

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดปอดอักเสบจากการใช้เครื่องช่วยหายใจ ในหอผู้ป่วยวิกฤต โรงพยาบาลศูนย์

วสินดา คงเดชศักดิ์ดา พย.บ.*

ชุมแพ สมบูรณ์ วท.ม.

อัมไพวรรณ พวงกำหยาด พย.ม.

สถาบันบำราศนราดูร กรมควบคุมโรค

บทคัดย่อ

ปอดอักเสบที่สัมพันธ์กับการใช้เครื่องช่วยหายใจ (ventilator-associated pneumonia; VAP) เป็นการติดเชื้อพบบ่อยที่สุดในหอผู้ป่วยวิกฤตและพบได้ในโรงพยาบาลศูนย์ทุกแห่ง เป็นการติดเชื้อในโรงพยาบาลที่พบได้เป็นลำดับแรก ๆ ส่งผลกระทบให้ผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจมีอัตราป่วยตายสูง การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิด VAP ในหอผู้ป่วยวิกฤต โรงพยาบาลศูนย์ เป็นการวิจัยแบบย้อนหลัง (retrospective cohort study) โดยใช้ฐานข้อมูลจากระบบเฝ้าระวังการติดเชื้อและเชื้อดื้อยาในโรงพยาบาล จัดทำโดยสถาบันบำราศนราดูร กรมควบคุมโรค ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2566 ข้อมูลจากโรงพยาบาลศูนย์ 30 แห่ง

ผลการศึกษาพบว่า ผู้ป่วยปอดอักเสบในโรงพยาบาล จำนวน 6,441 ราย (ร้อยละ 62.1) เป็นผู้ป่วยปอดอักเสบที่สัมพันธ์กับการใช้เครื่องช่วยหายใจ (VAP) และร้อยละ 37.9 เป็นผู้ป่วยปอดอักเสบที่ไม่ได้ใช้เครื่องช่วยหายใจ (non-VAP) โดยผู้ป่วย VAP เข้ารับการรักษาในหอผู้ป่วยวิกฤต 2,230 ราย (ร้อยละ 83.2) และผลลัพธ์การรักษา พบผู้ป่วย VAP เสียชีวิต จำนวน 641 ราย (ร้อยละ 69.6) การวิเคราะห์ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกิด VAP โดยใช้สถิติ binary logistic regression พบว่า ผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในหอผู้ป่วยวิกฤตเกิด VAP เป็น 5.4 เท่า เมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่รับการรักษาในหอผู้ป่วยที่ไม่วิกฤต (AOR=5.4, 95% CI =4.73-6.35) และผู้ป่วยที่มี VAP พบว่ามีการติดเชื้อดื้อยาด้านจุลชีพ เป็น 1.3 เท่า (AOR=1.3, 95% CI =1.15-1.49) เชื้อดื้อยาด้านจุลชีพที่พบใน VAP มากกว่า non-VAP คือ *Acinetobacter baumannii* และ *Pseudomonas aeruginosa*

ผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในหอผู้ป่วยวิกฤต มีความสัมพันธ์กับการเกิดปอดอักเสบจากการใช้เครื่องช่วยหายใจ รวมถึงการติดเชื้อแบคทีเรียดื้อยาพบได้มากขึ้นในผู้ป่วย VAP เช่นกัน ดังนั้นบุคลากรทางการแพทย์ที่ดูแลรักษาผู้ป่วยปอดอักเสบที่ใช้เครื่องช่วยหายใจ โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในหอผู้ป่วยวิกฤต ควรปฏิบัติตามแนวทางการป้องกันปอดอักเสบที่สัมพันธ์กับการใช้เครื่องช่วยหายใจอย่างเคร่งครัด รวมไปถึงการใชยาด้านจุลชีพอย่างเหมาะสม

คำสำคัญ: การเกิดปอดอักเสบจากการใช้เครื่องช่วยหายใจ, หอผู้ป่วยวิกฤต, โรงพยาบาลศูนย์

Factors Related to Ventilator–Associated Pneumonia in The Intensive Care Unit of Tertiary Care Hospitals

Winnada Kongdejsakda B.Ns.*

Chumphae Somboon M.Sc.

Ampaiwan Puangkamyad M.N.S.

Bamrasnaradura Infectious Diseases Institute, Department of Disease Control

ABSTRACT

Ventilator-associated pneumonia (VAP) is the most common hospital-associated infection found in intensive care units and all tertiary care hospitals, significantly impacting with a high fatality rate. The objective of the study was to evaluate the factors associated with the occurrence of VAP in intensive care units of tertiary care hospitals. A retrospective cohort study analyzed data from 30 tertiary care hospitals reporting incidence of hospital-associated pneumonia through the Infectious Prevention and Control and Antimicrobial Resistance surveillance program (IPC and AMR Surveillance Program) operated by Bamrasnaradura Infectious Diseases Institute, Department of Disease Control, between January and December 2023.

Out of 6,441 hospital-acquired pneumonia cases, 62.1% were classified as VAP group, while 37.9% were non-Ventilator-associated pneumonia (non-VAP) group. There were 2,230 cases (83.2%) of patients with VAP admitted to the intensive care unit, and the treatment outcomes revealed that 641 VAP patients (69.6%) died. The binary logistic regression analysis revealed the associated factors related to VAP as follows: patients treated in intensive care units (AOR=5.4, 95% CI=4.73–6.35), patients infected with multidrug-resistant pathogens (AOR=1.3, 95% CI=1.15–1.49). The multidrug-resistant organisms more commonly observed in VAP than non-VAP were *Acinetobacter baumannii* and *Pseudomonas aeruginosa*.

Patients admitted to intensive care units significantly correlate with the development of VAP. Multidrug-resistant infections are also more prevalent in VAP patients. Healthcare personnel caring for patients on ventilators, especially those in intensive care units, should strictly adhere to hospital guidelines for infection prevention and control guidelines for ventilator-associated pneumonia, including the appropriate use of antibiotics.

