

การศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพในระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล

ประโยชน์ กราบกราน นางสาวสัจมาน ตรันเจริญ

สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพที่ปนเปื้อนในระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพและปริมาณ ทำการสุ่มตัวอย่างโรงพยาบาลแบบเจาะจง (purposive sampling) โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสถานการณ์เชื้อดื้อยาที่มีในระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลและเพื่อจัดทำข้อเสนอการแก้ไขปัญหาเชื้อดื้อยาในระบบบำบัดน้ำเสีย โดยดำเนินการเก็บตัวอย่างเชื้อดื้อยาในน้ำเข้า (Influent) น้ำทิ้ง (Effluent) และในกากตะกอนของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล จำนวน 36 แห่ง ทำการตรวจวิเคราะห์เชื้อดื้อยา *Escherichia coli*, *Salmonella spp.* และ *Enterococcus spp.* พบว่ามีโรงพยาบาลที่ตรวจพบเชื้อดื้อยาในระบบบำบัดน้ำเสีย คือในน้ำเข้า (Influent) น้ำทิ้ง (Effluent) หรือในกากตะกอนอย่างใดอย่างหนึ่งจำนวน 34 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 94.44 จำแนกการตรวจพบในส่วนต่างๆคือ ในน้ำเข้า (Influent) จำนวน 28 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 77.78 ในน้ำทิ้ง (Effluent) จำนวน 17 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 47.22 และในกากตะกอน จำนวน 15 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 41.67 เชื้อดื้อยาที่พบมากที่สุดคือ *Escherichia coli* นอกจากนี้ยังพบว่าโรงพยาบาลที่พบเชื้อดื้อยาทั้งในน้ำเข้า น้ำทิ้ง และกากตะกอนมีจำนวน 4 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 11.11 พบเชื้อดื้อยาในน้ำเข้าและน้ำทิ้ง จำนวน 8 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 22.22 พบเชื้อดื้อยาในน้ำเข้าและกากตะกอน จำนวน 8 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 22.22 พบเชื้อดื้อยาทั้งในน้ำทิ้งและกากตะกอน จำนวน 2 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 5.56 จากการตรวจหาปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือ (Free Residual chlorine) ในน้ำทิ้งพบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (0.5มก./ล.) ร้อยละ 52.00 ระยะเวลาสัมผัสคลอรีนมากกว่า30นาทีร้อยละ 76.00 ประสิทธิภาพการกำจัดเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพในระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล พบในน้ำเข้าระบบบำบัดเสียแต่ไม่พบในน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจำนวน 15 โรงพยาบาล คิดเป็นร้อยละ 60 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างการพบเชื้อดื้อยากับระยะเวลาการสัมผัสคลอรีนของระบบฆ่าเชื้อโรค พบว่าค่า r เท่ากับ -0.144 แสดงให้เห็นว่าการพบเชื้อดื้อยาจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการสัมผัสคลอรีนในระบบฆ่าเชื้อโรคลดลง และหาความสัมพันธ์ระหว่างการพบเชื้อดื้อยากับ ค่าคลอรีนอิสระคงเหลือในระบบฆ่าเชื้อโรค พบว่าค่า r เท่ากับ - 0.147 แสดงให้เห็นว่าการพบเชื้อดื้อยาจะเพิ่มขึ้นเมื่อค่าคลอรีนอิสระคงเหลือของระบบการฆ่าเชื้อโรคลดลง หาความสัมพันธ์ระหว่างการพบเชื้อดื้อยากับ ค่าของแข็งแขวนลอย พบว่าค่า r เท่ากับ 0.313 นั่นคือการพบเชื้อดื้อยามากขึ้นเมื่อค่าของแข็งแขวนลอยเพิ่มขึ้น ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เกณฑ์มาตรฐานแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพในน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลในน้ำทิ้ง คือเปอร์เซ็นต์ไทล์ 25(P_{25}) คือเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพอยู่ในช่วง 0-99 CFU/100ml และในกากตะกอนคือเปอร์เซ็นต์ไทล์ 25(P_{25}) คือเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพอยู่ในช่วง 0-9 CFU/100ml

คำสำคัญ : เชื้อดื้อยาต้านจุลชีพ,ระบบบำบัดน้ำเสีย,โรงพยาบาล

The study of the efficiency of removal antimicrobial resistance in hospital wastewater treatment systems : Recommendation for solutions to problems

Prachote Krabkran, Sutthamarn Trancharoen

Bureau of Environmental Health, Department of Health

Abstract

This research is a qualitative and quantitative study of antimicrobial resistant bacteria contaminated in hospital wastewater treatment systems. Purposive sampling was performed with the objective of To study the situation of antimicrobial resistant bacteria in the hospital wastewater treatment system and to prepare a proposal to solve the problem of antimicrobial resistant bacteria in the wastewater treatment system. Samples of antimicrobial resistant bacteria were collected in the influent, effluent, and sludge of the wastewater treatment system of 36 hospitals. antimicrobial resistant bacteria such as *Escherichia coli*, *Salmonella spp.* and *Enterococcus spp.* were analyzed. There are 34 hospitals that detect antimicrobial resistant bacteria in the wastewater treatment system, namely in influent, effluent, or in either sludge, representing 94.44%. In the influent of 28 hospitals, accounting for 77.78 %, in effluent 17 hospitals, accounting for 47.22 %, and 15 hospitals in sludge , accounting for 41.67 %. The most common type of drug resistant strain was *Escherichia coli*. It also found that there were 4 hospitals with antimicrobial resistant bacteria in the influent ,effluent and sludge, accounting for 11.11%. antimicrobial resistant bacteria were found in influent and effluents of 8 hospitals, accounting for 22.22%. antimicrobial resistant bacteria were found in influent and sludge at 8 hospitals, representing 22.22%, found antimicrobial resistant bacteria in both effluents and sludge of 2 hospitals, amounting to 5.56%. From the detection of the amount of free residual chlorine in effluents was found the standard criteria (0.5 mg/L) representing 52 %, chlorine contact time was more than 30 minutes accounting for 76 %. The Efficacy of eliminating antimicrobial resistant bacteria in hospital wastewater treatment systems Found in influent, but not found in effluent in 15 hospitals, accounting for 60 %.The r-value of the disinfection system was found to be -0.144 the resistance to bacteria increased as the duration of the chlorine exposure of the disinfection system decreased. and to find a relationship between the presence of drug-resistant bacteria and The residual free chlorine of the disinfection system was found that the r value was - 0.147 , that is, the resistance to bacteria increased when the residual free chlorine of the disinfection system was reduced. to find a relationship between the presence of antimicrobial resistant bacteria and The r value was 0.313, meaning that the drug resistance was increased when the suspended solid was increased .There are not statistically significant ($p>0.05$). Benchmark for Antimicrobial Resistant Bacteria in Hospital Wastewater Treatment System in effluent the 25 percentile(P_{25}) is antimicrobial resistant in

