเป็นกลไกสำคัญที่ทำให้ผู้ป่วยมีความไวต่อการติดเชื้อมากขึ้น นอกจากนี้ ระดับอัลบูมินยังสามารถสะท้อนสถานะสุขภาพโดยรวมรวมถึงปัจจัยทางเศรษฐกิจและความสามารถในการดูแลตนเอง ส่วนการฟอกเลือดนอกโรงพยาบาลอาจสะท้อนถึงความแตกต่างด้านมาตรฐานการควบคุมการติดเชื้อ บุคลากร และทรัพยากรในการให้บริการ ซึ่งอาจส่งผลต่อคุณภาพการดูแลและความรวดเร็วในการประเมินหรือวินิจฉัยผู้ป่วย

ในทางกลับกัน อายุ > 65 ปี และภาวะซีด (Hct $\leq 25\%$) กลับสัมพันธ์กับความเสี่ยงต่อการติดเชื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Adj. OR 0.27, 95% CI 0.11– 0.66, $p = 0.004$ และ Adj. OR 0.29, 95% CI 0.11 – 0.75, $p = 0.01$) ซึ่งแตกต่างจากผลการศึกษาที่ผ่านมา [3,5,9,11] ผลลัพธ์นี้อาจจำกัดด้วยขนาดตัวอย่างผู้สูงอายุที่ไม่มากพอ โดยเฉพาะในกลุ่มอายุมากกว่า 65 ปีที่พบการติดเชื้อเพียง 19 ราย นอกจากนี้ ยังอาจมีปัจจัยร่วมอื่นที่ไม่ได้รวบรวม เช่น ภาวะสุขภาพโดยรวม ความสม่ำเสมอในการเข้ารับบริการ พฤติกรรมการดูแลตนเอง หรือคุณภาพการดูแลในศูนย์ฟอกเลือด ภาวะซีดอาจเกี่ยวข้องกับปัจจัยทางคลินิก เช่น ระดับ ferritin การได้รับ Erythropoietin stimulating agents หรือการให้เลือด ซึ่งส่งผลต่อ hematocrit และ ferritin [13-15] แต่จากการศึกษานี้ไม่ได้เก็บข้อมูลดังกล่าว จึงยังไม่สามารถอธิบายกลไกของภาวะซีดที่สัมพันธ์กับความเสี่ยงติดเชื้อได้อย่างชัดเจน

การพัฒนาเกณฑ์ทำนายทางคลินิกโดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกพบว่ามีปัจจัยสำคัญ ได้แก่ อายุ > 65 ปี, การฟอกเลือดนอกโรงพยาบาล, อัลบูมิน ≤ 3.5 mg/dL และค่าฮีมาโตคริต $\leq 25\%$ การแปลงค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยเป็นคะแนนทำนายสามารถจำแนกผู้ป่วยออกเป็น 3 ระดับความเสี่ยง: ต่ำ (≤ 0), ปานกลาง ($=1$) และสูง (≥ 2) การตรวจสอบความเสถียรของโมเดล (Apparent validation) แสดงให้เห็นว่า cutoff ≥ 1 ให้สมดุลระหว่าง Sensitivity และ Specificity ที่เหมาะสมที่สุด (AUC = 0.74, Sensitivity = 67.5%, Specificity = 79.7%) โมเดลนี้มีประโยชน์ในการคัดกรองผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงสูง และสามารถนำไปใช้วางแผนการติดตามหรือมาตรการป้องกัน

การศึกษานี้มีจุดแข็งที่สำคัญ ได้แก่ การเก็บข้อมูลจากผู้ป่วยฟอกเลือดที่เกิดการติดเชื้อจริงในเวชปฏิบัติ และการรวบรวมตัวแปรทางคลินิกที่หลากหลาย พร้อมการวิเคราะห์แบบ multivariate ทำให้สามารถระบุปัจจัยเสี่ยงและพัฒนาระบบทำนายความเสี่ยงที่มีศักยภาพในการนำไปประยุกต์ใช้ในการคัดกรองและวางแผนการดูแลผู้ป่วยกลุ่มเสี่ยงได้อย่างเหมาะสม อย่างไรก็ตาม การศึกษาเป็น retrospective cohort ที่อาศัยข้อมูลจาก

เวชระเบียน จึงอาจมีข้อจำกัดด้านความสมบูรณ์และความถูกต้องของข้อมูล ขนาดตัวอย่างจำกัดอาจทำให้บางผลลัพธ์มีความไม่แน่นอนทางสถิติ และยังไม่สามารถควบคุมปัจจัยร่วมบางประการ เช่น พฤติกรรมการดูแลตนเอง ภาวะโภชนาการ หรือมาตรฐานการดูแลของศูนย์ฟอกเลือดแต่ละแห่ง สำหรับเกณฑ์การทำนายความเสี่ยง แม้ค่า AUC อยู่ในระดับดีและสามารถใช้คัดกรองเบื้องต้นได้ แต่ยังมีข้อจำกัด เช่น การเลือก cutoff คะแนนรวมที่เหมาะสมมีผลต่อ Sensitivity และ Specificity ของโมเดล และยังไม่มีการทดสอบในประชากรภายนอก (external validation) เพื่อยืนยันความเสถียรและความแม่นยำ ดังนั้น การนำไปใช้ในเวชปฏิบัติจึงควรพิจารณาอย่างรอบคอบและอาจต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม

สรุป

การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าอุบัติการณ์การติดเชื้อในกระแสเลือดของผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายที่ได้รับการฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียมอยู่ในระดับสูง โดยเฉพาะในผู้ที่ใช้สายสวน NTCC และ TCC ซึ่งมีอัตราการติดเชื้อสูงกว่าผู้ที่ใช้ AVF และ AVG อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปัจจัยที่เพิ่มความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ ได้แก่ การฟอกเลือดในศูนย์ฟอกเลือดนอกโรงพยาบาล และระดับอัลบูมินในเลือดต่ำ ขณะที่ผู้ป่วยสูงอายุและภาวะช็อกกลับสัมพันธ์กับความเสี่ยงต่อการติดเชื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เกณฑ์ทำนายทางคลินิกที่พัฒนาขึ้นจากปัจจัยเหล่านี้สามารถจำแนกผู้ป่วยออกเป็นกลุ่มความเสี่ยงต่ำ ปานกลาง และสูง ซึ่งช่วยให้สามารถคัดกรองและวางแผนมาตรการป้องกันได้ อย่างไรก็ตาม การนำโมเดลไปใช้ในทางคลินิกยังต้องพิจารณาข้อจำกัดของข้อมูล และควรมีการยืนยันความแม่นยำในประชากรอื่นเพิ่มเติมก่อนนำไปใช้จริง

เอกสารอ้างอิง

- [1.] Lok CE, Huber TS, Lee T, Shenoy S, Yevzlin AS, Abreo K, et al. KDOQI clinical practice guideline for vascular access: 2019 update. Am J Kidney Dis. 2020;75(4 Suppl 2):S1-S164.
- [2.] Dobkin JF, Miller MH, Steigbigel NH. Septicemia in patients on chronic hemodialysis. Ann Intern Med. 1978;88(1):28-33.
- [3.] Locham S, Naazie I, Canner J, Siracuse J, Al-Nouri O, Malas M. Incidence and risk factors of sepsis in hemodialysis patients in the United States. J Vasc Surg. 2021;73:1016-1021.
- [4.] Darayon R, Kanphet T, Dandecha P, Jamulitrat S. Hemodialysis-related infections: a 4-year surveillance. J Health Sci Med Res. 2024;42(4):1-9.
- [5.] Powe NR, Jaar B, Furth SL, Hermann J, Briggs W. Septicemia in dialysis patients: incidence, risk factors, and prognosis. Kidney Int. 1999;55(3):1081-90.
- [6.] Ngamjarus C, Chongsuvivatwong V, McNeil E. n4Studies: sample size calculation for an epidemiological study on a smart device. Siriraj Med J. 2016;68:160-170.
- [7.] Daniel WW. Biostatistics: a foundation of analysis in the health sciences. 6th ed. New York: John Wiley & Sons; 1995. p.180.
- [8.] Ngamjarus C. Sample size calculation for health science research. 1st ed. Khon Kaen: Khon Kaen University Printing House; 2021.
- [9.] Dalgaard LS, Nørgaard M, Jespersen B, Jensen-Fangel S, Østergaard LJ, Schønheyder HC, et al. Risk and prognosis of bloodstream infections among patients on chronic hemodialysis: a population-based cohort study. PLoS One. 2015;10(4):e0124547.

- [10.] Zhang J, Burr RA, Sheth HS, Piraino B. Organism-specific bacteremia by hemodialysis access. Clin Nephrol. 2016;86(9):141–6.
- [11.] Suzuki M, Satoh N, Nakamura M, Horita S, Seki G, Moriya K. Bacteremia in hemodialysis patients. World J Nephrol. 2016;5(6):489–96.
- [12.] Bergström J. Nutrition and mortality in hemodialysis. J Am Soc Nephrol. 1995 Nov;6(5):1329-41.
- [13.] Weinberg ED. Iron and susceptibility to infectious disease. Science. 1974;184(4140):952-6.
- [14.] Waterlot Y, Cantinieaux B, Hariga-Muller C, De Maertelaere-Laurent E, Vanherweghem JL, Fondu P, et al. Impaired phagocytic activity of neutrophils in patients receiving haemodialysis: the critical role of iron overload. Br Med J (Clin Res Ed). 1985;291:501.
- [15.] Boelaert JR, Daneels RF, Schurgers ML, Matthys EG, Gordts BZ, Van Landuyt HW. Iron overload in haemodialysis patients increases the risk of bacteraemia: a prospective study. Nephrol Dial Transplant. 1990;5(2):130-4.