**บทความวิจัย**

# การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในสิ่งแวดล้อม และการติดเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพในโรงพยาบาล

*วริศรา จิระวาทิน* [1]
*สุคนธา ศิริ* [2]
*ดุสิต สุจิรารัตน์* [3]
*อนันต์ มโนมัยพิบูลย์* [4]

**บทคัดย่อ**

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความชุกของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคที่ดื้อยาในอากาศภายในอาคารและพื้นผิวที่สัมผัสบ่อยโรงพยาบาลวชิรพยาบาล คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรีย ชนิด และตัวแปรทางกายภาพกับความชุกของการติดเชื้อแบคทีเรียดื้อยาในโรงพยาบาล ตัวอย่างอากาศ 442 ตัวอย่าง และสวอบพื้นผิว 1,212 ตัวอย่างจาก 41 หอผู้ป่วย ตัวอย่างอากาศเก็บด้วยเครื่อง MAS-100® impactor วิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติเชิงพรรณนาและสมการถดถอยปัวซองเพื่อระบุความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเสี่ยงกับการติดเชื้อแบคทีเรียดื้อยาในโรงพยาบาลที่ระดับนัยสำคัญ p<.05 ผลการศึกษาพบว่า Carbapenem-resistant *A. baumannii* (CRAB) เป็นแบคทีเรียดื้อยาที่พบมากในอากาศและพื้นผิวที่สัมผัสบ่อย การปนเปื้อนของแบคทีเรียดื้อยาในอากาศและพื้นผิวที่สัมผัสบ่อยพบมากที่สุดในหอผู้ป่วยอายุรกรรมตัวอย่างที่พบการปนเปื้อนมากที่สุดมาจากผ้าพันแขนวัดความดัน นอกจากนี้จำนวนผู้ป่วยติดเชื้อแบคทีเรียดื้อยาในโรงพยาบาลที่สอดใส่อุปกรณ์ทางการแพทย์จำนวน 9 ราย อัตราการติดเชื้อเท่ากับ 0.67 ครั้ง ต่อ 1,000 วันนอน การติดเชื้อแบคทีเรียดื้อยาในโรงพยาบาลมีความสัมพันธ์กับการปนเปื้อน CRAB ในอากาศ และพื้นผิวที่สัมผัสบ่อย จำนวนบุคลากรทางการแพทย์ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในหอผู้ป่วยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<.001) การศึกษานี้จะช่วยในการพัฒนาแนวทางสำหรับลดการติดเชื้อในโรงพยาบาล

**คำสำคัญ:** การติดเชื้อในโรงพยาบาล/ เชื้อแบคทีเรียดื้อยา / สิ่งแวดล้อมในโรงพยาบาล

---

[1]พยาบาลวิชาชีพชำนาญการ งานควบคุมโรคติดเชื้อ ฝ่ายการพยาบาล คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช กรุงเทพ 10300 Corresponding Author, Email: warissara@nmu.ac.th
[2]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาระบาดวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
[3]รองศาสตราจารย์ ภาควิชาระบาดวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
[4]รองศาสตราจารย์ มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช กรุงเทพ

วันที่รับ 25 พฤษภาคม 2566 วันที่แก้ไขบทความ 20 มิถุนายน 2566 วันที่ตอบรับ รับ 25 มิถุนายน 2566

Research article

# The environmental contaminate and drug-resistant nosocomial bacterial infection in hospital settings

*Warissara Jirawathin* [1]
*Sukhontha Siri* [2]
*Dusit Sujirarat* [3]
*Anan Manomaipiboon* [4]

## Abstract

This study aimed to determine the quantities and types of drug-resistant nosocomial pathogenic bacteria in indoor air and high-touch surfaces at Vajira Hospital, Faculty of Medicine, Navamindradhiraj University. Determine the associated between bacterial load, type, and physical variables with the prevalence of drug-resistant nosocomial bacterial infections. A total of 442 air samples and 1,212 surface swab samples were taken from 41 hospital wards. The air samples were collected by MAS-100® impactor. Data were analyzed by descriptive statistics and poisson regression to determine the associated between risk factors with drug-resistant nosocomial bacterial infections at a significance level of $p < .05$. The results showed Carbapenem-resistant *A. baumannii* (CRAB) was the most frequent drug-resistant bacteria found in air and high-touch surfaces. The highest contamination of drug-resistant in the air and on high-touch surfaces was discovered in MWs. The most often contaminated samples were from blood pressure cuffs. Furthermore, the number of drug-resistant nosocomial bacterial infections who use invasive medical devices was nine, the infection rate was 0.67 times per 1,000 days of a patient admitted. Drug-resistant nosocomial bacterial infections were significantly related to CRAB contamination in air and high-touch surfaces, the number of healthcare workers, and relative humidity in inpatient wards ($p<.001$). These findings contribute to the development of a guideline for reducing hospital-acquired infection.