the range 0-99 CFU/100ml and in the sludge, the 25(P₂₅) percentile is antimicrobial resistant in the 0-9 CFU/100ml range.

Keywords: antimicrobial resistance bacteria, wastewater treatment system ,hospital

1.บทนำ

ปัจจุบันนี้ทั่วโลกมีผู้เสียชีวิตจากเชื้อดื้อยาปีละ 7 แสนคนหรือนาทีละ 1 คน ประเทศไทยเสียชีวิตปีละ 3 หมื่นคนสูญเสียค่าใช้จ่ายปีละ 6,084 ล้านบาทต่อปี เชื้อดื้อยาด้านจุลชีพโดยเฉพาะเชื้อตัวเดียวแต่สามารถดื้อยาได้หลายขนานมีจำนวนเพิ่มขึ้นทุกปีแต่ยาด้านจุลชีพชนิดใหม่มีจำนวนลดลง คาดการณ์ว่าในปี ค.ศ. 2050 เชื้อดื้อยาด้านจุลชีพจะมีความรุนแรงทำคนเสียชีวิต 3 วินาทีต่อคน(1)เชื้อดื้อยาด้านจุลชีพเป็นเชื้อโรคที่ดื้อยาด้านจุลชีพที่เคยรักษาได้ผลเมื่อเชื้อโรคเปลี่ยนแปลงโครงสร้างยีนส์ทำให้ยาด้านจุลชีพรักษาไม่ได้ผล ซึ่งเชื้อโรคสามารถดื้อยาได้ทุกกลุ่มทั้งแบคทีเรีย ไวรัส เชื้อปรสิต และเชื้อรา โดยเฉพาะในโรงพยาบาลจากการศึกษาผลกระทบจากการติดเชื้อดื้อยาด้านจุลชีพในไทย โดยสถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข (2)ได้ศึกษาข้อมูลผู้ป่วยที่รักษาตัวในโรงพยาบาลทุกระดับ และข้อมูลการติดเชื้อในโรงพยาบาล ทุกระดับทั่วประเทศจำนวน 1,023 แห่ง ในปี 2553 พบว่าเชื้อจุลชีพ 5 ชนิดที่พบบ่อยในโรงพยาบาลและมักดื้อยาปฏิชีวนะหลายขนาน ได้แก่ 1.เอสเชอริเชีย โคลิหรืออี.โคลิ (*Escherichia coli*) ที่ทำให้เกิดโรคติดเชื้อในระบบทางเดินปัสสาวะและทางเดินอาหาร 2.เคลบซีลลา นิวโมเนอี (*Klebsiella pneumoniae*) ทำให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจ โรคปอดอักเสบ 3.แอซิเนตแบคเตอร์ บอแมนนิอา (*Acinetobacter baumannii*) เป็นโรคติดเชื้อระบบทางเดินหายใจ เช่น โรคปอดบวม 4.ซูโดโมนาส แอรูจินอซา (*Pseudomonas aeruginosa*) ทำให้เกิดโรคติดเชื้อหลายระบบของร่างกาย เช่น โรคปอดบวม ติดเชื้อในกระแสเลือด และ 5.สแตปฟีโลคอคคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) ที่ดื้อต่อยาเมทิซิลินซึ่งดื้อยาด้านจุลชีพจำนวน 87,751 ครั้งทำให้ผู้ป่วยต้องนอนโรงพยาบาลนานขึ้นประมาณ 3.24 ล้านวัน เสียชีวิต 38,481 ราย⁽¹⁻²⁾

โรคติดเชื้อดื้อยาด้านจุลชีพเกิดขึ้นทั้งโรคติดเชื้อที่เกิดในชุมชนและโรคติดเชื้อที่เกิดในโรงพยาบาล โดยโรคติดเชื้อที่เกิดในโรงพยาบาลมีความชุกของเชื้อดื้อยาด้านจุลชีพมากกว่าโรคติดเชื้อที่เกิดในชุมชน กล่าวคือโรคติดเชื้อที่เกิดในโรงพยาบาลมีความชุกเฉลี่ยของเชื้อดื้อยาด้านจุลชีพมากกว่าร้อยละ 50 ส่วนโรคติดเชื้อที่เกิดในชุมชนมีความชุกเฉลี่ยของเชื้อดื้อยาด้านจุลชีพน้อยกว่าร้อยละ 20 ผู้ป่วยโรคติดเชื้อดื้อยาด้านจุลชีพใช้ทรัพยากรในการรักษามากกว่าโรคติดเชื้อที่ไม่ดื้อยาด้านจุลชีพ และผู้ป่วยโรคติดเชื้อดื้อยาด้านจุลชีพมีอัตราเสียชีวิตจากการติดเชื้อสูงและมากกว่าผู้ป่วยโรคติดเชื้อที่ไม่ดื้อยาด้านจุลชีพอย่างน้อย 1 เท่า

