



## เทคโนโลยีการยับยั้งเชื้อรา และแบคทีเรียในสถานพยาบาล

*Dr. Gina Sloan*

### บทย่อ

การติดเชื้อในสถานพยาบาล (HAIs) เป็นสิ่งที่น่ากังวลมากขึ้นเพราะค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลเพิ่มขึ้นในช่วงหลายปีที่ผ่านมา (ตั้งแต่ปี 2007 ถึงปี 2014) ศูนย์ควบคุมโรคติดต่อ (CDC) และองค์การอนามัยโลก (WHO) ได้ผลักดันเรื่องแนวปฏิบัติการทำความสะอาดมือ แม้จะมีความพยายามเหล่านี้แต่การปฏิบัติตามมาตรฐานการทำความสะอาดมือยังคงต่ำซึ่งบ่งชี้ว่าจำเป็นต้องมีมาตรการเพิ่มเติมเพื่อลดการติดเชื้อในสถานพยาบาล เพื่อต่อสู้กับการติดเชื้อในสถานพยาบาลการใช้ระบบที่ขยายขอบเขตไปได้มากกว่าแนวปฏิบัติการทำความสะอาดมือที่เรียบง่ายเป็นสิ่งจำเป็น สภาพแวดล้อมในการดูแลผู้ป่วยเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเพื่อหาโซลูชันที่ครอบคลุมในการแก้ปัญหาการติดเชื้อในสถานพยาบาล โซลูชันนี้จะยังคงปรับปรุงการทำความสะอาดมือ เพิ่มการเฝ้าระวังพื้นผิวสิ่งแวดล้อม แนะนำเทคนิคการฆ่าเชื้อแบบใหม่ และใช้เทคโนโลยียับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียที่ผสมผสานในตัวผลิตภัณฑ์

### สิ่งแวดล้อมของการดูแล

ระบบการดูแลสุขภาพแสดงให้เห็นถึงความซับซ้อนหลากหลายของระบบนิเวศที่มีปฏิสัมพันธ์กันหลายอย่าง ระบบการดูแลสุขภาพสามารถแบ่งระบบนิเวศออกเป็นสามด้านที่แตกต่างกัน:

1. ผู้ป่วย
2. บุคลากรการแพทย์
3. สภาพแวดล้อมของผู้ป่วย

ระบบนิเวศเหล่านี้มีปฏิสัมพันธ์กันตลอดทั้งวันและตลอดรอบการรักษาของผู้ป่วย การมีปฏิสัมพันธ์ของระบบนิเวศเหล่านี้มีผลกระทบอย่างมากต่อผู้ป่วยในแง่การติดเชื้อที่โรงพยาบาล (HAI) บางทีระบบนิเวศที่สำคัญที่สุดคือผู้ป่วย รองลงมาคือบุคลากรทางการแพทย์และสภาพแวดล้อมของผู้ป่วย กลยุทธ์การควบคุม

การติดเชื้อในปัจจุบันกำหนดเป้าหมายที่วิธีการตามระบบซึ่งจะกล่าวถึงแต่ละระบบนิเวศแยกกันด้วยความหวังว่าการลดปัจจัยที่ทำให้เกิดการติดเชื้อในแต่ละระบบจะลดอัตราการติดเชื้อในสถานพยาบาลโดยรวม เพื่อให้เข้าใจแต่ละกลุ่ตยู่รต์และความเกี่ยวข้องของระหว่างแต่ละกลุ่ตยู่รต์กับอัตราการติดเชื้อในสถานพยาบาลโดยรวม จะขอกกล่าวถึงแต่ละระบบนิเวศแยกจากกัน

## **ผู้ป่วย**

ผู้ป่วยเป็นศูนย์กลางของการดูแลสุขภาพทั้งหมด ผู้ป่วยแสดงถึงการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและสิ่งแวดล้อมระดับจุลภาคซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการแพร่กระจายของจุลชีพทั่วโรงพยาบาล เมื่อผู้ป่วยได้รับการวินิจฉัยว่าติดเชื้อจุลินทรีย์การดำเนินการขั้นแรกคือการกำหนดยาปฏิชีวนะเพื่อต่อสู้กับการติดเชื้อของผู้ป่วย อย่างไรก็ตาม 24 ชั่วโมงหลังจากได้รับยาปฏิชีวนะครั้งแรกผู้ป่วยยังทำให้ผู้อื่นติดเชื้อได้ ในความเป็นจริงร่างกายผู้ป่วยจะปล่อยแบคทีเรียออกมาบนผิวหนัง เยื่อเมือก (ตา ปาก จมูก) และแบคทีเรียจะเข้าสู่สภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกัน (ผ้าปูที่นอน และจุดต่าง ๆ ที่สัมผัส)