**Keywords:** Hospital – acquired infection/ Drug-resistant/ Hospital environment

---

[1]Professional nurse, Infection Control Division, Faculty of Medicine, Vajira Hospital, Navamindradhiraj University Corresponding Author, Email: warissara@nmu.ac.th

[2]Assistant Professor, Public Health Infectious Diseases and Epidemiology Faculty of Public Health Mahidol University

[3]Associated Professor, Public Health Infectious Diseases and Epidemiology Faculty of Public Health Mahidol University

[4]Associated Professor, Navamindradhiraj University, Bangkok

Received May 25 2023; Revised June 20 2023; Accepted June 25 2023

## บทนำ

การติดเชื้อในโรงพยาบาล (hospital-acquired infections) คือการติดเชื้อที่เกิดขึ้นในระหว่างที่ผู้ป่วยเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล โดยไม่มีการติดเชื้อหรืออยู่ในระหว่างการฟักตัวของเชื้อในขณะที่เข้ารับรักษา รวมทั้งการติดเชื้อที่เกิดขึ้นภายหลังจากที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลไปแล้วเป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง ปัจจุบันการติดเชื้อในโรงพยาบาลเป็นปัญหาด้านสาธารณสุขที่ทุกประเทศให้ความสำคัญ โดยส่งผลต่ออัตราการเสียชีวิต อัตราการเกิดทุพพลภาพ ระยะเวลาพักรักษาตัวในโรงพยาบาล ค่าใช้จ่ายในการรักษา รวมไปถึงการจัดการป้องกันและควบคุมการติดเชื้อของโรงพยาบาลอีกด้วย[1] ในปัจจุบันความชุกของการติดเชื้อในโรงพยาบาลพบตั้งแต่ร้อยละ 5.7-19.1 (ค่าเฉลี่ยร้อยละ 10.1) โดยประเทศที่พัฒนาแล้วจะมีความชุกที่น้อยกว่าประเทศที่กำลังพัฒนา[1,2] ขณะที่กลุ่มประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้พบว่ามีความชุกเท่ากับร้อยละ 9.0[3] สำหรับประเทศไทยพบความชุกของการติดเชื้อตั้งแต่ร้อยละ 1.6-7.3[4] เชื้อแบคทีเรียก่อโรคในโรงพยาบาลที่ดื้อยาต้านจุลชีพที่พบบ่อย ได้แก่ methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA), vancomycin-resistant *Enterococcus* spp. (VRE), multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa,* multidrug-resistant *A. baumannii* และ Enterobacteriaceae producing extended-spectrum β-lactamase (ESBL)[5,6] ในประเทศไทยการติดเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในโรงพยาบาลที่ดื้อยาต้านจุลชีพเป็นสาเหตุสำคัญของการเสียชีวิต[7,8] โดยปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการติดเชื้อในโรงพยาบาล คือ สิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวผู้ป่วยโดยเฉพาะพื้นผิวสัมผัสต่าง ๆ ภายในหอผู้ป่วย รวมไปถึงอากาศภายในหอผู้ป่วย ซึ่งเป็นแหล่งสะสมของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในโรงพยาบาลหลายชนิด และเชื้อแบคทีเรียบางชนิดสามารถมีชีวิตอยู่ได้นานในสิ่งแวดล้อม เช่น MRSA, *Enterococcus* spp. *P. aeruginosa* และ *A. baumannii*[7,9,10] ดังนั้นผู้ป่วยที่ติดเชื้อหรือเป็นพาหะของเชื้อก่อโรคที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลและบุคลากรที่ปฏิบัติงานในหอผู้ป่วยที่เป็นพาหะของเชื้อแบคทีเรีย จึงสามารถเป็นแหล่งแพร่กระจายเชื้อก่อโรคเหล่านั้นไปสู่ผู้ป่วยรายอื่นได้ รวมไปถึงบุคลากร อื่น ๆ ที่ปฏิบัติงานในโรงพยาบาลได้โดยการสัมผัสพื้นผิวและวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ จากการศึกษาในหอผู้ป่วยหนักประเทศอังกฤษพบว่า การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียบนพื้นผิวสัมผัสบริเวณใกล้ผู้ป่วยสัมพันธ์กับจำนวนบุคลากรและผู้เข้าเยี่ยม[11] นอกจากนี้ยังมีหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ยืนยันว่าเชื้อก่อโรคในโรงพยาบาลบางชนิดสามารถแพร่กระจายผ่านทางอากาศได้ด้วยเช่น MRSA และ *A. baumannii*[12]

ปัจจุบันการศึกษาวิจัยในเรื่องการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในสิ่งแวดล้อมในโรงพยาบาลส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด และยังเป็นการศึกษาเพียงบางหน่วยบริการในโรงพยาบาลเท่านั้น นอกจากนี้ข้อมูลการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพในสิ่งแวดล้อมของโรงพยาบาล ยังมีข้อมูลไม่เพียงพอมากนัก ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาถึงความชุกของการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพในอากาศและบนพื้นผิวสัมผัสของวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในหน่วยบริการของโรงพยาบาล ซึ่งจะสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนแนวทางปฏิบัติต่าง ๆ ทางด้านสิ่งแวดล้อมโดยรอบตัวผู้ป่วย ที่จะช่วยควบคุมและป้องกันการติดเชื้อในโรงพยาบาล

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความชุกของเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพที่พบในอากาศและพื้นผิวสัมผัสบริเวณรอบตัวผู้ป่วยภายในโรงพยาบาล

2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการติดเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพในโรงพยาบาล

## วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบภาคตัดขวาง (cross-sectional study design) เพื่อศึกษาความชุกและชนิดของเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม ได้แก่ อากาศ และพื้นผิวสัมผัสต่าง ๆ บริเวณรอบตัวผู้ป่วยรวมทั้งพื้นผิววัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในหน่วยบริการของโรงพยาบาลคณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช โดยทำการเก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ถึง เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ.2563

### การเก็บตัวอย่าง

#### การเก็บตัวอย่างอากาศ

ตัวอย่างอากาศทั้งหมด 442 ตัวอย่าง เก็บจากหอผู้ป่วยในทั้งหมด 405 ตัวอย่าง และหน่วยบริการพิเศษอื่น ๆ โดยเลือกเก็บแต่ละจุดให้คลอบคลุมอากาศทั้งหมดในหอผู้ป่วย[13] เก็บด้วยวิธีการดูดอากาศผ่านลงไปในผิวหน้าสัมผัสของจานเพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย โดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศแบบ active air sampling ชนิด MAS-100® ตั้งค่าอัตราการไหลเข้าของอากาศ 100 ลิตร/นาที และเก็บตัวอย่างอากาศในแต่ละจุด เป็นเวลา 3 นาที โดยติดตั้งภายใน หอผู้ป่วย/หน่วยบริการ ๆ ละ 5 จุด (เคาเตอร์พยาบาล 1 จุด พื้นที่ที่เป็นทางไหลออกของอากาศ 1 จุด และบริเวณใกล้กับผู้ป่วย 3 จุด) เก็บที่ความสูง 1.5 เมตรจากพื้น และห่างจากผนัง 1 เมตร[13] เก็บตัวอย่างในช่วงเวลา 9.00 – 11.00 น. และ 14.00-15.00 น. โดยทำการเก็บตัวอย่าง 3 ครั้งต่อเดือน

#### การเก็บตัวอย่างพื้นผิวสัมผัสวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ

ตัวอย่างพื้นผิวสัมผัส 1,212 ตัวอย่าง เก็บด้วยวิธีใช้ไม้พันสำลีปลอดเชื้อ (swab) ที่ชุบด้วยสารละลายน้ำเกลือ (Normal Saline Solution: NSS) ป้ายลงบนพื้นผิวที่ต้องการเก็บขนาด 10 ตารางเซนติเมตร แล้วป้ายลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (Streak plate) โดยจุดที่เก็บตัวอย่างประกอบด้วยพื้นผิวบริเวณรอบตัวผู้ป่วย ได้แก่ ผ้าปูเตียงผู้ป่วย ราวข้างเตียงผู้ป่วย โต๊ะข้างเตียงผู้ป่วย โต๊ะคร่อมเตียง เสาน้ำเกลือ เครื่องให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ เครื่องช่วยหายใจ เครื่องวัดสัญญาณชีพ ผ้าพันแขนเครื่องวัดความดัน และพื้นที่อื่น ๆ ภายในหอผู้ป่วย ได้แก่ โต๊ะทำงานของพยาบาล แป้นพิมพ์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์ และแฟ้มเวชระเบียนผู้ป่วย

#### การวินิจฉัยชนิดของเชื้อแบคทีเรีย

ตัวอย่างอากาศและตัวอย่างพื้นผิวสัมผัสนำส่งห้องปฏิบัติการของฝ่ายชันสูตรโรคกลางและธนาคารเลือด โรงพยาบาลวชิรพยาบาล โดยตัวอย่างทั้งหมดบ่มเพาะเชื้อที่อุณหูมิ 37 °C เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง แล้วทำการวินิจฉัยชนิดของเชื้อด้วยวิธีการทดสอบทางชีวเคมีชนิด MALDI-TOF Mass Spectrometry หลังจากนั้นเลือกเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในโรงพยาบาลมาทำการทดสอบความไวต่อยาต้านจุลชีพด้วยวิธี agar disc diffusion

### การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ชนิดของเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพในอากาศและพื้นผิวสัมผัสวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา โดยนำเสนอความชุกในรูปแบบของจำนวนและร้อยละ

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นทั้งตัวแปรที่เป็นคุณภาพและตัวแปรต้นที่เป็นเชิงปริมาณ กับตัวแปรตามที่เป็นคุณภาพ คือ การติดเชื้อแบคทีเรียที่ดื้อต่อยาต้านจุลชีพในโรงพยาบาลภายใต้ระยะเวลาวันนอนของผู้ป่วย โดยใช้สถิติ poisson regression โดยกำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ร้อยละ 95 (p-value < .05)

## ผลการวิจัย

ตัวอย่างอากาศภายในหน่วยบริการผู้ป่วยของโรงพยาบาลทั้งหมด 442 ตัวอย่าง พบเชื้อ

แบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพจำนวน 63 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 14.3 โดย carbapenem-resistant *A. baumanii* (CRAB) พบมากที่สุด ร้อยละ 11.8 รองลงมาคือ MRSA ร้อยละ 2.3 และ Carbapenem-resistant *Enterobacteriaceae* (CRE) ร้อยละ 0.2 ในขณะที่ MDR *P. aeruginosa* และ VRE ตรวจไม่พบการปนเปื้อนในอากาศ ดังแสดงในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ความชุกของเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพในอากาศ (n = 442)

| การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพในอากาศ | พบเชื้อ จำนวน (%) | ไม่พบเชื้อ จำนวน (%) |
|---|---|---|
| การพบเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพ | 63 (14.3) | 379 (85.7) |
| CRAB | 52 (11.8) | 390 (88.2) |
| MRSA | 10 (2.3) | 432 (97.7) |
| CRE | 1 (0.2) | 441 (99.8) |
| VRE | 0 (0) | 442 (100.0) |
| MDR *P. aeruginosa* | 0 (0) | 442 (100.0) |