การเฝ้าระวังการดื้อยาด้านจุลชีพภายใต้แนวคิดสุขภาพหนึ่งเดียวเป็นหนึ่งในยุทธศาสตร์ตามแผนยุทธศาสตร์การจัดการดื้อยาด้านจุลชีพประเทศไทย พ.ศ. 2560-2564 ⁽³⁻⁴⁾ มีเป้าหมายให้เกิดระบบเฝ้าระวัง เชื้อดื้อยา ระดับประเทศสำหรับบ่งชี้ปัญหา กำกับ ติดตามและรายงานสถานการณ์ด้านระบาดวิทยาของ เชื้อดื้อยาทั้งในคน สัตว์ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งกรมอนามัยมีหน้าที่ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจากการศึกษาของวิลเลียมไชยศรีและคณะ ⁽⁵⁾ ได้ตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียชนิดเอเอส ของโรงพยาบาลอภัยภูเบศร พบว่า การบำบัดดัดขึ้นพื้นฐานได้ร้อยละ 68-99 การบำบัดยาปฏิชีวนะได้ร้อยละ 20-100 พบประชากรเชื้อดื้อยาของ *E.coli*, *K. pneumoniae* และ *A. baumannii* ร้อยละ 60-100 ในน้ำเสียและน้ำทิ้งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) กรมอนามัยในฐานะหน่วยงานหลัก ในการพัฒนาอนามัยสิ่งแวดล้อมได้รับมอบหมายให้ดำเนินการเฝ้าระวังการดื้อยาด้านจุลชีพในน้ำเสียที่ปล่อยทิ้งจากโรงพยาบาลและจากงานวิจัยที่ผ่านมายังมีการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดเชื้อดื้อยาในระบบบำบัดน้ำเสียค่อนข้างน้อย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำ

การศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพในระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล ซึ่งผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์และเป็นแนวทางในการจัดการ น้ำเสียโรงพยาบาลที่ปนเปื้อนเชื้อดื้อยาต่อไป

2.วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อศึกษาสถานการณ์เชื้อดื้อยาต้านจุลชีพในระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล
- 2.2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพการกำจัดเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพในระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล
- 2.3 เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพในระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล
- 2.4 เพื่อได้แนวทางการแก้ไขปัญหาการจัดการเชื้อดื้อยาในน้ำเสียโรงพยาบาล

3.วิธีการศึกษา

1.รูปแบบการวิจัย

การวิจัยเชิงพรรณนาและปริมาณแบบภาคตัดขวาง (crsossectional study)

2.ประชากร

โรงพยาบาลที่ตั้งอยู่ลุ่มน้ำ คือลุ่มน้ำเจ้าพระยาและลุ่มน้ำแม่กลอง

3.กลุ่มตัวอย่าง

โดยดำเนินการสุ่มตัวอย่างโรงพยาบาลแบบเจาะจง (purposive sampling)

ในโรงพยาบาลประเภทต่าง ๆ ได้แก่ โรงพยาบาลชุมชน โรงพยาบาลทั่วไป โรงพยาบาลศูนย์และโรงพยาบาลนอกสังกัดปลัดกระทรวงสาธารณสุข ที่ตั้งอยู่ลุ่มน้ำ คือลุ่มน้ำเจ้าพระยาและลุ่มน้ำแม่กลอง จำนวน 36

โรงพยาบาล โดยสำรวจจำนวนโรงพยาบาล ทั้งหมด จำนวน 39 แห่ง แบ่งเป็น

โรงพยาบาลที่ตั้งอยู่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา จำนวน 21 แห่ง

โรงพยาบาลที่ตั้งอยู่ลุ่มน้ำแม่กลอง จำนวน 18 แห่ง

การคำนวณขนาดตัวอย่าง โดยใช้สูตรของ Taro Yamane $n = N \div (1 + Ne^2)$

โดยที่ n คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (ที่อยากรู้), N คือ จำนวนประชากรทั้งหมด,

และ e คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

แทนค่า $n = 39 \div (1 + 39(0.05)^2) = 35.54$ หรือ 36 แห่ง

4.เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมเป็นแบบสำรวจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตรวจสอบความตรงของเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน และปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้เกิดความเหมาะสมและชัดเจน แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป จำนวน 3 ข้อ ประกอบด้วย ชื่อโรงพยาบาล ประเภทโรงพยาบาล จำนวนเตียง

ส่วนที่ 2 ระบบบำบัดน้ำเสีย ประกอบด้วย ประเภทระบบบำบัดน้ำเสีย ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น ความสามารถของระบบบำบัดในการรองรับปริมาณน้ำเสีย สถานภาพของระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบัน ระบบฆ่าเชื้อโรค การปล่อยน้ำทิ้งหลังผ่านการบำบัด ระบบการจัดการกากตะกอน การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง

ส่วนที่ 3 การเก็บตัวอย่างและคุณภาพน้ำเสียเบื้องต้นวิเคราะห์ข้อมูลผลจากแหล่งปฏุมภูมิ ที่ได้จากข้อมูลการเก็บในภาคสนาม โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย กากตะกอน และการใช้แบบสำรวจระบบบำบัดเสียและการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

5.ระยะเวลาการศึกษา

ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาโดยการสอบถามและเก็บตัวอย่างน้ำเข้าระบบ น้ำทิ้งและกากตะกอน ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2565 ถึงเดือนสิงหาคม 2565

6.การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistic) ร้อยละ การแจกแจงความถี่ และเชิงปริมาณวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการพบเชื้อดื้อยากับค่าของแข็งแขวนลอย ระยะเวลาสัมผัส คลอรีนกับค่าคลอรีนอิสระคงเหลือ ด้วยสถิติสหสัมพันธ์ (correlation) ค่า r โดยความหมายของค่า r

- 1.ค่า r เป็น + แสดงว่า x กับ y มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน
- 2.ค่า r เป็น - แสดงว่า x กับ y มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม
- 3.ค่า r เป็น 0 แสดงว่า x กับ y ไม่มีความสัมพันธ์กันเลย
- 4.ค่า $|r|$ มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่า x กับ y มีความสัมพันธ์กันมาก
- 5.ค่า $|r|$ มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่า x กับ y มีความสัมพันธ์กันน้อย