## **บุคลากรทางการแพทย์**

บุคลากรทางการแพทย์สามารถรับเชื้อโรคที่ผู้ป่วยหลังออกมา มีการผลักดันแนวปฏิบัติการทำความสะอาดมือในสถานพยาบาลเพื่อช่วยลดอุบัติการณ์ของเชื้อโรคในบุคลากรทางการแพทย์ซึ่งศูนย์ควบคุมโรคติดต่อ (CDC) และองค์การอนามัยโลก (WHO) [1, 2, 3, 4] ได้กำหนดเอาไว้ โรงพยาบาลกำลังสร้างแนวทางใหม่ให้แนวปฏิบัติการทำความสะอาดมือและการตรวจติดตาม วิธีการเหล่านี้ทำให้อัตราการติดเชื้อในสถานพยาบาลลดลงตั้งแต่ปี 2007 จนถึงปี 2014 แต่ก็ยังต้องมีการปรับปรุงอีก [5]

มีความพยายามอย่างต่อเนื่องในการสนับสนุนแนวปฏิบัติการทำความสะอาดมือเพื่อลดการติดเชื้อในสถานพยาบาล แต่น่าแปลกใจที่กลุ่มบุคลากรทางการแพทย์มีอัตราการปฏิบัติตามเพียง 40% ซึ่งหมายความว่าใน 10 ครั้งมี 6 ครั้งที่บุคลากรทางการแพทย์ไม่ได้ล้างมือให้สะอาด [6] อัตราการปฏิบัติตามกฎระเบียบต่ำที่สุดเมื่อบุคลากรทางการแพทย์สัมผัสสภาพแวดล้อมของผู้ป่วย [7, 8] เพราะทำให้การติดเชื้อระดับจุลภาคครั้งใหม่แพร่กระจายออกไป หากบุคลากรทางการแพทย์ไม่ได้ทำความสะอาดมือแล้วไปดูแลผู้ป่วยรายถัดไป จุลชีพของผู้ป่วยรายแรกที่หลังออกมาจะมีโอกาสถูกส่งผ่านไปยังผู้ป่วยรายที่สอง สิ่งนี้ยังสามารถเกิดขึ้นได้กับมือและเสื้อผ้าของคนที่มาเยี่ยมผู้ป่วยที่เคลื่อนจากห้องหนึ่งไปอีกห้องหนึ่ง

## **สภาพแวดล้อมของผู้ป่วย**

สภาพแวดล้อมของผู้ป่วยเป็นพื้นที่ซึ่งกำลังได้รับการวิจัยว่าเป็นสาเหตุสำคัญของการแพร่กระจายการติดเชื้อในสถานพยาบาล ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าผู้ป่วยสามารถหลังเชื้อแบคทีเรียไปยังวัตถุภายในห้องของโรงพยาบาล [9] เมื่ออยู่บนวัตถุแห่ง ๆ จุลชีพสามารถอยู่รอดได้หลายวันหรือหลายเดือน หลังจากที่ผู้ป่วยออกจากโรงพยาบาลแล้วห้องพักรักษาของโรงพยาบาลจะต้องทำความสะอาดอย่างละเอียดโดยปกติแล้วจะ

เรียกว่าการทำความสะอาดเมื่อจำหน่ายผู้ป่วย การทำความสะอาดเมื่อจำหน่ายผู้ป่วย หมายถึงการกำจัด จุลชีพจากผู้ป่วยรายเดิมทั้งหมดเพื่อให้ห้องปลอดเชื้อจุลชีพสำหรับผู้ป่วยรายถัดไป อย่างไรก็ตามแม้จะมีความพยายามที่ดีที่สุดในการทำความสะอาดเมื่อจำหน่ายผู้ป่วยแต่ก็ยังไม่เพียงพอส่งผลให้ความเสี่ยงของการติดเชื้อสแตฟิโลค็อกคัส ออเรียสที่ดื้อยาเมธิซิลิน (MRSA) เพิ่มขึ้น 1.4 เท่า ความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ เอ็นเทอโรค็อกคัสที่ดื้อยาแวนโคมัยซิน (VRE) เพิ่มขึ้น 2.5 เท่า และ ความเสี่ยงต่อการติดเชื้อคลอสไทร เดียม ดิฟิซายล์ (Clostridium difficile) เพิ่มขึ้น 2.5 เท่า [ 6, 10, 11, 12, 13, 14, 15]