Key words: Ventilator–Associated Pneumonia, Intensive Care Unit, Tertiary Care Hospitals

*Corresponding Author: Winnada Kongdejsakda

บทนำ

การติดเชื้อในโรงพยาบาล (health care-associated infections; HAI) เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นทั่วโลก มีข้อมูลโดยประมาณว่า ผู้ป่วยกว่า 1.4 ล้านคนทั่วโลกที่เข้ารับการรักษานในโรงพยาบาลมี HAI เกิดขึ้นเป็นภาวะแทรกซ้อน โดยผู้ที่มีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการติดเชื้อคือบุคลากรทางการแพทย์ การติดเชื้อในโรงพยาบาลอาจมีความรุนแรงจนทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิต¹ การสำรวจความชุกของการติดเชื้อในโรงพยาบาล พบว่า ประเภทของการติดเชื้อที่พบมากที่สุด ได้แก่ ปอดอักเสบ (ร้อยละ 21.8) การติดเชื้อแผลผ่าตัด (ร้อยละ 21.8) และการติดเชื้อทางเดินอาหาร (ร้อยละ 17.1) ตำแหน่งของการติดเชื้อที่พบมากที่สุด ได้แก่ การติดเชื้อในกระแสเลือดที่สัมพันธ์กับการใส่สายสวนหลอดเลือดดำส่วนกลาง การติดเชื้อทางเดินปัสสาวะที่สัมพันธ์กับการคาสายสวนท่อปัสสาวะ และปอดอักเสบที่สัมพันธ์กับการใช้เครื่องช่วยหายใจ (ventilator-associated pneumonia; VAP)² การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและการวิเคราะห์ห้ภูมิภาพเกี่ยวกับปอดอักเสบที่สัมพันธ์กับการใช้เครื่องช่วยหายใจในผู้ใหญ่ ศึกษาในทวีปเอเชีย พบว่า อุบัติการณ์การเกิด VAP สูงในประเทศที่มีรายได้ต่ำ และ VAP ยังเป็นสาเหตุอันดับหนึ่งในสามลำดับแรกของการติดเชื้อในโรงพยาบาล โดยพบอุบัติการณ์การเกิด VAP เท่ากับ 14.7 ครั้ง ต่อ 1,000 วันใช้เครื่องช่วยหายใจ (95%CI=11.7-17.7) รองลงมาคือ การติดเชื้อทางเดินปัสสาวะที่สัมพันธ์กับการคาสายสวนท่อปัสสาวะ (catheter-associated urinary tract infection; CAUTI) 8.9 ครั้ง ต่อ 1,000 วันคาสายสวนปัสสาวะ (95% CI=6.2-11.7) และการติดเชื้อในกระแสเลือดที่สัมพันธ์กับการคาสายสวนหลอดเลือดดำส่วนกลาง (central line-associated bloodstream infection; CLABSI) 4.7 ครั้ง ต่อ 1,000 วันคาสายสวนหลอดเลือดดำ (95% CI=2.9-6.5) ตามลำดับ³

เครือข่ายความปลอดภัยการดูแลสุขภาพแห่งชาติ (The National Healthcare Safety Network) ได้กำหนดนิยามปอดอักเสบจากการใช้เครื่องช่วยหายใจ หมายถึง

การติดเชื้อที่ปอดเกิดขึ้นในผู้ป่วยใช้เครื่องช่วยหายใจในโรงพยาบาล โดยเกิดหลังจากผู้ป่วยใช้เครื่องช่วยหายใจนานมากกว่า 2 วันปฏิทิน หรือหลังจากถอดเครื่องช่วยหายใจภายใน 2 วันปฏิทิน⁴ ปอดอักเสบจากการใช้เครื่องช่วยหายใจเป็นการติดเชื้อในโรงพยาบาล ซึ่งพบมากที่สุด ในหอผู้ป่วยวิกฤต^{3,5} การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบและการวิเคราะห์ห้ภูมิภาพจากการศึกษาแบบสุ่ม 58 การศึกษา ผู้ป่วยจำนวน 6,234 ราย พบว่าอัตราการเสียชีวิตจาก VAP ค่อนข้างสูง อยู่ระหว่างร้อยละ 9-13⁵ สำหรับประเทศไทย ข้อมูลจากระบบเฝ้าระวังการติดเชื้อและเชื้อดื้อยาในโรงพยาบาล (Infectious Prevention and Control and Antimicrobial Resistance surveillance program; IPC and AMR Surveillance Program) พบอุบัติการณ์การเกิด VAP ในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2564, 2565 และ 2566 เท่ากับ 3.61, 4.13 และ 3.85 ครั้ง ต่อ 1,000 วันใช้เครื่องช่วยหายใจ ตามลำดับ โดยพบอุบัติการณ์การเกิด VAP มากที่สุดที่โรงพยาบาลศูนย์ ปี พ.ศ. 2564, 2565 และ 2566 เท่ากับ 3.78, 4.57 และ 4.31 ครั้ง ต่อ 1,000 วันใช้เครื่องช่วยหายใจ ตามลำดับ⁶ สำหรับปัจจัยที่ทำให้เกิด VAP พบว่า ปัจจัยทางคลินิก ได้แก่ ผู้ป่วยสูงอายุ มีโรคประจำตัว⁷ ส่งผลทำให้มีระยะเวลานอนโรงพยาบาลนานขึ้นและระยะเวลาในการใช้เครื่องช่วยหายใจเพิ่มขึ้นเช่นกัน อาจมีการทำหัตถการใน ICU เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ผู้ป่วยเกิดการติดเชื้อแบคทีเรียจากสิ่งแวดล้อม และทำให้อุบัติการณ์ VAP สูงขึ้นตามมานอกจากนี้ยัง พบว่า เชื้อแบคทีเรียดื้อยาหลายขนาน และระยะเวลานอนในหอผู้ป่วยวิกฤต (intensive care unit; ICU) มากกว่า 5 วัน เป็นปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิด VAP⁸ รวมไปถึงผู้ป่วยที่มีโรคร่วม ได้แก่ โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคอ้วน โรคเบาหวาน และโรคพิษสุราเรื้อรัง เป็นกลุ่มเสี่ยงสูงที่เกิด VAP⁹ อย่างไรก็ตาม พบว่า การควบคุมความดันในกระเปาะท่อช่วยหายใจอย่างต่อเนื่องพร้อมกับการดูดเสมหะได้ก่ลดเสี่ยง เป็นปัจจัยป้องกันการเกิด VAP⁸ จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นชี้ให้เห็นว่าปอดอักเสบจากการใช้เครื่องช่วยหายใจเป็นการติดเชื้อที่พบบ่อยที่สุด ในหอผู้ป่วยวิกฤต พบได้ในโรงพยาบาลศูนย์ทุกแห่ง และเป็นการติดเชื้อ