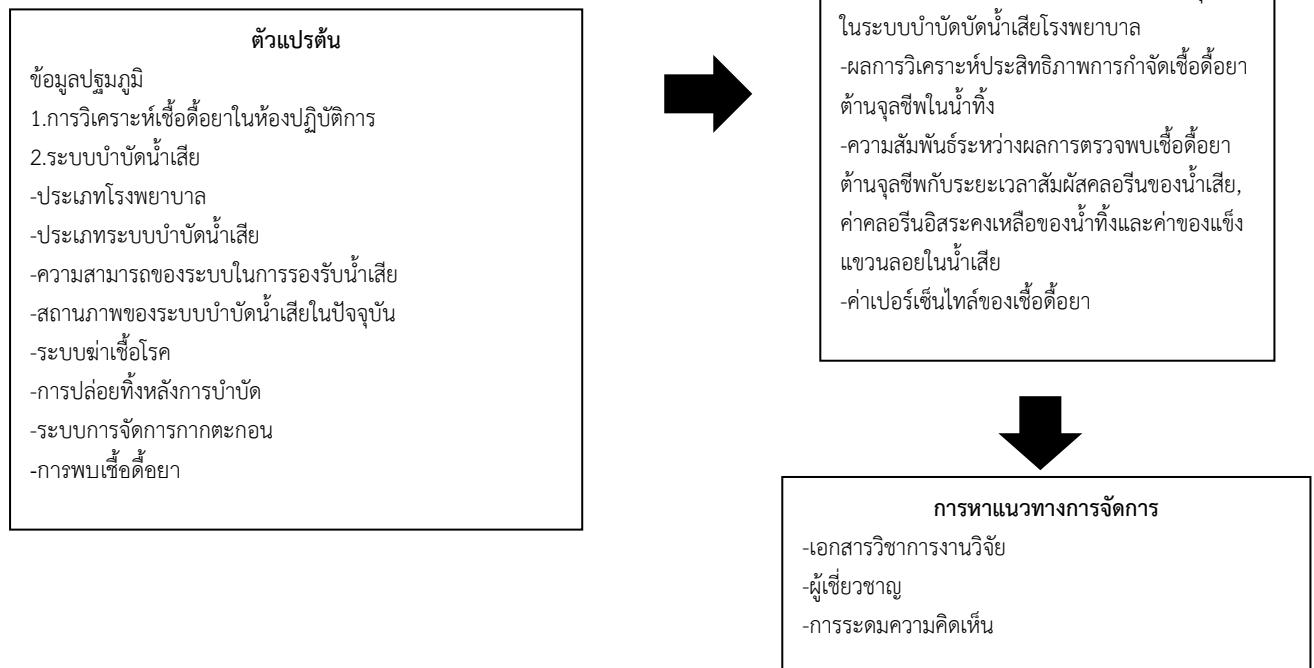
7.การพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่าง

งานวิจัยนี้ได้รับการพิจารณาและเห็นชอบจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 525/2565 วันที่ 21 ตุลาคม 2565

4.ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 4.1 สามารถประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้อยู่ในปัจจุบันและปรับปรุงการเดินระบบให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น
- 4.2 มีแนวทางการจัดการน้ำเสียที่ปนเปื้อนเชื้อดื้อยาที่เหมาะสมกับโรงพยาบาล
- 4.3 เพื่อสร้างความตระหนักในการควบคุมการใช้ยาในโรงพยาบาล

5.กรอบแนวคิด



6.ผลการศึกษา

6.1การวิเคราะห์เชื้อดื้อยาจากห้องปฏิบัติการและประสิทธิภาพการกำจัดเชื้อดื้อยาด้านจุลชีพในระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล

โดยดำเนินการเก็บตัวอย่างเพื่อเป็นการเผื่อระวังเชื้อยาที่ปล่อยทิ้งออกสู่สิ่งแวดล้อมพบว่า มีโรงพยาบาลที่ส่งตัวอย่างทั้งหมด จำนวน 36 แห่ง ทำการตรวจวิเคราะห์เชื้อดื้อยา *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. และ *Enterococcus* spp. พบว่า เชื้อดื้อยาที่พบมากที่สุดคือ *Escherichia coli* มีโรงพยาบาลที่ตรวจพบเชื้อดื้อยาในระบบบำบัดน้ำเสีย คือในน้ำเข้า (Influent) น้ำทิ้ง (Effluent) หรือในกากตะกอนอย่างใดอย่างหนึ่งจำนวน 34 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 94.44 สามารถจำแนกการตรวจพบเฉพาะส่วนต่างๆคือ ในน้ำเข้า (Influent) จำนวน 28 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 77.78 ในน้ำทิ้ง (Effluent) จำนวน 17 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 47.22 และในกากตะกอน จำนวน 15 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 41.67 ในน้ำเข้าอย่างเดียว จำนวน 8 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 22.22 น้ำทิ้งอย่างเดียว จำนวน 3 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 8.33 กากตะกอนอย่างเดียว จำนวน 1 แห่งคิดเป็นร้อยละ 2.78 นอกจากนี้ยังพบว่าโรงพยาบาลที่พบเชื้อดื้อยาทั้งในน้ำเข้า น้ำทิ้ง และกากตะกอนมีจำนวน 4 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 11.11 พบเชื้อดื้อยาในน้ำเข้าและน้ำทิ้ง จำนวน 8 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 22.22 พบเชื้อดื้อยาในน้ำเข้าและกากตะกอน จำนวน 8 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 22.22 พบเชื้อดื้อยาทั้งในน้ำทิ้งและกากตะกอน จำนวน 2 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 5.56 และประสิทธิภาพการกำจัดเชื้อดื้อยาด้านจุลชีพในระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล พบในน้ำเข้าระบบบำบัดเสียแต่ไม่พบในน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจำนวน 15 โรงพยาบาล คิดเป็นร้อยละ 60

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนโรงพยาบาลและผลการตรวจพบแบคทีเรียดื้อยาในน้ำตัวอย่างน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดและกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย

ตัวอย่างจากระบบบำบัดน้ำเสียที่ตรวจ	จำนวนโรงพยาบาลทั้งหมด	จำนวนโรงพยาบาลที่พบแบคทีเรียดื้อยา	ร้อยละโรงพยาบาลที่พบแบคทีเรียดื้อยา
น้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย	36	8	22.22
น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด	36	3	8.33
กากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย	36	1	2.78
น้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียและน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด	36	8	22.22
น้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียและกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย	36	8	22.22
น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดและกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย	36	2	5.56
น้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย,น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดและกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย	36	4	11.11