ผลการเพาะเชื้อเพื่อหาชนิดของแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพที่ปนเปื้อนในอากาศภายในหน่วยบริการผู้ป่วย พบว่า แผนกผู้ป่วยในพบเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพในอากาศจำนวน 61 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 15.1 และแผนกผู้ป่วยนอกพบจำนวน 2 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 5.4 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2 เมื่อจำแนกตามประเภทหน่วยบริการผู้ป่วยพบว่าหอผู้ป่วยอายุรกรรม พบการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพมากที่สุดร้อยละ 23.2 รองลงมาคือ หน่วยบริการผู้ป่วยนอกร้อยละ 20.0 และหอผู้ป่วยศัลยกรรมร้อยละ 15.2 ตามลำดับ ขณะที่หน่วยบริการผู้ป่วยที่ไม่พบเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพปนเปื้อนในอากาศได้แก่ หอผู้ป่วยพิเศษ หน่วยบริการผู้ป่วยนอกอื่น ๆ ห้องผ่าตัดและห้องตรวจวินิจฉัยบำบัดด้วยรังสีรักษา ดังแสดงในตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพในอากาศในหน่วยงานบริการผู้ป่วยของโรงพยาบาล (n = 442)

| แผนก | พบเชื้อ จำนวน (%) | ไม่พบเชื้อ จำนวน (%) |
|---|---|---|
| แผนกผู้ป่วยใน | 61 (15.1) | 344 (84.9) |
| แผนกผู้ป่วยนอก | 2 (5.4) | 35 (94.6) |
| ประเภทหน่วยบริการผู้ป่วย | | |
| หออภิบาลผู้ป่วยหนัก | 17 (14.2) | 103 (85.8) |
| หอผู้ป่วยศัลยกรรม | 16 (15.2) | 89 (84.8) |
| หอผู้ป่วยอายุรกรรม | 22 (23.2) | 73 (76.8) |
| หอผู้ป่วยกุมารเวชกรรม | 2 (13.3) | 13 (86.7) |

**ตารางที่ 2** การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพในอากาศในหน่วยงานบริการผู้ป่วยของโรงพยาบาล (n = 442) (ต่อ)

| แผนก | พบเชื้อ จำนวน (%) | ไม่พบเชื้อ จำนวน (%) |
|---|---|---|
| หอผู้ป่วยศัลยกรรมกระดูก | 2 (6.7) | 28 (93.3) |
| หอผู้ป่วยสูตินรีเวชกรรม | 2 (6.7) | 28 (93.3) |
| หอผู้ป่วยพิเศษ | 0 (0) | 10 (100.0) |
| หน่วยบริการผู้ป่วยนอก | 2 (20.0) | 8 (80.0) |
| หน่วยบริการผู้ป่วยนอกอื่น ๆ | 0 (0) | 12 (100.0) |
| ห้องผ่าตัด | 0 (0) | 5 (100.0) |
| ห้องตรวจวินิจฉัยบำบัดด้วยรังสีรักษา | 0 (0) | 10 (100.0) |

ผลการศึกษาตัวอย่างพื้นผิวสัมผัสของวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งหมด 1,212 ตัวอย่าง พบเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพ จำนวน 23 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 1.9 โดยเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพที่พบได้แก่ CRAB ร้อยละ 1.2 MRSA ร้อยละ 0.5 และ VRE ร้อยละ 0.2 ในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดไม่พบเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพชนิด MDR *P. aeruginosa* และ CRE ดังแสดงในตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพบนพื้นผิวสัมผัส (n = 1,212)

| เชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพ | พบเชื้อ จำนวน (%) | ไม่พบเชื้อ จำนวน (%) |
|---|---|---|
| การพบเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพ | 23 (1.9) | 1189 (98.1) |
| CRAB | 15 (1.2) | 1197 (98.8) |
| MRSA | 6 (0.5) | 1206 (99.5) |
| VRE | 2 (0.2) | 1210 (99.8) |
| MDR *P. aeruginosa* | 0 (0) | 1212 (100.0) |
| CRE | 0 (0) | 1212 (100.0) |

ผลการเพาะเชื้อเพื่อหาชนิดของแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพที่ปนเปื้อนบนพื้นผิวสัมผัสของวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในหน่วยบริการผู้ป่วยของโรงพยาบาลทั้งหมดแสดงในตารางที่ 4 พบว่าแผนกผู้ป่วยในมีเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพในตัวอย่างพื้นผิวสัมผัสจำนวน 23 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 2 และแผนกผู้ป่วยนอกไม่พบเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพ เมื่อจำแนกตามประเภทหน่วยบริการผู้ป่วยพบว่า หน่วยบริการผู้ป่วยที่มีเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพปนเปื้อนบนพื้นผิวสัมผัสของวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ มากที่สุดคือ หอผู้ป่วยอายุรกรรม ร้อยละ 3.8 รองลงมาคือ หอผู้ป่วยศัลยกรรมกระดูกร้อยละ 2.4 และหออภิบาลผู้ป่วยหนักร้อยละ 1.8 ตามลำดับ และหน่วยบริการที่ไม่พบเชื้อแบคทีเรีย ดื้อยาต้านจุลชีพปนเปื้อนบนพื้นผิวสัมผัสของวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้แก่ หอผู้ป่วยกุมารเวชกรรม หอผู้ป่วยพิเศษ หน่วยบริการผู้ป่วยนอก หน่วยบริการผู้ป่วยนอกอื่น ๆ ห้องผ่าตัดและห้องตรวจวินิจฉัยบำบัดด้วยรังสีรักษา