ในโรงพยาบาลที่มักพบได้เป็นลำดับแรก ๆ ส่งผลกระทบบให้ผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจมีอัตราป่วยตายสูง¹⁰ ซึ่งโรงพยาบาลศูนย์เป็นโรงพยาบาลที่มีผู้ป่วยเข้ารับการรักษามาก ทำให้สถานที่มีความแออัด รวมไปถึงอัตราค่าลงไม่เพียงพอ และมีภาวะเร่งรีบขณะช่วยชีวิตผู้ป่วย เหล่านี้จึงเป็นอุปสรรคในการป้องกันการเกิดปอดอักเสบจากการใช้เครื่องช่วยหายใจ¹¹

การศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิด VAP ในประเทศไทยที่ผ่านมา ส่วนใหญ่ศึกษาในระดับโรงพยาบาล 1 แห่ง (single center) และศึกษาเฉพาะหอผู้ป่วยเดียวเท่านั้น¹²⁻¹⁶ แต่ยังไม่มีการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิด VAP ในโรงพยาบาลศูนย์ที่เป็นภาพรวมของประเทศไทย (multicenter) ดังนั้นการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดปอดอักเสบจากการใช้เครื่องช่วยหายใจในครั้งนี้ จะทำให้ทราบปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกิด VAP ในหอผู้ป่วยวิกฤต ภาพรวมของประเทศไทย ซึ่งข้อมูลที่ได้จะครอบคลุมและเป็นตัวแทนของผู้ป่วยปอดอักเสบในโรงพยาบาลศูนย์บริบทต่างๆ อันจะนำไปสู่การกำหนดมาตรการในการป้องกันและควบคุม VAP เพื่อนำไปสู่การลดอัตราป่วยและอัตราการตายจาก VAP ต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดปอดอักเสบจากการใช้เครื่องช่วยหายใจในหอผู้ป่วยวิกฤตโรงพยาบาลศูนย์

นิยามศัพท์

1. ปอดอักเสบจากการติดเชื้อในโรงพยาบาล หมายถึง ผู้ป่วยที่นอนรักษาตัวในโรงพยาบาลอย่างน้อย 2 วันปฏิทินเป็นต้นไป และเกิดการติดเชื้อปอดอักเสบในโรงพยาบาล โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ป่วยปอดอักเสบจากการใช้เครื่องช่วยหายใจ และผู้ป่วยปอดอักเสบที่ไม่ได้รับการใช้เครื่องช่วยหายใจ

2. การเกิดปอดอักเสบจากการใช้เครื่องช่วยหายใจ (ventilator-associated pneumonia) คือ ภาวะปอด

อักเสบที่เกิดขึ้นหลังจากผู้ป่วยใช้เครื่องช่วยหายใจมากกว่า 2 วันปฏิทินเป็นต้นไป หรือหลังถอดเครื่องช่วยหายใจไม่เกิน 2 วันปฏิทิน⁴

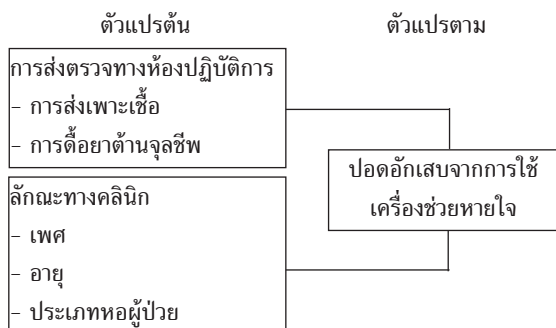
3. เชื้อดื้อยา หมายถึง เชื้อดื้อยาหลายขนานทั้งหมด (multidrug resistant; MDR) โดยเป็นเชื้อจุลชีพก่อโรคที่มีการดื้อยาต้านจุลชีพอย่างน้อย 1 ชนิดยา จากกลุ่มยาต้านจุลชีพตั้งแต่ 3 กลุ่มยาขึ้นไป

4. ระบบเฝ้าระวังการติดเชื้อและเชื้อดื้อยาในโรงพยาบาล (IPC&AMR Surveillance program) หมายถึง ระบบการจัดเก็บและบันทึกข้อมูลแบบไปข้างหน้า จัดเก็บข้อมูลการติดเชื้อและเชื้อดื้อยาในโรงพยาบาล (case-based surveillance) จากโรงพยาบาลทุกระดับทั่วประเทศไทย มากกว่า 600 แห่ง ดำเนินงานโดยสถาบันบำราศนราดูร กรมควบคุมโรค¹⁷⁻¹⁸ ผู้ที่รายงานข้อมูลเข้ามายังระบบ คือ พยาบาลควบคุมการติดเชื้อ (infection control nurse) ซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบงานด้านการป้องกันและควบคุมการติดเชื้อและเชื้อดื้อยาในโรงพยาบาล (infection prevention and control program; IPC) หลังจากนั้นอายุรแพทย์โรคติดเชื้อ กุมารแพทย์โรคติดเชื้อ และพยาบาลควบคุมการติดเชื้อ ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านโรคติดเชื้อและดูแลฐานข้อมูลดังกล่าว จะเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลอีกครั้ง

5. หอผู้ป่วยวิกฤต หมายถึง หน่วยงานที่รับผิดชอบดูแลรักษาพยาบาลผู้ป่วยที่มีอาการหนักหรืออยู่ในชั้นวิกฤต ประกอบด้วย แพทย์และพยาบาลที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะในการดูแลผู้ป่วยดังกล่าว มีการใช้ยาความเสี่ยงสูงเฉพาะ มีการนำเทคโนโลยีและอุปกรณ์ทางการแพทย์ขั้นสูงมาเสริมประสิทธิภาพในการรักษา