ตารางที่ 2 แบคทีเรียเชื้อดื้อยาที่ตรวจพบในน้ำเสีย น้ำทิ้งที่และกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย

ประเภทน้ำเสีย	แบคทีเรียดื้อยา (N=26)					
	Escherichia coli		Enterococcus spp. (VRE)		Salmonella spp.	
	จำนวนโรงพยาบาล	ร้อยละ	จำนวนโรงพยาบาล	ร้อยละ	จำนวนโรงพยาบาล	ร้อยละ
น้ำเข้า	28	77.78	1	2.78	ND	-
น้ำทิ้ง	12	33.33	2	5.56	ND	-
กากตะกอน	15	41.67	2	5.56	ND	-
รวม	55		5		ND	

ND = Not Detect ไม่พบเชื้อ

6.2 ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล

จากการเก็บข้อมูลระบบบำบัดน้ำเสียจำนวน 25 โรงพยาบาล จากทั้งหมด 36 โรงพยาบาล พบว่า **ประเภทโรงพยาบาล** เป็นโรงพยาบาลชุมชนจำนวน 11แห่ง คิดเป็นร้อยละ 44.00 โรงพยาบาลทั่วไป จำนวน

8 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 32.00 โรงพยาบาลศูนย์ จำนวน 4 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 16.00 โรงพยาบาลสังกัดกรมการแพทย์ จำนวน 1 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 4.00 โรงพยาบาลสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 1 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 4.00 **ประเภทระบบบำบัดน้ำเสีย** พบว่าเป็นแบบตะกอนเร่ง (Activated sludge: AS) จำนวน 14 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 56.00 ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch: OD) จำนวน 8 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 32.00 ระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond:SP) จำนวน 1 แห่งคิดเป็นร้อยละ 4.00 ระบบเอสบีอาร์ (SBR) จำนวน 2 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 8.00 **ความสามารถของระบบในการรองรับปริมาณน้ำเสีย** พบว่าเพียงพอจำนวน 13 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 52.00 ไม่เพียงพอจำนวน 12 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 48.00 **สถานภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย ในปัจจุบัน** พบว่า ใช้งานได้ ตามปกติจำนวน 24 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 96.00 ใช้งานได้บางส่วน จำนวน 1 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 4.00 **ระบบการฆ่าเชื้อโรค** พบว่า ขนาดของบ่อกับระยะเวลาสัมผัสคลอรีนไม่ถึง30 นาที จำนวน 6 แห่งคิดเป็นร้อยละ 24 **การปล่อยน้ำทิ้งหลังบำบัด** พบว่า ปล่อยสู่ท่อระบายน้ำเสียสาธารณะ จำนวน 15 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 60.00 ปล่อยสู่แม่น้ำ/ลำคลอง จำนวน 6 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 24.00 ไม่ปล่อยออกสู่ภายนอกโรงพยาบาลจำนวน 4 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 16.00 **ระบบการจัดการกากตะกอน** พบว่า ไม่มีระบบการจัดการจำนวน 3 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 12.00 มีระบบการจัดการกากตะกอนและใช้งานได้ตามปกติจำนวน 22 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 88.00 มีการนำกากตะกอนไปใช้ประโยชน์ จำนวน 11 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 44.00 นำไปกำจัดเป็นขยะติดเชื้อจำนวน 1 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 4.00 ไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์ จำนวน 9 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 36.00 **การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง** พบว่าส่วนใหญ่มีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง จำนวน 23 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 92.00

ตาราง3 แสดงข้อมูลระบบบำบัดน้ำเสีย

ข้อมูลระบบบำบัดน้ำเสีย	จำนวน (แห่ง)	ร้อยละ
ประเภทโรงพยาบาล		
โรงพยาบาลชุมชน	11	44.00
โรงพยาบาลทั่วไป	8	32.00
โรงพยาบาลศูนย์	4	16.00
โรงพยาบาลสังกัดกรมการแพทย์	1	4.00
โรงพยาบาลสังกัดกรุงเทพมหานคร	1	4.00
ประเภทระบบบำบัดน้ำเสีย		
แบบตะกอนเร่ง (Activated sludge: AS)	14	56.00
ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch: OD)	8	32.00
ระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond:SP)	1	4.00
ระบบเอสบีอาร์ (SBR)	2	8.00
ความสามารถของระบบในการรองรับปริมาณน้ำเสีย		
เพียงพอ	13	52.00
ไม่เพียงพอ	12	48.00

ข้อมูลระบบบำบัดน้ำเสีย	จำนวน (แห่ง)	ร้อยละ
ระบบการจัดการกากตะกอน		
ไม่มีระบบการจัดการ	3	12.00
มีระบบการจัดการกากตะกอน และใช้งานได้ตามปกติ	22	88.00
มีการนำกากตะกอนไปใช้ ประโยชน์	11	44.00
นำไปกำจัดเป็นขยะติดเชื้อ	1	4.00
ไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์	9	36.00
การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง		
พบว่ามีการตรวจวิเคราะห์ คุณภาพน้ำทิ้ง	23	92.00
สถานภาพของระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบัน		
ใช้งานได้ตามปกติ	24	96.00
ใช้งานได้บางส่วน	1	4.00
ระบบการฆ่าเชื้อโรค		
ขนาดของบ่อกับระยะเวลาสัมผัส คลอรีนไม่ถึง 30 นาที	6	24.00
การปล่อยน้ำทิ้งหลังบำบัด		
ปล่อยสู่ท่อระบายน้ำเสีย สาธารณะ	15	60.00
ปล่อยสู่แม่น้ำ/ลำคลอง	6	24.00
ไม่ปล่อยออกสู่นอกโรงพยาบาล	4	16.00

6.3 การวิเคราะห์หาปัจจัยความสัมพันธ์ระหว่างการพบเชื้อดื้อยากับระยะเวลาการสัมผัสคลอรีนของระบบ การฆ่าเชื้อโรคคลอรีนอิสระคงเหลือและค่าของแข็งแขวนลอย