1. Curtis, V., et al., Hygiene: new hopes, new horizons. Lancet Infect Dis, 2011. 11(4): p. 312-21.
2. Aiello, A.E., et al., Effect of hand hygiene on infectious disease risk in the community setting: a meta-analysis. Am J Public Health, 2008. 98(8): p. 1372-81.
3. Organization, W.H. Hand Hygiene: Why, How and When? Save Lives, Clean Your Hands 2009; Available from: [http://www.who.int/gpsc/5may/Hand\\_Hygiene\\_Why\\_How\\_and\\_When\\_Brochure.pdf?ua=1](http://www.who.int/gpsc/5may/Hand_Hygiene_Why_How_and_When_Brochure.pdf?ua=1).
4. Smith, S.J., et al., Where do hands go? An audit of sequential hand-touch events on a hospital ward. J Hosp Infect, 2012. 80(3): p. 206-11.
5. CDC. National and State Healthcare Associated Infections: Progress Report. 2016; Available from: <https://www.cdc.gov/HAI/pdfs/progress-report/hai-progress-report.pdf>.
6. Chemaly, R.F., et al., The role of the healthcare environment in the spread of multidrug-resistant organisms: update on current best practices for containment. Ther Adv Infect Dis, 2014. 2(3-4): p. 79-90.
7. FitzGerald, G., G. Moore, and A.P. Wilson, Hand hygiene after touching a patient's surroundings: the opportunities most commonly missed. J Hosp Infect, 2013. 84(1): p. 27-31.
8. Randle, J., A. Arthur, and N. Vaughan, Twenty-four-hour observational study of hospital hand hygiene compliance. J Hosp Infect, 2010. 76(3): p. 252-5.
9. Weber, D.J., D. Anderson, and W.A. Rutala, The role of the surface environment in healthcare-associated infections. Curr Opin Infect Dis, 2013. 26(4): p. 338-44.

เนื่องจากอัตราการติดเชื้อแบบส่งต่อเพิ่มขึ้นสภาพแวดล้อมของผู้ป่วยจึงเป็นโลกใบเล็ก ๆ ของการแพร่เชื้อ และเป็นประเด็นร้อนในการวิจัยที่กำลังดำเนินอยู่ ดร. Cliff McDonald จากศูนย์ควบคุมโรคติดต่อ (CDC) ได้กล่าวว่ามีขีดจำกัดของจำนวนจุลชีพบนพื้นผิวที่สามารถเชื่อมโยงกับความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นของผู้ป่วยที่ติดเชื้อในสถานพยาบาล การวิจัยกำลังดำเนินการเพื่อกำหนดมาตรฐานความสะอาดของสิ่งแวดล้อม [16] นอกจากนี้ดร. Stephanie Dancer ร่วมกับการบริการด้านสุขภาพแห่งชาติ (NHS) ในสกอตแลนด์ยังตั้งข้อสังเกตว่าโรงพยาบาลควรรักษาปริมาณจุลชีพให้อยู่ในระดับต่ำเพื่อให้แน่ใจในความปลอดภัยของผู้ป่วย ดร. Dancer เสนอให้โรงพยาบาลตรวจสอบจำนวนแบคทีเรียบนพื้นผิวและรักษาจำนวนแบคทีเรียบนพื้นผิว < 5 ต่อตารางเซนติเมตร [17, 18]

กลยุทธ์การฆ่าเชื้อโรคในปัจจุบัน เช่น การใช้สเปรย์และการเช็ดด้วยยาฆ่าเชื้อโรค ระบบฟันทไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และระบบการฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงยูวีเป็นแนวทางปฏิบัติในการฆ่าเชื้อแบบไม่ต่อเนื่องซึ่งไม่

เพียงพอต่อการควบคุมจุลชีพในสิ่งแวดล้อม กลยุทธ์การควบคุมสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันไม่สามารถปฏิบัติตามข้อกำหนดของศูนย์ควบคุมโรคติดต่อ (CDC) หรือการบริการด้านสุขภาพแห่งชาติ (NHS) ดังนั้นสภาพแวดล้อมต้องใช้กลไกที่อิงกับระบบซึ่งประกอบด้วยเทคโนโลยีที่ใช้การฆ่าเชื้ออย่างรวดเร็วด้วยกลไกที่ไม่ต่อเนื่องควบคู่กับเทคโนโลยีที่สามารถควบคุมจุลินทรีย์ได้อย่างต่อเนื่องตลอดทั้งวัน

### **บทบาทของเทคโนโลยีการยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียในสิ่งแวดล้อมของสถานพยาบาล**

มีการตรวจสอบมากมายเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีการยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียในสถานพยาบาล นอกจากนี้ยังมีการอภิปรายอย่างต่อเนื่องเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีการยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียสำหรับสถานพยาบาลภายในหน่วยงานภาครัฐ อุตสาหกรรมและสถาบันการศึกษา ก่อนอื่นต้องรับทราบว่ามีการยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรีย 3 ชนิดซึ่งบางครั้งสับสนและใช้สลับกันอย่างไม่เหมาะสม สารยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียทั้งสามชนิดนี้แตกต่างกันทั้งเรื่องการใช้งานไปใช้ และเป้าหมายเชื้อราและแบคทีเรียที่จะกำจัด สารยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรีย 3 ชนิดคือ:

1. ยาปฏิชีวนะ: ใช้สำหรับรักษาผู้ป่วยที่ติดเชื้อจากจุลชีพ
2. สารต้านจุลชีพแบบฆ่าเชื้อโรค: ยาต้านจุลชีพที่ใช้ในของเหลวหรือการเช็ดมีอัตราการฆ่าสูงและรวดเร็ว แต่การกำจัดจุลชีพไม่ต่อเนื่อง
3. สารยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียแบบผสมในตัว: ยาต้านจุลชีพที่ใช้สำหรับการรักษาผลิตภัณฑ์ การควบคุมกลิ่นและการควบคุมจุลชีพที่ทำให้เกิดคราบ สามารถลดปริมาณจุลชีพบนวัสดุได้อย่างต่อเนื่อง

---

10. Otter, J.A., et al., Evidence that contaminated surfaces contribute to the transmission of hospital pathogens and an overview of strategies to address contaminated surfaces in hospital settings. *Am J Infect Control*, 2013. 41(5 Suppl): p. S6-11.
11. Drees, M., et al., Antibiotic exposure and room contamination among patients colonized with vancomycin-resistant enterococci. *Infection Control and Prevention*, 2008.
12. Drees, M., et al., Prior environmental contamination increases the risk of acquisition of vancomycin-resistant enterococci. *Clin Infect Dis*, 2008. 46(5): p. 678-85.
13. Nseir, S., et al., Risk of acquiring multidrug-resistant Gram-negative bacilli from prior room occupants in the intensive care unit. *Clin Microbiol Infect*, 2011. 17(8): p. 1201-8.
14. Shaughnessy, M.K., et al., Evaluation of hospital room assignment and acquisition of *Clostridium difficile* infection. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2011. 32(3): p. 201-6.
15. Huang, S.S., R. Datta, and R. Platt, Risk of acquiring antibiotic-resistant bacteria from prior room occupants. *Arch Intern Med*, 2006. 166(18): p. 1945-51.
16. Shams, A.M., et al., Assessment of the Overall and Multidrug-Resistant Organism Bioburden on Environmental Surfaces in Healthcare Facilities. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2016. 37(12): p. 1426-1432.
17. Dancer, S.J., How do we assess hospital cleaning? A proposal for microbiological standards for surface hygiene in hospitals. *Journal of Hospital Infection*, 2004. 56(1): p. 10-15.

18. White, L.F., et al., Are hygiene standards useful in assessing infection risk? American Journal of Infection Control. 36(5): p. 381-384.

## ยาปฏิชีวนะ

ยาปฏิชีวนะควบคุมโดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (FDA) และมีไว้สำหรับการรักษาคนที่ติดเชื้อจุลินทรีย์เท่านั้น ยาเหล่านี้กำหนดเป้าสิ่งมีชีวิตที่เฉพาะเจาะจงและพิสูจน์แล้วว่าปลอดภัยสำหรับมนุษย์ มียาปฏิชีวนะจำนวนมากซึ่งกำหนดเป้าสายพันธุ์และส่วนของจุลินทรีย์แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น ยาปฏิชีวนะกลุ่มเพนิซิลินออกฤทธิ์ยับยั้งการสร้างเยื่อหุ้มเซลล์ใหม่ แต่ยากุ่มควิโนโลนตัวยาจะออกฤทธิ์ยับยั้งการสร้างดีเอ็นเอ (DNA) แพทย์จะกำหนดยาปฏิชีวนะที่จำเป็นสำหรับรักษาการติดเชื้อ การรักษาแบบนี้จะมีผลต่อผู้ป่วยเท่านั้นไม่มีการสัมผัสกับบุคลากรทางการแพทย์หรือสิ่งแวดล้อมของจุลชีพ

## สารต้านจุลชีพแบบฆ่าเชื้อโรค

องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (EPA) ควบคุมยาฆ่าเชื้อโรคใช้สารต้านจุลชีพที่สามารถลดจำนวนแบคทีเรียได้อย่างรวดเร็ว EPA กำหนดให้สารฆ่าเชื้อในโรงพยาบาลฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดภายใน 10 นาที บริษัทยาฆ่าเชื้อส่วนใหญ่เช่น Clorox และ EcoLab ทำได้เกินความคาดหวังของ EPA ด้วยการอ้างที่ต่ำกว่าฆ่าเชื้อได้ภายใน 2 นาทีหรือน้อยกว่า ในระหว่างวันสารฆ่าเชื้อเหล่านี้ถูกนำมาใช้ทั่วโรงพยาบาลหลายครั้ง ส่วนใหญ่คุณสามารถพบขวดยาเช็ดทำความสะอาดติดกับเตียงและสถานีพยาบาลทุกแห่ง สารฆ่าเชื้อเหล่านี้ทำหน้าที่ได้อย่างรวดเร็วแต่อยู่ได้ไม่นาน การวิจัยแสดงให้เห็นว่าการฆ่าเชื้อแบบดั้งเดิมจุลชีพบนพื้นผิวจะกลับมาอยู่ในระดับเริ่มต้นภายใน 2 ถึง 6 ชั่วโมง [19] ส่งผลให้มีโอกาสเกิดการติดเชื้อในสถานพยาบาลแม้ว่าจะมีการฆ่าเชื้อตามปกติ