6. โรงพยาบาลศูนย์ หมายถึง โรงพยาบาลที่สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุขประกาศกำหนดให้เป็นโรงพยาบาลศูนย์ มีจำนวนเตียงมากกว่า 500 เตียง และมีขีดความสามารถรองรับผู้ป่วยที่ต้องการการรักษาที่ยุ่ยาก ซับซ้อน ใช้เทคโนโลยีสูง มีราคาแพง

กรอบแนวคิดการวิจัย



แผนภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีการศึกษา

การวิจัยนี้ใช้รูปแบบการศึกษาแบบย้อนหลัง (retrospective cohort study) รวบรวมข้อมูลในระบบเฝ้าระวังการติดเชื้อและเชื้อดื้อยาในโรงพยาบาล (IPC and AMR Surveillance program) ที่บริหารจัดการโดยสถาบันบำราศนราดูร กรมควบคุมโรค ตั้งแต่เดือนมกราคม-ธันวาคม 2566 คัดประชากรมาจากข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) โดยไม่ได้มีการสืบค้นประวัติจากแฟ้มผู้ป่วย

ประชากรที่ศึกษา ผู้ป่วยติดเชื้อปอดอักเสบในโรงพยาบาล (hospital acquired pneumonia; HAP) ของโรงพยาบาลศูนย์ จำนวน 30 แห่ง ที่ถูกรายงานเข้ามาในระบบเฝ้าระวังการติดเชื้อและเชื้อดื้อยาในโรงพยาบาล (IPC and AMR Surveillance program) จำนวน 6,441 ราย

กลุ่มศึกษา ผู้ป่วยปอดอักเสบในโรงพยาบาลจากการการใช้เครื่องช่วยหายใจ (VAP) จำนวน 4,003 ราย

กลุ่มเปรียบเทียบ ผู้ป่วยปอดอักเสบในโรงพยาบาลที่ไม่ได้ใช้เครื่องช่วยหายใจ (non-VAP) จำนวน 2,438 ราย

เกณฑ์คัดเข้า (Inclusion criteria) ผู้ป่วยปอดอักเสบจากการติดเชื้อในโรงพยาบาล โดยจำแนกเป็น ผู้ป่วยปอดอักเสบจากการใช้เครื่องช่วยหายใจ (VAP) และผู้ป่วยปอดอักเสบที่ไม่ได้ใช้เครื่องช่วยหายใจ (Non-VAP) ซึ่งได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ ตามเกณฑ์การวินิจฉัยปอดอักเสบจากการติดเชื้อ (pneumonia)¹⁹ และมีการรายงานในระบบเฝ้าระวังการติดเชื้อและเชื้อดื้อยาในโรงพยาบาล (IPC&AMR Surveillance program) ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2566

เกณฑ์คัดออก (Exclusion criteria)

1) ผู้ป่วยที่กลับมารักษาซ้ำในโรงพยาบาลเดิม โดยได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่าเป็นผู้ป่วยปอดอักเสบในโรงพยาบาล ตามเกณฑ์การวินิจฉัยปอดอักเสบจากการติดเชื้อ (pneumonia)¹⁹ ในช่วงตั้งแต่เดือนมกราคม-ธันวาคม 2566

2) ข้อมูลผู้ป่วยที่ไม่ถูกต้องและไม่สมบูรณ์

การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่ออธิบายคุณลักษณะ การตรวจทางห้องปฏิบัติการ การดื้อยาต้านจุลชีพ และผลลัพธ์การรักษา โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ข้อมูลจากตัวแปรจัดกลุ่ม (categorical variable) แสดงผลเป็นจำนวนและสัดส่วนร้อยละ เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้ chi-square test หรือ Fisher's exact test ตามความเหมาะสมของการกระจายตัวของข้อมูล สำหรับข้อมูลจากตัวแปรต่อเนื่อง (continuous variable) แสดงผลเป็น ค่ามัธยฐาน และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยต่อการเกิดปอดอักเสบจากการใช้เครื่องช่วยหายใจ ได้แก่

1) กลุ่มผู้ป่วยปอดอักเสบที่สัมพันธ์กับการใช้เครื่องช่วยหายใจ 2) กลุ่มผู้ป่วยปอดอักเสบที่ไม่ใช้เครื่องช่วยหายใจ เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ โดยใช้สถิติ binary logistic regression enter method กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับน้อยกว่า 0.05 และเลือกเฉพาะตัวแปรที่มีค่าสำคัญเข้าสู่สมการเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพหุของปัจจัย รายงานความสัมพันธ์เป็นค่าอัตราส่วนแอดัมต่อแบบหยาบ (crude odds ratio; COR) และแบบปรับแล้ว (adjust odds ratio; AOR) และช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95(95% confidence intervals; CIs)

การพิจารณาของคณะกรรมการวิจัยในมนุษย์

โครงการวิจัยนี้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการพิจารณาโครงการวิจัย สถาบันบำราศนราดูร รหัสโครงการ N029h/67_ExpD ลงวันที่ 2 กันยายน 2567

ผลการศึกษา

ผู้ป่วยปอดอักเสบในโรงพยาบาลทั้งหมดจำนวน 6,441 ราย เป็นผู้ป่วยปอดอักเสบที่สัมพันธ์กับการใช้เครื่องช่วยหายใจ (VAP) 4,003 ราย (ร้อยละ 62.1) และเป็นผู้ป่วยปอดอักเสบที่ไม่ได้ใช้เครื่องช่วยหายใจ (non-VAP) 2,438 ราย (ร้อยละ 37.9) ร้อยละ 62.6 ของผู้ป่วยทั้งหมดเป็นเพศชาย มัธยฐานอายุ 63 ปี (IQR=29 ปี) มีอายุตั้งแต่แรกเกิด ถึง 103 ปี ผู้ป่วยร้อยละ 94.4 มีการส่งสิ่งส่งตรวจเพื่อเพาะเชื้อ โดยส่งเสมหะมากที่สุดถึงร้อยละ 95.8 (5,751 ราย) ผู้ป่วยที่มีการส่งเพาะเชื้อพบเชื้อแบคทีเรียได้ถึงร้อยละ 82.4 (5,310 ราย) และพบเป็นเชื้อดื้อยาร้อยละ 68.5 ผลลัพธ์การรักษา พบว่าผู้ป่วยปอดอักเสบในโรงพยาบาลมีอัตราการเสียชีวิตร้อยละ 39.8 (ตารางที่ 1)