**ตารางที่ 4** การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพบนพื้นผิวสัมผัสในหน่วยบริการผู้ป่วย (n = 1,212)

| แผนก | พบเชื้อ จำนวน (%) | ไม่พบเชื้อ จำนวน (%) |
|---|---|---|
| แผนกผู้ป่วยใน | 23 (2.0) | 1111 (98.0) |
| แผนกผู้ป่วยนอก | 0 (0) | 78 (100.0) |
| ประเภทหน่วยงานบริการผู้ป่วย | | |
| หออภิบาลผู้ป่วยหนัก | 6 (1.8) | 330 (98.2) |
| หอผู้ป่วยศัลยกรรม | 4 (1.4) | 290 (98.6) |
| หอผู้ป่วยอายุรกรรม | 10 (3.8) | 256 (96.2) |
| หอผู้ป่วยกุมารเวชกรรม | 0 (0) | 42 (100.0) |
| หอผู้ป่วยศัลยกรรมกระดูก | 2 (2.4) | 82 (97.6) |
| หอผู้ป่วยสูตินรีเวชกรรม | 1 (1.2) | 83 (98.8) |
| หอผู้ป่วยพิเศษ | 0 (0) | 28 (100.0) |
| หน่วยบริการผู้ป่วยนอก | 0 (0) | 12 (100.0) |
| หน่วยบริการผู้ป่วยนอกอื่น ๆ | 0 (0) | 33 (100.0) |
| ห้องผ่าตัด | 0 (0) | 25 (100.0) |
| ห้องตรวจวินิจฉัยบำบัดด้วยรังสีรักษา | 0 (0) | 8 (100.0) |

**ตารางที่ 5** ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์การติดเชื้อแบคทีเรียที่ดื้อต่อยาต้านจุลชีพในโรงพยาบาลกับหน่วยงานบริการผู้ป่วยใน

| ปัจจัย | RR (relative risk) | 95%CI | p-value |
|---|---|---|---|
| intensive care unit | 9.273 | 1.263-68.071 | .029* |
| surgical ward | 5.891 | 0.814-42.630 | .079 |
| medicine ward | 15.50 | 2.167-110.88 | .006* |
| ortho | 3.663 | 0.458-29.285 | .221 |
| obstetric & gynecology ward | NA | NA | NA |
| pediatric ward | 1.000 | | |

*p-value < .05

จากตาราง 5 เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านลักษณะของหน่วยบริการผู้ป่วยในกับการติดเชื้อแบคทีเรียที่ดื้อต่อยาต้านจุลชีพในโรงพยาบาล พบว่าหอผู้ป่วย medicine ward และ intensive care unit เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการติดเชื้อแบคทีเรียที่ดื้อต่อยาต้านจุลชีพในโรงพยาบาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ (RR) เท่ากับ 15.50 เท่า (95%CI : 2.167,110.88) และ 9.273 เท่า (95%CI : 1.263 , 68.071) ตามลำดับ

**ตารางที่ 6** ผลการวิเคราะห์ชนิดของเชื้อแบคทีเรียที่ดื้อต่อยาต้านจุลชีพที่ปนเปื้อนในอากาศ (cfu/$m^3$) และพื้นผิวสัมผัส (cfu/$cm^2$) ที่สัมพันธ์กับการติดเชื้อแบคทีเรียที่ดื้อต่อยาต้านจุลชีพในโรงพยาบาล

| ปัจจัยด้านปริมาณและชนิดของการปนเปื้อนแบคทีเรีย | RR | 95%CI | p-value |
|---|---|---|---|
| ชนิดของแบคทีเรียที่ดื้อต่อยาต้านจุลชีพที่ปนเปื้อนในอากาศ | | | |
| CRAB | 1.439 | 1.338 - 1.547 | <.001* |
| MRSA | 2.108 | 1.376 - 3.230 | <.001* |
| CRE | 12.003 | 5.664 - 25.436 | <.001* |
| ชนิดของแบคทีเรียที่ดื้อต่อยาต้านจุลชีพที่ปนเปื้อนบนพื้นผิวสัมผัสของวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ | | | |
| CRAB | 59.955 | 14.133 - 254.336 | <.001* |
| MRSA | < 0.01 | < 0.001 - > 1,000 | 0.316 |
| VRE | 90.360 | 23.167 - 352.439 | <.001* |