สารฆ่าเชื้อชนิดใหม่อยู่ในระหว่างการพัฒนาเพื่อให้สามารถฆ่าเชื้อในสถานพยาบาลได้อย่างต่อเนื่องซึ่งจะช่วยลดระดับจำนวนแบคทีเรียบนพื้นผิวเมื่อเวลาผ่านไป สารฆ่าเชื้อนี้ได้รับการทดสอบจากสถาบันการศึกษาหลายแห่งและเร็ว ๆ นี้จะออกสู่ตลาด เมื่อมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายแล้วจึงจะสามารถระบุบทบาทของการฆ่าเชื้ออย่างต่อเนื่องในการลดอัตราการติดเชื้อในสถานพยาบาลได้

## สารยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียแบบผสมในตัว

แม้สถานพยาบาลจะมีการฆ่าเชื้ออย่างต่อเนื่องแต่ก็ไม่สมเหตุสมผลที่จะคาดหวังให้พยาบาลหรือผู้ให้บริการด้านสิ่งแวดล้อมทำความสะอาดทุกพื้นผิวภายในแต่ละห้องของโรงพยาบาล การลดปริมาณจุลชีพอย่างต่อเนื่องทำได้โดยการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีเทคโนโลยีการยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรีย [20, 21] โดยทั่วไปการยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียบนพื้นผิวเหล่านี้จะคงอยู่ตลอดอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์และเป็นวิธีการควบคุมจำนวนแบคทีเรียบนพื้นผิวอย่างต่อเนื่อง

สารยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียแบบผสมในตัวสามารถรวมเข้ากับสารตั้งต้นกลุ่มโพลีเมอร์ เช่น รางเตียง และจุดที่สัมผัสบ่อย เช่น สวิตช์ไฟ ที่จับประตูแบบเคลือบสีฝุ่น สถานพยาบาล วัสดุสิ่งทอต่าง ๆ เช่น ผ้าปูที่นอนและเสื่อทาบ นอกจากนี้ สารยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียยังสามารถผสมในผลิตภัณฑ์ไม่ทอแบบใช้แล้วทิ้ง เช่น ผ้ารองที่นอนกันเปื้อน ในช่วงผู้ป่วยอยู่โรงพยาบาลของใช้เหล่านี้ล้วนสัมผัสกับผู้ป่วยอย่างใกล้ชิด บางอย่างไม่เคยเปลี่ยนหรือทำความสะอาดเลยในช่วงเวลาที่ผู้ป่วยอยู่โรงพยาบาล

สารยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียแบบผสมในตัวออกแบบมาโดยเฉพาะเพื่อให้การป้องกันที่จำเป็นสำหรับการใช้เฉพาะอย่าง ยกตัวอย่างเช่น รางเตียงในโรงพยาบาลอาจใช้สารยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียที่มุ่งเป้าลดแบคทีเรียบนพื้นผิว แต่วัสดุกลุ่มปูนเกร้าท์จะกำหนดเป้าที่เชื้อราเพื่อป้องกันพื้นผิวเปลี่ยนสี พื้นผิวด้านจุลชีพเหล่านี้สามารถลดจำนวนแบคทีเรียบนพื้นผิวได้โดยไม่ก่อให้เกิดความกังวลเรื่องการพัฒนาความดื้อยาหรือผลกระทบด้านลบต่อสุขภาพ

- 
19. Attaway, H.H., 3rd, et al., Intrinsic bacterial burden associated with intensive care unit hospital beds: effects of disinfection on population re-covery and mitigation of potential infection risk. *Am J Infect Control*, 2012. 40(10): p. 907-12.
  20. Salgado, C.D., et al., Copper surfaces reduce the rate of healthcare-acquired infections in the intensive care unit. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2013. 34(5): p. 479-86.
  21. Schmidt, M.G., et al., Sustained reduction of microbial burden on common hospital surfaces through introduction of copper. *J Clin Microbiol*, 2012. 50(7): p. 2217-23.

การใช้พื้นผิวที่มีสารยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียเป็นแนวทางอิงระบบเพื่อแก้ปัญหาสภาพแวดล้อมของผู้ป่วยเป็นตัวนำของโรค [22]

### การพัฒนาความดื้อยา

โดยปกติผู้ป่วยที่ติดเชื้อแบคทีเรียหรือเชื้อราจะได้รับยาปฏิชีวนะ ยาปฏิชีวนะเป็นสารยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียชนิดหนึ่งที่ออกฤทธิ์เฉพาะพื้นที่จำเพาะของเซลล์จุลินทรีย์ สำหรับจุลชีพที่สามารถแพร่พันธุ์ภายในไม่กี่นาทีก่อนหรือไม่กี่ชั่วโมงความจำเพาะของยาปฏิชีวนะต่อส่วนประกอบของเซลล์ทำให้จุลชีพพัฒนาความดื้อยาได้ค่อนข้างง่าย

ตัวยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียแบบผสมในตัวสำหรับวัสดุก่อสร้าง สิ่งทอ และเครื่องเรือนจะแตกต่างจากทั้งสองประเภทมาก ยายับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียชนิดนี้ปลอดภัยแต่ไม่ได้มีไว้สำหรับการบริโภคของมนุษย์ ตัวยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียที่ผสมในตัวจะออกฤทธิ์ภายในสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์

ตัวยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียแบบผสมในตัวสามารถเล็งเป้าหมายไปที่ส่วนประกอบเซลล์หลายส่วนในเวลาเดียวกัน นอกจากนี้ยายับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียชนิดนี้สามารถกำหนดเป้าหมายและพื้นที่ของจุลชีพหลายชนิด จึงทำให้จุลชีพพัฒนาความดื้อยาได้ยากมาก การตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญทางวิชาการ

สนับสนุนว่ายายับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียแบบผสมในตัวไม่ก่อให้เกิดความกังวลเรื่องการดื้อยาและการขยายพันธุ์ของจุลินทรีย์ ในปี 2002 สหภาพยุโรปสรุปว่า "... ไม่มีหลักฐานที่น่าเชื่อถือที่ว่าไตรโคซานก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อมนุษย์หรือสิ่งแวดล้อมโดยการกระตุ้นหรือส่งผ่านการดื้อยา... [23]" การศึกษาครั้งที่สองจากปี 2003 ได้ศึกษาไตรโคซานในท่อระบายน้ำ ผู้เขียนสามารถแสดงให้เห็นว่าไตรโคซานไม่ก่อให้เกิดการดื้อยาในกลุ่มแบคทีเรียตามธรรมชาติ [24] การค้นพบนี้นำไปใช้กับยาปฏิชีวนะกลุ่มที่สอง สารประกอบควอเทอร์นารีแอมโมเนียม จากผลการศึกษาของมหาวิทยาลัยแมนเชสเตอร์ชี้ให้เห็นว่าการใช้สารซักฟอกที่มีสารประกอบควอเทอร์นารีแอมโมเนียมที่ความเข้มข้นระดับต่ำกว่าขนาดที่ทำให้ตายได้ "ไม่เปลี่ยนแปลงการกระจายความอ่อนแอต่อ QAC [สารประกอบควอเทอร์นารีแอมโมเนียม] หรือสารชีวชนิดอื่น ๆ [25]" ผลการศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนจากคณะกรรมการด้านวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นใหม่และความเสี่ยงที่ระบุใหม่ซึ่งระบุว่าการใช้สารต้านจุลชีพไม่มีการเชื่อมโยงกับการดื้อยาปฏิชีวนะหรือการพัฒนาของจุลชีพที่ทำให้เกิดโรค

หลักฐานสนับสนุนจากหน่วยงานกำกับดูแลและกลุ่มวิชาการหลายกลุ่มระบุว่าการใช้ยายับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียแบบผสมในตัวไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาการดื้อยาปฏิชีวนะ ยาต้านจุลชีพทั้งสองชนิดนี้ไม่มีผลโดยตรงต่อจุลชีพกลุ่มเดียวกันหรือออกฤทธิ์ลักษณะคล้ายกัน ยายับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียแบบผสมในตัวมีเป้าหมายคือจุลชีพหลาย ๆ ชนิด ส่วนประกอบหลาย ๆ ส่วนในเซลล์ และมีบทบาทในสิ่งแวดล้อม ด้วยเหตุนี้ยายับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียแบบผสมในตัวไม่ได้สร้างรูปแบบความดื้อยาที่เหมือนกับการพัฒนาความดื้อยาปฏิชีวนะสำหรับผู้ป่วย

### **ความปลอดภัยของสารยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียแบบผสมในตัว**

ความปลอดภัยของยาปฏิชีวนะควบคุมโดยองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกาและแบ่งออกเป็นสองส่วนหลัก:

1. สารยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียที่จะสัมผัสกับอาหารและ
2. สารยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียที่สัมผัสกับสิ่งที่ไม่ใช่อาหาร

- 
22. Page, K., M. Wilson, and I.P. Parkin, Antimicrobial surfaces and their potential in reducing the role of the inanimate environment in the incidence of hospital-acquired infections. *Journal of Materials Chemistry*, 2009. 19(23): p. 3819-3831.
  23. Products, S.C.o.C., Opinion on Triclosan, H.C.P. Directorate-General, Editor. 2006.
  24. McBain, A.J., et al., Exposure of Sink Drain Microcosms to Triclosan: Population Dynamics and Antimicrobial Susceptibility. *Applied and Environmental Microbiology*, 2003. 69(9): p. 5433-5442.
  25. McBain, A.J., et al., Effects of quaternary-ammonium-based formulations on bacterial community dynamics and antimicrobial susceptibility. *Applied and environmental microbiology*, 2004. 70(6): p. 3449-3456.