โรงพยาบาล	ระยะเวลาการสัมผัส คลอรีน (Contact time) นาที	คลอรีนอิสระคงเหลือ (Residual Chlorine) มก./ลิตร	ค่าของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids : SS) มก./ลิตร	ร้อยละการพบเชื้อ ดื้อยา
1	94.25	1.48	14	22.22
2	216	0.14	5	22.22
3	30.24	1.7	3	22.22
4	119.2	0.17	12	16.67
5	96.77	0.19	2	22.22
6	540	0.23	2	16.67
7	921.6	5.7	3	22.22
8	16.2	3	<1	11.11

9	28.28	0.94	10	22.22
10	51.43	0.27	29	22.22
11	341.72	0.6	13	22.22
12	612	0.5	11	11.11
13	22.2	0.2	19	22.22
14	61.55	0.3	22	22.22
15	90.00	0.2	16	44.44
16	84.69	0.5	2	11.11
17	27.09	1.7	-	22.22
18	865.38	0	-	22.22
19	39.72	0.1	2	33.33
20	4.372	0.12	-	0
21	40.351	0.8	17	22.22
22	18.90	0.66	45	44.44
23	120.95	1.4	13	11.11
24	103.68	2.1	88	16.67
25	31.49	0.3	50	55.56

ตาราง 4-2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการพบเชื้อดื้อยากับระยะเวลาการสัมผัสคลอรีนของระบบ
การฆ่าเชื้อโรคคลอรีนอิสระคงเหลือและค่าของแข็งแขวนลอย

	ร้อยละการพบเชื้อดื้อยา	
	r	p-value
ระยะเวลาการสัมผัส คลอรีน	-0.144	0.493
คลอรีนอิสระคงเหลือ	-0.147	0.485
ค่าของแข็งแขวนลอย	0.313	0.167

เมื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างการพบเชื้อดื้อยากับค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้ง พบว่าค่า r เท่ากับ 0.313 นั่นคือการพบเชื้อดื้อยากับค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้งมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน นั่นคือ เมื่อค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้งมีค่ามากขึ้นการพบเชื้อดื้อยาก็น่าจะมากขึ้น อย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

เมื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างการพบเชื้อดื้อยากับระยะเวลาการสัมผัสคลอรีนของระบบการฆ่าเชื้อโรค พบว่าค่า r เท่ากับ -0.144 นั่นคือการพบเชื้อดื้อยากับระยะเวลาการสัมผัสคลอรีนของระบบการฆ่าเชื้อโรคมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกัน นั่นคือ เมื่อระยะเวลาสัมผัสคลอรีนนานขึ้นการพบเชื้อดื้อยาก็น้อยลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

เมื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างการพบเชื้อดื้อยากับค่าคลอรีนอิสระคงเหลือของระบบการฆ่าเชื้อโรค พบว่าค่า r เท่ากับ -0.147 นั่นคือการพบเชื้อดื้อยากับค่าคลอรีนอิสระคงเหลือของระบบการฆ่าเชื้อโรคมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกัน เมื่อค่าคลอรีนอิสระคงเหลือเพิ่มขึ้นการพบเชื้อดื้อยาก็น้อยลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

6.4 เกณฑ์มาตรฐานแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพในน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล

ในการแบ่งระดับเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพในน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลแต่ละมิติด้วยเปอร์เซ็นต์ไทล์ แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ตามหลักการ แบ่งเกณฑ์ที่น่าเชื่อถือ คือ ใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ 25 , เปอร์เซ็นไทล์ 50 และ เปอร์เซ็นต์ไทล์ 75 เป็นเกณฑ์ในการแบ่งปริมาณเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพ สามารถแบ่งช่วงได้ ดังนี้

1. น้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย

1. เปอร์เซ็นไทล์ 75.00 ขึ้นไป หมายถึง เชื้อดื้อยาต้านจุลชีพ 1,500,00 CFU/100ml ขึ้นไป
2. เปอร์เซ็นไทล์ 50.00 - เปอร์เซ็นไทล์ 74.99 หมายถึง เชื้อดื้อยาต้านจุลชีพ 300,000 -1,499,999

CFU/100ml

3. เปอร์เซ็นไทล์ 25.00 - เปอร์เซ็นไทล์ลงไป หมายถึง เชื้อดื้อยาต้านจุลชีพ 0-299,999 CFU/100ml

2. น้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสีย

1. เปอร์เซ็นไทล์ 75.00 ขึ้นไป หมายถึง เชื้อดื้อยาต้านจุลชีพ 5,000 CFU/100ml ขึ้นไป
2. เปอร์เซ็นไทล์ 50.00 - เปอร์เซ็นไทล์ 74.99 หมายถึง เชื้อดื้อยาต้านจุลชีพ 100 -4,999

CFU/100ml

3. เปอร์เซ็นไทล์ 25.00 - เปอร์เซ็นไทล์ลงไป หมายถึง เชื้อดื้อยาต้านจุลชีพ 0-99 CFU/100ml

3. กากตะกอน

1. เปอร์เซ็นไทล์ 75.00 ขึ้นไป หมายถึง เชื้อดื้อยาต้านจุลชีพ 4,000 CFU/100ml ขึ้นไป
2. เปอร์เซ็นไทล์ 50.00 - เปอร์เซ็นไทล์ 74.99 หมายถึง เชื้อดื้อยาต้านจุลชีพ 10-3,999

CFU/100ml

3. เปอร์เซ็นไทล์ 25.00 - เปอร์เซ็นไทล์ลงไป หมายถึง เชื้อดื้อยาต้านจุลชีพ 0-9 CFU/100ml

ตาราง 4-3 แสดงการแปลความหมายของระดับเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพในน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสีย

โรงพยาบาล

ตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์ไทล์ 25 (P ₂₅)			เปอร์เซ็นต์ไทล์ 50(P ₅₀)			เปอร์เซ็นต์ไทล์ 75(P ₇₅)		
	E coli	Salmonella	VRE	E coli	Salmonella	VRE	E coli	Salmonella	VRE
น้ำเข้าระบบ	11 (44)	25 (100)	25 (100)	4 (16)	0	0	7 (28)	0	0
น้ำทิ้ง	15 (60)	24 (96)	24 (96)	4 (16)	0	0	6 (24)	0	1 (4)
กากตะกอน	13 (52)	25 (100)	25 (100)	6 (24)	0	0	6 (24)	0	0
รวม	39			14			19		1