ผู้ป่วย VAP ร้อยละ 63.3 เป็นเพศหญิง และร้อยละ 72.1 มีอายุน้อยกว่า 1 เดือน โดยผู้ป่วย VAP ได้รับการรักษาในหอผู้ป่วยวิกฤต ร้อยละ 83.2 ซึ่งมากกว่าผู้ป่วย non-VAP (ร้อยละ 16.8) อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) มีการส่งเพาะเชื้อทางห้องปฏิบัติการ ร้อยละ 64.3 ซึ่งมากกว่าผู้ป่วย non-VAP (ร้อยละ 35.7) อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยสิ่งส่งตรวจที่ส่งเพาะเชื้อมากที่สุดคือเสมหะ ผู้ป่วย VAP พบเชื้อแบคทีเรียจากสิ่งส่งตรวจร้อยละ 87.9 และเป็นเชื้อดื้อยาร้อยละ 68.7 ในขณะที่ผู้ป่วย non-VAP พบเชื้อแบคทีเรียจากสิ่งส่งตรวจร้อยละ 73.5 และเป็นเชื้อดื้อยาร้อยละ 31.3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ผลลัพธ์การรักษา พบว่าผู้ป่วย VAP มีอัตราเสียชีวิต ร้อยละ 69.6 แตกต่างจากผู้ป่วย non-VAP ที่มีอัตราเสียชีวิตร้อยละ 30.4 ($p < 0.05$) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 คุณลักษณะทางคลินิก การตรวจทางห้องปฏิบัติการ และการดื้อยาต้านจุลชีพ กับการเกิดปอดอักเสบในโรงพยาบาล (N= 6,441)

ตัวแปร	Total (N=6,441)		VAP (N= 4,003)		Non-VAP (N=2,438)		p-value
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
เพศ							0.14
ชาย	4,032	62.6	2,478	61.5	1,554	38.5	
หญิง	2,409	37.4	1,525	63.3	884	36.7	
อายุ							< 0.05
< 1 เดือน	427	6.6	308	72.1	119	27.9	
1 เดือน – 15 ปี	398	6.2	241	60.6	157	39.4	
15 – 60 ปี	2,087	32.4	1,352	64.8	735	35.2	
> 60 ปี	3,529	54.8	2,102	59.6	1,427	40.4	
Median (IQR)				63 (29)			
Min–Max				แรกเกิด–103 ปี			
ประเภทหอผู้ป่วย							< 0.05
ไม่ใช่หอผู้ป่วยวิกฤต (Non-ICU)	3,760	58.4	1,773	47.2	1,987	52.8	
หอผู้ป่วยวิกฤต (ICU)	2,681	41.6	2,230	83.2	451	16.8	
การส่งเพาะเชื้อ							< 0.05
ไม่ส่ง	358	5.6	89	24.9	269	75.1	
ส่ง	6,072	94.4	3,905	64.3	2,167	35.7	

ตารางที่ 1 คุณลักษณะทางคลินิก การตรวจทางห้องปฏิบัติการ และการดื้อยาต้านจุลชีพ กับ การเกิดปอดอักเสบในโรงพยาบาล (N= 6,441) (ต่อ)

ตัวแปร	Total (N=6,441)		VAP (N= 4,003)		Non-VAP (N=2,438)		p-value	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ		
ชนิดของสิ่งส่งตรวจ								
เสมหะ (Sputum)	5,751	95.8	3,776	65.7	1,975	34.3	<0.05	
เลือด (Blood)	176	2.9	83	47.2	93	52.8	<0.05	
BAL fluid	8	0.1	4	50	4	50	0.46*	
การดื้อยาต้านจุลชีพ (N=5,310)								<0.05
ไม่ดื้อยา	1,670	31.5	1,018	61.0	652	39.0		
ดื้อยา	3,640	68.5	2,501	68.7	1,139	31.3		
ผลลัพธ์การรักษา (N=2,312)								<0.05
หายป่วย	873	37.8	500	57.3	373	42.7		
เสียชีวิต	921	39.8	641	69.6	280	30.4		
ส่งต่อ	189	8.2	122	64.6	67	35.4		
อื่นๆ	329	14.2	247	75.1	82	24.9		

IQR: interquartile range, p-value calculated by Chi-Square test, *p-value calculated by Fisher Exact test

เชื้อก่อโรคที่พบเป็นสาเหตุของปอดอักเสบในโรงพยาบาลส่วนใหญ่เป็นเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ และที่พบมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ *Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella pneumoniae* และ *Pseudomonas aeruginosa* โดยพบว่า เชื้อ *A. baumannii* และ *P. aeruginosa* ที่ดื้อยาพบเป็นเชื้อก่อโรคในผู้ป่วย VAP มากกว่า non-VAP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 เชื้อก่อโรค 10 อันดับแรก ที่เป็นสาเหตุของการเกิดปอดอักเสบในโรงพยาบาล

เชื้อก่อโรค	Total (N=6,441)		VAP (N= 4,003)		Non-VAP (N=2,438)		p-value
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
Gram positive							
<i>Staphylococcus aureus</i>							0.86
ไม่ดื้อยา	100	89.3	61	61.0	39	39.0	
ดื้อยา	12	10.7	7	58.3	5	41.7	
<i>Streptococcus pneumoniae</i>							
ไม่ดื้อยา	16	100	4	25.0	12	75.0	
Gram negative							
<i>Acinetobacter baumannii</i>							<0.05
ไม่ดื้อยา	480	13.3	302	62.9	178	37.1	

ตารางที่ 2 เชื้อก่อโรค 10 อันดับแรก ที่เป็นสาเหตุของการเกิดปอดอักเสบในโรงพยาบาล (ต่อ)