เมื่อระบุรูปแบบการใช้งานของสารกำจัดแมลงและศัตรูพืชว่ามีการสัมผัสกับอาหารหรือไม่ ความปลอดภัยของสารกำจัดแมลงและศัตรูพืชแต่ละชนิดจะถูกกำหนดโดยใช้ชุดทดสอบที่ระบุไว้ในประมวลกฎหมายข้อบังคับของกรมการเกษตรของรัฐบาลกลางสหรัฐอเมริกา [26, 27] อย่างน้อยที่สุดสารกำจัดแมลงและศัตรูพืชแต่ละชนิดจะต้องผ่านชุดการทดสอบซึ่งกำหนดเป้าหมายที่สุขภาพของมนุษย์ การทดสอบเหล่านี้จะประเมินความสามารถของสารกำจัดแมลงและศัตรูพืชที่มีผลต่อผิวหนัง ปอด ระบบสืบพันธุ์ และระบบภูมิคุ้มกัน ในการทดสอบทุกครั้งสารกำจัดแมลงและศัตรูพืชจะถูกจัดอันดับและจัดจำแนกประเภท เมื่อจำแนกแล้วหากเป็นผลิตภัณฑ์อันตรายต้องติดฉลากเพื่อป้องกันอันตรายนั้น ๆ EPA จะตรวจสอบพื้นที่การใช้งานที่เหมาะสมโดยอ้างอิงตามผลทดสอบเรื่องความปลอดภัยและเป้าหมายในการนำไปใช้งาน หลังจากนั้นจึงจะอนุมัติสารกำจัดแมลงและศัตรูพืชให้บริษัท

บริษัทที่จำหน่ายสารยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของ EPA สารยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียที่ผสมในตัวจะมีความปลอดภัยเพิ่มขึ้นเนื่องจากถูกห่อหุ้มไว้ภายในผลิตภัณฑ์ทำให้ลดอัตราการสัมผัสทั้งสิ่งแวดล้อมและบุคคล

EPA ควบคุมการผลิตและการตลาดของผลิตภัณฑ์ยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียอย่างเข้มข้น กฎหมายของรัฐบาลกลางที่บังคับใช้เฉพาะเรื่องนี้ คือ กฎหมายรัฐบาลกลางว่าด้วยสารเคมีกำจัดแมลง เชื้อราและสัตว์ประเภทหนู (FIFRA) FIFRA อนุญาตให้ใช้สารยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์เพื่อการรักษาผลิตภัณฑ์ การควบคุมและการจัดการคราบที่เกิดจากแบคทีเรียและเชื้อรา บริษัทไม่ได้รับอนุญาตให้ทำการตลาดผลิตภัณฑ์ที่อ้างสิทธิ์ในเรื่องสุขภาพ (เช่น ฆ่าเชื้อ MRSA ได้ 99.9%) บริษัทต้องปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ไม่เช่นนั้นอาจเสี่ยงต่อการถูกปรับ

เมื่อเร็ว ๆ นี้ความปลอดภัยของสารยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียแบบดั้งเดิมบางชนิดถูกตั้งคำถาม สารต้านจุลชีพเช่น ดีบุก สารหนูและไตรโคซานถูกแทนที่อย่างต่อเนื่องด้วยตัวเลือกที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ด้วยเหตุนี้บริษัทสารยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียแบบผสมในตัวจึงเลิกใช้สารประกอบเหล่านี้ ไม่ใคร่เบนไม่ใช้ดีบุกหรือสารหนูและไม่แนะนำให้ใช้ไตรโคซานในการใช้งานของลูกค้านำใหม่ ๆ

### **ประสิทธิภาพของสารยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียแบบผสมในตัว**

ประสิทธิภาพของสารยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ FIFRA บริษัทต้องมั่นใจว่าผลิตภัณฑ์ของตนมีประสิทธิภาพผลเมื่อใช้ตามคำแนะนำบนฉลาก บริษัทต้องพัฒนาและรักษาข้อมูลที่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้นเพื่อให้สอดคล้องกับ FIFRA เพราะ EPA สามารถขอข้อมูลได้ทุกเมื่อ

องค์กรมาตรฐานระดับนานาชาติและระดับประเทศจำนวนมากรวมถึงองค์กรเหล่านี้ได้พัฒนาระเบียบปฏิบัติเรื่องประสิทธิภาพเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของสารยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรีย:



1. องค์การมาตรฐานสากล (ISO)
2. สมาคมการทดสอบและมาตรฐานแห่งสหรัฐอเมริกา (ASTM)
3. สมาคมนักฟอกย้อมสีและนักเคมีสิ่งทอแห่งสหรัฐอเมริกา (AATCC)
4. มาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น (JIS)