*p-value < .05

จากตารางที่ 6 พบว่า ชนิดของเชื้อแบคทีเรียที่ดื้อต่อยาต้านจุลชีพที่ปนเปื้อนในอากาศ พบว่าเชื้อแบคทีเรียที่ดื้อต่อยาต้านจุลชีพที่ปนเปื้อนในอากาศชนิด CRAB MRSA และ CRE สัมพันธ์กับการติดเชื้อแบคทีเรียที่ดื้อต่อยาต้านจุลชีพในโรงพยาบาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ เท่ากับ 1.439 (95% CI: 1.338-1.547) , 2.108 (95% CI: 1.376-3.230) และ 12.003 (95% CI: 5.664-25.436) ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของเชื้อแบคทีเรียที่ดื้อต่อยาต้านจุลชีพที่ปนเปื้อนบนพื้นผิวสัมผัสของอุปกรณ์ต่าง ๆ พบว่า เชื้อแบคทีเรียที่ดื้อต่อยาต้านจุลชีพชนิด CRAB และ VRE สัมพันธ์กับการติดเชื้อแบคทีเรียที่ดื้อต่อยาต้านจุลชีพในโรงพยาบาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ เท่ากับ 59.955 (95% CI: 14.133-254.336) และ 90.360 (95% CI: 23.167-352.439) ตามลำดับ

**ตารางที่ 7** ปัจจัยกายภาพด้านสิ่งแวดล้อม ในหน่วยบริการผู้ป่วยในที่สัมพันธ์กับการติดเชื้อแบคทีเรียที่ดื้อต่อยาต้านจุลชีพในโรงพยาบาล

| ปัจจัยกายภาพด้านสิ่งแวดล้อม | RR | 95%CI | p-value |
|---|---|---|---|
| อุณหภูมิ | 0.939 | 0.877-1.005 | .069 |
| ความชื้นสัมพัทธ์ | 0.942 | 0.907-0.978 | .002 |
| จำนวนบุคลากรในหน่วยบริการ | 1.159 | 1.120-1.199 | <.001* |

*p-value < .05

จากตารางที่ 7 พบว่า จำนวนบุคลากรที่ขึ้นปฏิบัติงานในหน่วยบริการผู้ป่วยในมีความสัมพันธ์กับการติดเชื้อแบคทีเรียที่ดื้อต่อยาต้านจุลชีพในโรงพยาบาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ เท่ากับ 1.159 (95% CI: 1.120-1.199) ในส่วนของปัจจัยด้านความชื้นสัมพัทธ์พบว่า ช่วยลดความเสี่ยงของการติดเชื้อแบคทีเรียที่ดื้อต่อยาต้านจุลชีพในโรงพยาบาล

โดยมีค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์เท่ากับ 0.942 (95%CI: 0.907-0.978) และอุณหภูมิในหน่วยบริการผู้ป่วยในมีแนวโน้มที่จะช่วยลดความเสี่ยงของการติดเชื้อแบคทีเรียที่ดื้อต่อยาต้านจุลชีพในโรงพยาบาล โดยมีค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์เท่ากับ 0.939 (95%CI: 0.877-1.005)

**ตารางที่ 8** ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการติดเชื้อแบคทีเรียที่ดื้อต่อยาต้านจุลชีพในโรงพยาบาล

| ปัจจัย | RR | 95%CI | p-value |
|---|---|---|---|
| การปนเปื้อนของเชื้อCRAB บนพื้นผิวสัมผัสของวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ | 35.887 | 7.678-167.726 | <.001* |
| การปนเปื้อนของเชื้อ CRAB ในอากาศ | 1.383 | 1.248-1.532 | <.001* |
| จำนวนบุคลากรในหน่วยบริการผู้ป่วยใน | 1.189 | 1.140-1.240 | <.001* |
| ความชื้นสัมพัทธ์ในหน่วยบริการผู้ป่วยใน | 1.102 | 1.044-1.163 | <.001* |

*p-value < .05 (multivariate analysis)

จากตารางที่ 8 พบว่า ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการติดเชื้อแบคทีเรียที่ดื้อต่อยาต้านจุลชีพที่ดื้อต่อยาต้านจุลชีพในโรงพยาบาลได้แก่ การปนเปื้อนของเชื้อ CRAB บนพื้นผิวสัมผัสของวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ การปนเปื้อนของเชื้อCRAB ในอากาศ จำนวนบุคลากรที่ขึ้นปฏิบัติงานในหน่วยบริการผู้ป่วยใน และความชื้นสัมพัทธ์ในหน่วยบริการผู้ป่วยในโดยมีค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์เท่ากับ 35.887 (95% CI: 7.678-167.726), 1.383 (95% CI: 1.248-1.532), 1.189 (95%CI: 1.140-1.240) และ 1.102 (95%CI: 1.044-1.163)