จากตารางเกณฑ์มาตรฐานแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพในน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลในน้ำทิ้ง คือ เปอร์เซ็นต์ไทล์ 25(P₂₅) คือเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพอยู่ในช่วง 0-99 CFU/100ml และในกากตะกอนคือเปอร์เซ็นต์ไทล์ 25(P₂₅) คือเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพอยู่ในช่วง 0-9 CFU/100ml

7. สรุปและอภิปรายผล

การศึกษานี้ดำเนินการตรวจวิเคราะห์เชื้อดื้อยา *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. และ *Enterococcus* spp. เนื่องจากเป็นแบคทีเรียดื้อยาที่พบในสิ่งแวดล้อมรวมทั้งองค์การอนามัยโลก (WHO) ระบุแบคทีเรียมี 12 สายพันธุ์และโปรไฟล์เชื้อดื้อยาต้านจุลชีพ (AMR) ที่มาพร้อมกันซึ่งเป็นภัยคุกคามต่อสุขภาพของมนุษย์มากที่สุดซึ่ง มีทั้ง *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. และ *Enterococcus* spp.⁽¹⁰⁻¹¹⁻¹²⁾ ผลการวิเคราะห์เชื้อดื้อยาพบว่าโรงพยาบาลทั้ง 36 แห่ง ส่วนใหญ่พบเชื้อดื้อยาและเป็นเชื้อ *Escherichia coli*

เพื่อพิจารณาระบบบำบัดน้ำเสียและระบบการฆ่าเชื้อโรคของโรงพยาบาล พบว่า ยังมีประสิทธิภาพต่ำ คือ มีระยะเวลาสัมผัสคลอรีนน้อยกว่า 30 นาที จำนวน 6 โรงพยาบาล คิดเป็น ร้อยละ 24.00 โรงพยาบาลจึงควรปรับปรุงระบบการฆ่าเชื้อโรคโดยให้มีระยะเวลาสัมผัสคลอรีนนาน 30 นาที นอกจากนี้ควรปรับปรุงภาคตะกอนโดยการเติมปูนขาว เพื่อฆ่าเชื้อโรคก่อนนำไปใช้ประโยชน์ซึ่งประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียและการฆ่าเชื้อมีผลต่อการลดลงของเชื้อดื้อยา⁽⁹⁾ ประเภทรบบบำบัดน้ำเสียส่วนใหญ่เป็นแบบตะกอนเร่ง จำนวน 14 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 56.00 มีความสามารถในการรองรับน้ำเสียเพียงพอ จำนวน 13 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 52.00 ระบบบำบัดน้ำเสียใช้งานได้ในปัจจุบัน จำนวน 24 แห่งร้อยละ 96.00 มีการปล่อยน้ำทิ้งลงสู่ที่สาธารณะ จำนวน 15 แห่งคิดเป็นร้อยละ 60.00 มีระบบจัดการกากตะกอน จำนวน 22 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 88

ด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเชื้อดื้อยากับปัจจัยต่างๆ พบว่า ปริมาณเชื้อดื้อยาจะมีค่ามากขึ้นเมื่อค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำทิ้งมีค่ามากขึ้น นอกจากนี้เมื่อระยะเวลาสัมผัสคลอรีนนานขึ้นการพบเชื้อดื้อยาก็น้อยลงและเมื่อค่าคลอรีนอิสระคงเหลือเพิ่มขึ้นการพบเชื้อดื้อยาก็น้อยลงสอดคล้องกับการศึกษาของ Hassan Waseem และคณะ⁽⁹⁾ พบว่า ค่าคลอรีนมีความสัมพันธ์กับเชื้อดื้อยา ส่วนการพิจารณาเกณฑ์มาตรฐานแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพในน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลในน้ำทิ้งโดยใช้เปอร์เซ็นต์ไทล์ 25(P25) พบว่า เชื้อดื้อยาต้านจุลชีพมีค่าอยู่ในช่วง 0-99 CFU/100ml และในกากตะกอนมีค่าอยู่ในช่วง 0-9 CFU/100ml

8. ข้อเสนอแนะ

- ควรให้ความรู้กับเจ้าหน้าที่และสร้างความเข้าใจกับผู้บริหารโรงพยาบาลในการจัดให้มีระบบฆ่าเชื้อโรคให้อยู่ในมาตรฐานโดยมีค่าคลอรีนอิสระคงเหลือในน้ำทิ้งอยู่ที่ 0.5-1 มิลลิกรัมต่อลิตรและมีระยะเวลาสัมผัสคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อไม่ต่ำกว่า 30 นาที

- จากผลการวิเคราะห์เชื้อดื้อยาและระบบบำบัดน้ำเสียยังขาดการจัดการน้ำทิ้งอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะอาจเป็นสาเหตุทำให้มีการปนเปื้อนเชื้อดื้อยาลงสู่แม่น้ำ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม/สิ่งมีชีวิตในน้ำ และคนใช้น้ำตามมา จึงเสนอแนะให้โรงพยาบาลที่ปล่อยน้ำทิ้งลงสู่แม่น้ำ/ลำคลองเปลี่ยนระบบการปล่อยน้ำทิ้งสู่ที่สาธารณะ

- ควรนำเกณฑ์มาตรฐานแบคทีเรียดื้อยาต้านจุลชีพในน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลไปกำหนดเป็นมาตรฐานและกำหนดมาตรฐานคลอรีนอิสระคงเหลือในน้ำทิ้งเสนอต่อคณะกรรมการกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งต่อไป

- กระทรวงสาธารณสุข ควรจะมีการเฝ้าระวังเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพในคุณภาพน้ำทิ้งก่อนปล่อยลงสู่สาธารณะและกากตะกอนก่อนนำไปใช้ประโยชน์

- ระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบันไม่ได้มีการออกแบบให้สามารถกำจัดยาที่ตกค้างได้จากรายงานการวิจัยอุตสาหกรรมน้ำของสหราชอาณาจักร พบยาในน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสียเกือบ 160 แห่ง ที่มีความเข้มข้น