เชื้อก่อโรค	Total (N=6,441)		VAP (N= 4,003)		Non-VAP (N=2,438)		p-value
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	
ดื้อยา	3,132	86.7	2,220	70.9	912	29.1	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>							<0.05
ไม่ดื้อยา	667	77.4	460	69.0	207	31.0	
ดื้อยา	195	22.6	156	80.0	39	20.0	
<i>Klebsiella pneumoniae</i>							0.43
ไม่ดื้อยา	614	47.7	356	58.0	258	42.0	
ดื้อยา	672	52.3	375	55.8	297	44.2	
<i>Escherichia coli</i>							0.16
ไม่ดื้อยา	128	68.4	47	36.7	81	63.3	
ดื้อยา	59	31.6	28	47.5	31	52.5	
<i>Proteus mirabilis</i>							0.72
ไม่ดื้อยา	35	87.5	17	48.6	18	51.4	
ดื้อยา	5	12.5	2	40.0	3	60.0	
<i>Enterobacter spp.</i>							0.78
ไม่ดื้อยา	91	71.7	58	63.7	33	36.3	
ดื้อยา	36	28.3	22	61.1	14	38.9	
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>							
ไม่ดื้อยา	303	100	233	76.9	70	23.1	
<i>Serratia marcescens</i>							0.49
ไม่ดื้อยา	43	84.3	27	62.8	16	37.2	
ดื้อยา	8	15.7	4	50.0	4	50.0	

p-value calculated by Chi-Square test

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดปอดอักเสบจากการใช้เครื่องช่วยหายใจ โดยใช้ multiple logistic regression ที่ค่า $p < 0.05$ พบว่า ปัจจัยด้านอายุ พบว่า ผู้ป่วยที่มีอายุตั้งแต่ 1 เดือน ถึง 15 ปี เกิด VAP เป็น 0.61 เท่า เมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่มีอายุน้อยกว่า 1 เดือน (AOR=0.61, 95% CI=0.38–0.97)

ปัจจัยด้านหอผู้ป่วย พบว่า ผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษในหอผู้ป่วยวิกฤต เกิด VAP เป็น 5.4 เท่า เมื่อเทียบกับ ผู้ป่วยที่รับการรักษาในหอผู้ป่วยที่ไม่วิกฤต (AOR=5.4, 95% CI=4.73–6.35) ปัจจัยด้านการดื้อยาต้านจุลชีพ พบว่า ผู้ป่วยที่มีการดื้อยาต้านจุลชีพ สัมพันธ์กับ VAP เป็น 1.3 เท่า เมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่ไม่ดื้อยาต้านจุลชีพ (AOR=1.3, 95% CI= 1.15–1.49) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกิดปอดอักเสบจากการใช้เครื่องช่วยหายใจ

ตัวแปร	Crude OR (95% CI)	p-value	Adjust OR (95% CI)	p-value
เพศ				
ชาย	1			
หญิง	1.08(0.97-1.2)	0.14		
อายุ				
< 1 เดือน	1		1	
1 เดือน – 15 ปี	0.59(0.44-0.79)	<0.05	0.61(0.38-0.97)	0.03
15-60 ปี	0.71(0.56-0.89)	<0.05	0.90(0.61-1.31)	0.58
> 60 ปี	0.56(0.45-0.71)	<0.05	0.77(0.53-1.12)	0.17
ประเภทหอผู้ป่วย				
ไม่ใช่หอผู้ป่วยวิกฤต (Non-ICU)	1		1	
หอผู้ป่วยวิกฤต (ICU)	5.54(4.91-6.2)	<0.05	5.4(4.73-6.35)	<0.05
การส่งเพาะเชื้อ				
ไม่ส่ง	1		1	
ส่ง	5.44(4.26-6.96)	<0.05	3.4(0.58-20.43)	0.16
การดื้อยาต้านจุลชีพ				
ไม่ดื้อยา	1		1	
ดื้อยา	1.40(1.24-1.58)	<0.05	1.30(1.15-1.49)	<0.05

ค่า Adjust odds ratio (AOR) วิเคราะห์โดยใช้สถิติ multiple logistic regression และควบคุมอิทธิพลของตัวแปรกวน ได้แก่ อายุ ประเภทหอผู้ป่วย การส่งเพาะเชื้อ การดื้อยาต้านจุลชีพ

สรุปและอภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษานี้ สัดส่วนของการเกิดปอดอักเสบในโรงพยาบาล พบผู้ป่วยปอดอักเสบที่สัมพันธ์กับการใช้เครื่องช่วยหายใจ มากกว่าผู้ป่วยที่ไม่ใช้เครื่องช่วยหายใจ อุบัติการณ์ VAP เท่ากับร้อยละ 62.1 ใกล้เคียงกับการศึกษาของพรพิมลในโรงพยาบาลตติยภูมิ ปี 2560 ซึ่งพบอุบัติการณ์ VAP เท่ากับร้อยละ 61.2¹² โดยผู้ป่วย VAP ในการศึกษานี้มีอัตราการเสียชีวิตสูงถึงร้อยละ 42.5 ใกล้เคียงกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่โรงพยาบาลตติยภูมิที่พบอัตราผู้ป่วยตายจาก VAP สูงถึงร้อยละ 38.2²⁰ อย่างไรก็ตาม อุบัติการณ์การเกิด VAP และอัตราการเสียชีวิตอาจแตกต่างกันไปขึ้นกับระดับของโรงพยาบาลและผู้ป่วย

หลักของสถานพยาบาลนั้น ๆ นอกจากนี้ ผู้ป่วย VAP ยังมีต้นทุนค่ารักษาพยาบาลที่เข้ารับการรักษานในหอผู้ป่วยวิกฤตสูง เฉลี่ย \$6250.92³

ผู้ป่วยที่มีอายุที่มีอายุตั้งแต่ 1 เดือน ถึง 15 ปี เกิด VAP ลดลง 0.61 เท่า เมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่มีอายุน้อยกว่า 1 เดือน (AOR=0.61, 95% CI= 0.38-0.97) โดยการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิด VAP ในหอผู้ป่วยวิกฤตเด็ก พบผู้ป่วยที่ใส่ท่อช่วยหายใจซ้ำมีความเสี่ยงต่อการเกิด VAP เป็น 3.26 เท่า เมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่ใส่ท่อช่วยหายใจครั้งเดียว นอกจากนี้ภาวะ neuromuscular disease ภาวะ sepsis และภาวะ COMA (Glasgow coma scale น้อยกว่าหรือเท่ากับ 8 คะแนน)

เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิด VAP ในหอผู้ป่วยวิกฤตเด็ก ผู้ป่วยเด็กที่เกิด VAP จะมีระยะเวลาการใช้เครื่องช่วยหายใจ ระยะเวลานอนในหอผู้ป่วยวิกฤต และค่ารักษาพยาบาลสูงกว่าผู้ป่วยที่ไม่เกิด VAP¹³ แต่อย่างไรก็ตามบางการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าปัจจัยด้านอายุไม่มีความสัมพันธ์กับการเกิด VAP¹⁴

ผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในหอผู้ป่วยวิกฤตมีโอกาสดเกิด VAP มากกว่าผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในหอผู้ป่วยไม่วิกฤต 5.4 เท่า (AOR=5.4, 95% CI=4.73–6.35) สอดคล้องกับการศึกษาในต่างประเทศ พบว่า ผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในหอผู้ป่วยวิกฤต มีความเสี่ยงที่จะเกิด VAP⁹ โดยหอผู้ป่วยวิกฤต ดูแลรักษาผู้ป่วยที่มีอาการหนักและอยู่ในภาวะวิกฤต ทั้งโรคที่พบบ่อย โรคที่มีความเสี่ยงสูง โรคที่มีค่าใช้จ่ายสูง และโรคที่มีความแปรปรวนในการรักษาสูง ซึ่งต้องการการดูแลอย่างใกล้ชิด ต้องมีการติดตามเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงอาการของผู้ป่วยอยู่ตลอดเวลา²¹ สำหรับการปฏิบัติเพื่อป้องกัน VAP ของพยาบาลวิชาชีพในหอผู้ป่วยวิกฤต พบว่า ด้านการสนับสนุนบุคลากรด้านสิ่งสนับสนุน และการบริหารจัดการในภาพรวมอยู่ในระดับต่ำ และสิ่งที่เป็อุปสรรคสำคัญ คือ อัตราค่าลงไม่เพียงพอ (ร้อยละ 26.2) และภาวะเร่งรีบขณะช่วยชีวิตผู้ป่วย (ร้อยละ 20.2) ตามลำดับ¹⁰

ผู้ป่วย VAP พบว่าสัมพันธ์กับการติดเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพ 1.3 เท่า (AOR=1.3, 95% CI=1.15–1.49) สอดคล้องกับการศึกษาในต่างประเทศที่ศึกษาปัจจัยเสี่ยงและปัจจัยป้องกันต่อการเกิด VAP พบว่า ผู้ป่วย VAP สัมพันธ์กับการติดเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพ 2.73 เท่า (AOR=2.73, 95% CI=1.83–4.07)⁸ การใช้ยาต้านจุลชีพเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดเชื้อดื้อยาแต่การใช้ยาไม่เหมาะสมจะสร้างปัญหามากกว่า การใช้ยาต้านจุลชีพรักษาผู้ป่วยแต่ละราย หากเป็นไปอย่างไม่เหมาะสม จะเกิดผลข้างเคียงอันไม่พึงประสงค์ได้²² การดื้อยาต้านจุลชีพ เป็นสาเหตุสำคัญของการป่วยและการเสียชีวิต¹⁸ ดังนั้นการเลือกใช้ยาต้านจุลชีพอย่างเหมาะสมจะช่วยลดอุบัติการณ์การเกิดโรค ลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการนอนโรงพยาบาล รวมไปถึงลดอัตราการเกิดเชื้อดื้อยาและอัตราการเสียชีวิตได้²⁰

นอกจากนี้ยังพบว่า แบคทีเรียแกรมลบ *A. baumannii* และ *P. aeruginosa* ที่ดื้อยา มีความสัมพันธ์กับการเกิด VAP เชื้อดื้อยาด้านจุลชีพดังกล่าวเป็นเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของการเกิดปอดอักเสบในโรงพยาบาล อาจมาจากเชื้อภายในร่างกายของผู้ป่วย จากผู้ป่วยรายอื่น จากบุคลากรของโรงพยาบาลหรือจากสิ่งแวดล้อม เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผู้ป่วยใช้เครื่องช่วยหายใจและเข้ารับการรักษาในหอผู้ป่วยวิกฤต¹⁰ สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา ที่พบว่า เชื้อดื้อยาด้านจุลชีพ ได้แก่ *A. baumannii* (MDR) และ *P. aeruginosa* มีความสัมพันธ์กับการเกิด VAP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)^{12,20} การศึกษาในโรงเรียนแพทย์ที่ผ่านมา พบว่า เชื้อแบคทีเรียแกรมลบเป็นสาเหตุของ VAP มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 96.6 ของเชื้อที่แยกได้ และเชื้อแบคทีเรียที่พบมากที่สุด คือ *A. baumannii* ร้อยละ 39.5¹⁵

อย่างไรก็ตามการศึกษานี้มีข้อจำกัด คือ ปัจจัยที่นำเข้าสู่การศึกษา เนื่องจากระบบเฝ้าระวังนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเฝ้าระวังการติดเชื้อและเชื้อดื้อยาในโรงพยาบาล เพื่อให้ทราบสถานการณ์และแนวโน้มของการระบาดของติดเชื้อและเชื้อดื้อยาในโรงพยาบาล ทำให้ปัจจัยอื่นที่มีความสำคัญต่อการเกิด VAP ไม่ได้บันทึกไว้ในระบบ เช่น การได้รับยาลดกรด ระยะเวลาการใช้เครื่องช่วยหายใจ ระยะเวลาที่อยู่หอผู้ป่วยวิกฤต การใส่ท่อช่วยหายใจซ้ำมากกว่า 1 ครั้ง การให้ผู้ป่วยนอนศีรษะสูง การทำความสะอาดช่องปากและฟัน เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าปัจจัยที่นำเข้าสู่การศึกษาในครั้งนี้ไม่มากนัก แต่ก็ยังเป็นปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับการเกิด VAP