**อภิปรายผลการศึกษา**

ในการศึกษานี้ พบว่า ตัวอย่างอากาศภายในหน่วยบริการผู้ป่วยต่าง ๆ จำนวน 442 ตัวอย่าง พบเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพจำนวน 63 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 14.3 โดยเชื้อที่พบได้แก่ CRAB ร้อยละ 11.8 MRSA ร้อยละ 2.3 และ CRE ร้อยละ 0.2 โดยในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดนี้ไม่พบเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพชนิด MDR *P. aeruginosa* และ VRE ในขณะที่การศึกษาที่ผ่านมาพบว่า เชื้อแบคทีเรียในกลุ่มที่เป็นเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพที่ปนเปื้อนในอากาศภายในหน่วยบริการผู้ป่วยของโรงพยาบาล คือ *A. baumannii* และ *P. aeruginosa* ซึ่งพบได้ร้อยละ 22.6-31.0 โดยในจำนวนนี้ส่วนใหญ่จะเป็นเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพ[14,15] และเป็นเชื้อ MRSA ร้อยละ 14.4-25.0[16] นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อจำแนกตามหน่วยบริการที่แบ่งเป็นแผนกผู้ป่วยในและแผนกผู้ป่วยนอก พบว่า มีเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพในอากาศจำนวน 61 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 15.1 และจำนวน 2 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 5.4 ตามลำดับ โดยในส่วนของหน่วยบริการแผนกผู้ป่วยในจะพบการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพในอากาศมากที่สุดที่หอผู้ป่วยอายุรกรรมและหอผู้ป่วยศัลยกรรม ซึ่งอาจจะเป็นไปได้ว่า แผนกอายุรกรรมเป็นหน่วยบริการที่มีความหนาแน่นของผู้ป่วยมากที่สุดและมีบุคลากรทางการแพทย์จำนวนมากและที่สำคัญมีผู้ป่วยติดเชื้อในโรงพยาบาลที่มีสาเหตุจากเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพ ซึ่งการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ผู้ป่วยที่ติดเชื้อแบคทีเรียดื้อยา เช่น MRSA และ *A. baumannii* เป็นแหล่งสะสมเชื้อที่สำคัญในการแพร่กระจายเชื้อไปในอากาศและสิ่งแวดล้อมได้[16-18]

จากการเพาะเชื้อเพื่อหาชนิดของแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพที่ปนเปื้อนบนพื้นผิวสัมผัส

ของวัสดุอุปกรณ์ ต่าง ๆ ภายในหน่วยบริการผู้ป่วยของโรงพยาบาล 1,212 ตัวอย่าง พบเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพจำนวน 23 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 1.9 โดยจำแนกเป็น CRAB ร้อยละ 1.2 MRSA ร้อยละ 0.5 และ VRE ร้อยละ 0.2 ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Muzslay และคณะ[19] ที่ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียบนพื้นผิวสัมผัสของวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ บริเวณโดยรอบผู้ป่วยในโรงพยาบาล ประเทศอังกฤษ พบอัตราการปนเปื้อน VRE ร้อยละ 2.6 ทั้งนี้ตัวอย่างพื้นผิวสัมผัสทั้งหมดไม่พบเชื้อ MDR *P. aeruginosa* และ CRE ในการศึกษานี้พบว่า CRAB และ MRSA จะเป็นเชื้อแบคทีเรียดื้อยาที่พบมากทั้งในตัวอย่างอากาศและพื้นผิวสัมผัส จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียของพื้นผิวสัมผัสและวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ มักจะสัมพันธ์กับเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคในโรงพยาบาลที่พบในผู้ป่วยภายในหอผู้ป่วยนั้น โดยชนิดของเชื้อก่อโรคในโรงพยาบาลที่พบบ่อยได้แก่ *A. baumannii* ร้อยละ 23.7- 48.0[20] และ VRE ร้อยละ 2.6[19] นอกจากนี้จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า อัตราการติดเชื้อ *S. aureus* สัมพันธ์กับปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่พบบนพื้นผิวสัมผัส[21]

นอกจากนั้นผลการศึกษาการพบเชื้อปนเปื้อนในอากาศสัมพันธ์กับการติดเชื้อในโรงพยาบาล โดยเฉพาะเชื้อ CRE ที่พบว่า การปนเปื้อนเชื้อในอากาศร้อยละ 58.54 เป็นเชื้อ CRE[22] ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษา และยังพบว่า ส่วนใหญ่พบในหอผู้ป่วยหนัก และหอผู้ป่วยอายุรกรรมเช่นเดียวกัน การศึกษาความสัมพันธ์ด้านปัจจัยสิ่งแวดล้อม ยังพบว่า จำนวนบุคลากรหรือบุคคลที่หนาแน่นในพื้นที่บริการ มีความสัมพันธ์กับการติดเชื้อในโรงพยาบาล ดังนั้นการควบคุมจำนวนบุคคลในแต่ละพื้นที่ อาจมีส่งผลต่อการป้องกันการติดเชื้อในโรงพยาบาลได้

## ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยนี้จะเป็นตัวชี้วัดการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพในโรงพยาบาลและใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการพัฒนาแนวทางการป้องกันและควบคุมการติดเชื้อในโรงพยาบาล การวิจัยในอนาคตควรจะมีการศึกษาระบุชนิดของพื้นผิวสัมผัสที่ปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพ อัตราการติดเชื้อในโรงพยาบาลที่เกิดจากแบคที่เรียดื้อยาต้านจุลชีพ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพในสิ่งแวดล้อมของโรงพยาบาลกับการติดเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพในโรงพยาบาล

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.อุราภรณ์ ภูมิศานติพงศ์ ภาควิชาพยาธิวิทยาคลินิก คณะแพทย์ศาสตร์วชิรพยาบาล ที่ให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวกในการตรวจทางห้องปฏิบัติการ อาจารย์สุวัฒน์ ดำนิล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสุขภาพภาพ ที่เอื้อเฟื้อเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ คุณดารณี นุตาลัย หัวหน้างานจุลชีววิทยา โรงพยาบาลวชิรพยาบาล ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และคุณเกรียงศักดิ์ มีพันธ์ นักเทคนิคการแพทย์ปฏิบัติการ โรงพยาบาลวชิรพยาบาล ที่ดำเนินการตรวจวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการ

## เอกสารอ้างอิง


1. Centers for Disease Control and Prevention. Healthcare-associated infections (HAIs) [Internet].2016 [cited 10April 2019] Available from:https:// www.cdc.gov/hai/infection types.html
2. Allegranzi B, Nejad SB, Combescure C, Graafmans W, Atta H, Donaldson L, et al. Burden of endemic health-care-associated infection in developing countries: systematic review and meta-analysis. Lancet 2011; 377 (9761): 228-41.
3. Ling ML, Apisarnthanarak A, Madriaga G. The burden of Healthcare-associated infections in Southeast Asia: A systematic review and meta-analysis. Clin Infect Dis 2015; 60(11): 1690-99.
4. Manosuthi W, Thientone V, Moolasart V, Tongrungrueng Y, Sangsajja, Danchaivijitr S. Healthcare-associated infections at selected hospitals in Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health 2017; 48 (1): 204-12.
5. Haque M, Sartelli M, McKimm J, Bakar MA. Healthcare-associated infections – an overview. Infect Drug Resist 2018; 11: 2321-33
6. Tacconelli E, Cataldo MA, Dancer SJ, Angelis GD, Falcone M, Frank U. ESCMID guidelines for the management of the infection control measures to reduce transmission of multidrug-resistant Gram-negative bacteria in hospitalized patients. Clin Microbiol Infect 2014; 20 (s): 1-55.
7. Sumpradit N, Suttajit S, Poonplosup S, Chuancheun R, Prakongsai P. Landscape of antimicrobial resistance situation and action in Thailand. Bangkok: Aksorn graphic and design; 2558.
8. Phumart P, Phodha T, Thamlikitkul V, Riewpaiboon A, Prakongsai P, Limwattananon S. Health and economic impacts of antimicrobial resistant infections in Thailand: a preliminary study. JHSR 2012; 6: 352-60.
9. Jeong JY. Recently issues on indoor air quality in Korea [Internet]. 2015 [cited 10 May 2019]. Available from: https://pdfs. semanticscholar.org/ edb2/7018fc8586ed8754df50d5afc 8af5d226d51.pdf.
10. Rozanska A, Romaniszyn D, Chmielarczyk A, Bulanda M. Bacteria contamination of touch surfaces in Polish hospital wards. Med Pr 2017; 68(4): 459-67.
11. Yassin MF, Almouqatea S. Assessment of airborne bacteria and fungi in an indoor and outdoor environment. Int J Environ Sci Tech 2010; 7: 535-44.
12. Khan HA, Baig FK, Mehboob R. Nosocomial infections: Epidemiology, prevention, control and surveillance. Asian Pac J Trop Biomed 2017; 7(5): 478-82.
13. Gizaw Z, Gebrehiwot M, Yenew C. High bacterial load of indoor air in hospital wards: the case of University of Gondar teaching hospital, Northwest Ethiopia. Multidiscip Respir Med 2016;11:24.

14.Munoz-Price S, Fajardo-Aquino Y, Arheart K, Cleary T, DePascale D, Pizano L, et al. Aerosolization of Acinetobacter baumannii in a Trauma ICU. Crit Care Med 2013; 41 (8): 1915-8.
15.Solomon FB, Wadilo F, Tufa EG, Mitiku M. Extended spectrum and metalo beta- lactamase producing airborne Pseudomonas aeruginosa and Acinetobacter baumanii in restricted settings of a referral hospital: a neglected condition. Antimicrob Resist Infect Control 2017; 6: 1-7.
16.Creamer E, Shore AC, Deasy EC, Galvin S, Dolan A, Walley N, et al. Air and surface contamination patterns of methicillin-resistant Staphylococcus aureus on eight acute hospital wards. J Hosp Infect 2014; 86(3): 201-8.
17.Sui W, Wang J, Wang H, Wang M, Huang Y, Zhuo J, et al. Comparing the transmission potential of Methicillin-resistant Staphylococcus aureus and multidrug-resistant Acinetobacter baumannii among inpatients using target environmental monitoring. Am J Infect Control 2013; 41: 411-5.
18.Yosboonruang A, Jitsatthra C, Tharawet L. Incidence of resistant bacteria isolated from medical devices in the intensive care unit of a hospital. J Public Health (Bangkok) 2017; 47: 222-34.
19.Muzslay M, Moore G, Turton JF, Wilson AP. Dissemination of antibiotic-resistant enterococci within the ward environment: The role of airborne bacteria and the risk posed by unrecognized carriers. Am J Infect Control 2013; 41(1): 57-60.
20.Rocha IV, Xavier DE, Almeida KRH, Oliveira SR, Leal NC. Multidrug-resistant Acinetobacter baumannii clones persist on hospital inanimate surfaces. Braz J Infect Dis 2018; 22(5): 438-41.
21.Smith J, Adams CE, King MF, Noakes CJ, Robertson C, Dancer SJ. Is there an association between airborne and surface microbes in the critical care environment?. J Hosp Infect 2018; 100(3): e123-9.
22.Russotto V, Cortegiani A, Raineri SM, Giarratano A. Bacterial contamination of inanimate surfaces and equipment in the intensive care unit. J Intensive Care 2015; 3: 54.