สูงมากพอที่จะให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศได้ ยาที่ถูกปล่อยออกไปกับน้ำทิ้งส่วนใหญ่ตกค้างอยู่ในน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน นอกจากนี้ยังพบยาตกค้างอยู่ในกากตะกอน (sludge) ของระบบบำบัดน้ำเสียอีกด้วย ซึ่งกากตะกอนเหล่านี้มักมีการนำไปทำปุ๋ยและใช้ประโยชน์อื่นๆ ดังนั้นโรงพยาบาลทุกแห่งควรมีมาตรการการควบคุมการใช้ยาต้านจุลชีพที่ปลอดภัย ใช้ยาอย่างสมเหตุสมผลหรือใช้อย่างมีคุณภาพ ต้องให้การศึกษาแก่แพทย์และเภสัชกรเพื่อทบทวนการจ่ายยาให้แก่ผู้ป่วยอย่างเหมาะสม เพื่อที่จะลดการจ่ายยาปริมาณมากเกินไปให้แก่ผู้ป่วย ทั้งนี้หลักการใช้อย่างสมเหตุสมผลขององค์การอนามัยโลกต้องรวมถึงเรื่องผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้ยาไว้ด้วย⁽⁷⁾

9.กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโรงพยาบาลทั้ง 36 โรงพยาบาลที่ให้ความร่วมมือในการเก็บตัวอย่างน้ำเสียและกากตะกอนและสถาบันวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ที่ทำการตรวจวิเคราะห์เชื้อดื้อยาและศูนย์ปฏิบัติการกรมอนามัย รวมทั้งผู้อำนวยการสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อมที่สนับสนุนการวิจัยครั้งนี้

10.เอกสารอ้างอิง

- 1.สถานการณ์เชื้อดื้อยาปฏิชีวนะในประเทศไทย.ศูนย์เฝ้าระวังเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพแห่งชาติ (National Antimicrobial Resistant Surveillance Center).<http://narst.dmsc.moph.go.th/news001.html> เข้าถึงข้อมูลวันที่ 20 ตุลาคม 2565
- 2.ภานุมาศ ภูมาศและคณะ.ผลกระทบด้านสุขภาพและเศรษฐศาสตร์จากการติดเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพในประเทศไทย : การศึกษาเบื้องต้น.สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข <https://kb.hsri.or.th/dspace/handle/11228/3699?locale-attribute=th> เข้าถึงข้อมูลวันที่ 20 มีนาคม 2565
- 3.กระทรวงสาธารณสุข.แผนยุทธศาสตร์การจัดการการดื้อยาต้านจุลชีพประเทศไทย พ.ศ. 2560-2564.พิมพ์ครั้งที่ 2 มีนาคม 2562
- 4.คณะทำงานประสานการขับเคลื่อนแผนยุทธศาสตร์การจัดการการดื้อยาต้านจุลชีพประเทศไทย พ.ศ. 2560-2564.ความก้าวหน้าระยะครึ่งแผนการขับเคลื่อนแผนยุทธศาสตร์การจัดการการดื้อยาต้านจุลชีพประเทศไทย พ.ศ. 2560-2564
- 5.วิไล เจียมไชยศรีและคณะ. การศึกษาการปนเปื้อนและการควบคุมการแพร่กระจายของเชื้อดื้อยาปฏิชีวนะจากแหล่งกำเนิดน้ำเสียประเภทโรงพยาบาลและฟาร์มสุกร.สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข <https://kb.hsri.or.th/dspace/handle/11228/5431?locale-attribute=th> เข้าถึงข้อมูลวันที่ 20 ตุลาคม 2565
- 6.พรรณนิภา ฤตวิรุฬห์.แบคทีเรียดื้อยา (Antimicrobial-resistant bacteria).สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร; 2563
- 7.ศูนย์วิชาการเฝ้าระวังและพัฒนาระบบยา (กพย.) คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.ยาวิพากษ์.จดหมายข่าวศูนย์ข้อมูลเฝ้าระวังระบบยา ปีที่ 9 ฉบับที่ 37 สิงหาคม-กันยายน 2561
- 8.คณะเภสัชศาสตร์.มหาวิทยาลัยมหิดล.บทความเผยแพร่ความรู้สู่ประชาชน.อันตรายจากยาตกค้างในสิ่งแวดล้อม.[อินเทอร์เน็ต].2560 [เข้าถึงเมื่อ 9 กุมภาพันธ์ 2566].เข้าถึงได้จาก <https://pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/390/อันตรายจากยาตกค้างในสิ่งแวดล้อม>

9. Hassan Waseem,, Maggie R. Williams,, Robert D. Stedtfeld and Syed A. Hashsham .
Antimicrobial Resistance in the Environment. Water Environment Research, Volume
89, Number 89, 921-941. [Internet]. 2017 [cited 2021 Nov 8] Available from:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2175/106143017X15023776270179>.
10. Nour Fouz , Krisna N. A. Pangesti , Muhammad Yasir , Abdulrahman L. Al-Malki , Esam I.
Azhar Grant A. Hill-Cawthorne , and Moataz Abd El Ghany. The Contribution
of Wastewater to the Transmission of Antimicrobial Resistance in the Environment:
Implications of Mass Gathering Settings. Tropical Medicine and Infectious
Disease, 5, 33; 1- 25
11. World Health Organization. Report on Global Priority List of Antibiotic-Resistant Bacteria
to Guide Research, Discovery, and Development of New Antibiotics. [Internet]. 2018
[cited 2021 Nov 8]. Available from:
<https://www.who.int/medicines/publications/global-priority-list-antibiotic-resistant-bacteria/en/>
12. Nahar, A.; Islam, M.A.; Sobur, M.A.; Hossain, M.J.; Binte, S.; Zaman, M.; Rahman, B.; Kabir,
S.L.; Rahman, M.T. Detection of tetracycline resistant E. coli and Salmonella spp. in
sewage, river, pond and swimming pool in Mymensingh, Bangladesh. Afr. J.
Microbiol. Res. 2018