ระเบียบปฏิบัติเหล่านี้พัฒนาผ่านข้อมูลจากหลายกลุ่มรวมถึง บริษัท ผู้ใช้ปลายทาง และผู้บริโภค มาตรฐานทั่วไปพัฒนาโดยใช้ข้อมูลจากผู้ที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านสารที่ผสมในผลิตภัณฑ์ สำหรับ มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับจุลชีพนักจุลชีววิทยาจากสถาบันการศึกษาและภาคอุตสาหกรรมร่วมกันทำงาน ผ่านการพัฒนาวิธีการ แต่ละกลุ่มทำงานอย่างหนักเพื่อพัฒนาวิธีการที่มีประสิทธิภาพ ทำซ้ำได้และเป็น ตัวแทนของความมีประสิทธิภาพตลอดการใช้งาน วิธีการเหล่านี้ผ่านการตรวจสอบอย่างเข้มงวดซึ่งใช้เวลา นับปีกว่าจะได้มาตรฐานขั้นสุดท้ายเพื่อการใช้งานอย่างแพร่หลาย

- 
26. General Considerations for Uses of Antimicrobial Agents, E.P. Agency, Editor. 2012: <https://www.epa.gov/test-guidelines-pesticides-and-toxic-substances/series-810-product-performance-test-guidelines>.
  27. Office of Pesticide Programs, A.D., Applicability of the Treated Articles Exemption to Antimicrobial Pesticides, P.R.N.P. 2000-1, Editor. March 6, 2000: <https://www.epa.gov/pesticide-registration/prn-2000-1-applicability-treated-articles-exemption-antimicrobial-pesticides>.

มีการใช้สารยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียอย่างกว้างขวางในหลายอุตสาหกรรม องค์การส่วนใหญ่จึงมีกลุ่มที่ ทุ่มเทให้กับการพัฒนาวิธีการ สำหรับสารยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียโดยเฉพาะ องค์การต่าง ๆ เช่น สมาคม นักฟอกย้อมสีและนักเคมีสิ่งทอแห่งสหรัฐอเมริกา (AATCC) สมาคมการทดสอบและมาตรฐานแห่ง สหรัฐอเมริกา (ASTM) องค์การมาตรฐานสากล (ISO) ทำให้มีการตรวจสอบตัวเองอย่างมีประสิทธิภาพทั่ว ทั้งอุตสาหกรรม ข้อพิสูจน์คือการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและการทดสอบที่ได้รับการยอมรับจึงอนุญาต ให้มีการผลิตคุณลักษณะของพื้นผิวยับยั้งจุลชีพและรักษาผลิตภัณฑ์

ประสิทธิภาพไม่ได้มาจากการทดสอบเพียงครั้งเดียวที่เกิดขึ้นทันทีหลังจากการผลิต เมื่อสารต้านจุลชีพ ผสมรวมไว้ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายแล้วผลิตภัณฑ์นั้นต้องผ่านการทดสอบอีกหลายอย่างเพื่อทดสอบความ ทนทาน การทดสอบความทนทานจะเกี่ยวข้องกับการใช้งานแต่ละประเภท สารต้านจุลชีพสำหรับสิ่งทอจะ ถูกจัดอันดับตามความทนทานต่อการซักฟอกในครัวเรือนด้วยสารซักฟอกที่มีในท้องตลาด เขียงจะต้องทน การล้างและการขูดขีด ในขณะที่ปูนเกอร์ที่ต้องสัมผัสความชื้นหลายรอบ การใช้งานกลางแจ้งต้องผ่านการ สัมผัสรังสี UV ที่เข้มข้นหลายครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าวัสดุจะไม่ได้รับผลกระทบและรักษาประสิทธิภาพในการ ต้านจุลชีพ

## **บทสรุป**

มีหลายวิธีที่สามารถทำให้อัตราการติดเชื้อในสถานพยาบาลลดลง ซึ่งรวมถึงการปฏิบัติตามแนวปฏิบัติการทำความสะอาดมืออย่างเคร่งครัด ความระมัดระวังในการดูแลผู้ป่วย และการดูแลสภาพแวดล้อมของผู้ป่วย มีเพียงการสร้างผลกระทบในพื้นที่ทั้งสามด้านของระบบนิเวศทางการแพทย์นี้เท่านั้นที่จะทำให้อัตราการติดเชื้อในสถานพยาบาลลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

สารต้านจุลชีพที่ผสมผสานในผลิตภัณฑ์กับยาฆ่าเชื้อโรคมีบทบาทควบคู่กันในการลดจำนวนแบคทีเรียบนพื้นผิวในสิ่งแวดล้อมของผู้ป่วย บริษัทสารต้านจุลชีพที่ผสมผสานในผลิตภัณฑ์กำลังร่วมมือกับนักวิจัยเพื่อเริ่มต้นการศึกษาเรื่องความสามารถในการผสมผสานพื้นผิวด้านจุลชีพเข้ากับกลยุทธ์การป้องกันการติดเชื้อ