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1) ผลของการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดปอดอักเสบจากการใช้เครื่องช่วยหายใจในครั้งนี้สามารถนำไปใช้ออกแบบงานวิจัยในรูปแบบกึ่งทดลอง quasi-experimental research

2) การวิจัยนี้เป็นการศึกษาย้อนหลังและเป็นการใช้ข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งอาจทำให้เกิด information bias แต่อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้มีการตรวจสอบข้อมูลผู้ป่วย

ก่อนที่จะนำมาวิเคราะห์ ดังนั้นการศึกษาครั้งต่อไป ควรทำการศึกษาไปข้างหน้าโดยเก็บข้อมูลในผู้ป่วย ปอดอักเสบจากการใช้เครื่องช่วยหายใจทุกราย และ ติดตามไปข้างหน้าจนถึงผู้ป่วยเกิด VAP เพื่อค้นหาปัจจัยอื่น ที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดปอดอักเสบจากการใช้ เครื่องช่วยหายใจ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้สำเร็จลงด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบคุณ พญ.ลลธิธา เจริญพงษ์ นพ.วิศิษฐ์ มูลศาสตร์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็น ประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ นพ.กิตติพงศ์ สัตยชาติวิรุฬห์ ผู้อำนวยการสถาบันบำราศนราดูร และ บุคลากรสถาบันบำราศนราดูรทุกท่าน ที่อนุญาตให้ ดำเนินการวิจัยและให้ข้อมูลเพื่อการวิจัย และ ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามในที่นี้ ที่ให้ความ ช่วยเหลือ ทำให้การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. Pediatric Infectious Diseases Society of Thailand. Healthcare-associated infections (HAI) [Internet]. 2024 [cited 2024 Aug 11]. Available from: <https://pidst.or.th/A183.html> (in Thai)
2. Magill SS, Edwards JR, Bamberg W, Beldavs ZG, Dumyati G, Kainer MA, et al. Multistate point-prevalence survey of health care-associated infections. *N Engl J Med*. 2014; 370(13): 1198–208.
3. Bonell A, Azarrafiy R, Huong VTL, Viet TL, Phu VD, Dat VQ, et al. A systematic review and meta-analysis of ventilator-associated pneumonia in adults in Asia: an analysis of national income level on incidence and etiology. *Clin Infect Dis*. 2019; 68(3): 511–8.
4. National Health Safety Network. Pneumonia (ventilator-associated [VAP] and non-ventilator-associated pneumonia [PNEU]) event. January 2024.
5. Papazian L, Klompas M, Luyt CE. Ventilator-associated pneumonia in adults: a narrative review. *Intensive Care Med*. 2020; 46(5): 888–906.
6. Bamrasnaradura Infectious Diseases Institute. IPC and AMR surveillance. [Internet]. 2024 [cited 2024 Aug 11]. Available from: <https://www.nicc-ipcprogram.org/> (in Thai)
7. Wu D, Wu C, Zhang S, Zhong Y. Risk factors of ventilator-associated pneumonia in critically ill patients. *Front Pharmacol*. 2019; 10: 482.
8. Pawlik J, Tomaszek L, Mazurek H, Mędrzycka-Dąbrowska W. Risk factors and protective factors against ventilator-associated pneumonia –A single-center mixed prospective and retrospective cohort study. *J Clin Med*. 2022; 12(4): 597.
9. Kózka M, Segá A, Wojnar-Gruszka K, Tamawska A, Gniadek A. Risk factors of pneumonia associated with mechanical ventilation. *Int J Environ Res Public Health*. 2020; 17(2). (in Thai)
10. Akeur U. Epidemiology and practice guidelines for preventing hospital-acquired infections. Chiang Mai: Ming Muang Press; 2013.
11. Ruangkhae S, Unahalekhaka A, Kasatpibal N. Practices and obstacles in prevention of ventilator-associated pneumonia among registered nurses in intensive care units. *Nurs J*. 2021; 48(2): 1–10.
12. Porwimon L. Nosocomial pneumonia and ventilator-associated pneumonia in adult patients at Samut Prakan Hospital: causes, risk factors, treatment outcomes, and impacts of antimicrobial resistance. *J Med Sci Region*. 2019; 33(2): 181–196. (in Thai)
13. Kengkaj U. Factors associated with ventilator-associated pneumonia in pediatric intensive care unit.

- J Mahasarakham Hosp. 2020; 17(2): 13–25. (in Thai)
14. Pawarisa R. Factors associated with the incidence of pneumonia in patients using ventilators in Hua Hin Hospital, Prachuap Khiri Khan. J Res Health IQ. 2023; 3(1): 37–48. (in Thai)
15. Dussadee D, et al. Incidence of ventilator-associated pneumonia in the Pediatric Intensive Care Unit of Vajira Hospital. Vajira Med J. 2016; 60(3): 201–209. (in Thai)
16. Natthaka J. Risk factors and Outcomes of ventilator-associated pneumonia neonates. J reg11med 2019; 33(2):233–242 (in Thai)
17. Food and Drug Administration and Health Technology Assessment and Policy Project. Evaluation system for integrated antimicrobial resistance surveillance. 2017. (in Thai)
18. Department of Disease Control. Guidelines for surveillance and investigation of antimicrobial resistant pathogens. 2022. (in Thai)
19. Bamrasnaradura Infectious Diseases Institute. Hospital-Acquired Infection Diagnosis Guideline. Bangkok: Aksorn graphic and design publishing limited partnership. 2018 (in Thai)
20. Thanittada L. Incidence and causes of nosocomial pneumonia and ventilator-associated pneumonia at Somdet Phra Phutthaleang Hospital. Chonburi Hospital J. 2021; 16(2): 121–130. (in Thai)
21. Department of Health Service Support. Design manual for healthcare facilities and environment in intensive care units. 2017. (in Thai)
22. Bamrasnaradura Institute. Prevention of antimicrobial-resistant infections in hospitals. Bangkok: Akson Graphic and Design Press; 2019. (in Thai)