การทำให้ปราศจากเชื้อและการฆ่าเชื้อ

Sterilization and disinfection

วิไลรัตน์ ประเสริฐ

บทนำ

การทำความสะอาดอุปกรณ์เครื่องใช้รวมถึงสถานที่ในสถานพยาบาลนั้นมีความสำคัญมาก ช่วยลดการแพร่เชื้อจากผู้ป่วยสู่บุคคลากรทางการแพทย์ รวมทั้งป้องกันการติดเชื้อจากบุคคลากรทางการแพทย์ที่จะเป็นพาหะนำเชื้อโรคดื้อยาจากสถานพยาบาลไปสู่ผู้ป่วยได้ และป้องกันการติดเชื้อจากอุปกรณ์เครื่องมือทางการแพทย์ ซึ่งอุปกรณ์ทางการแพทย์ส่วนใหญ่มีการใช้ซ้ำกับผู้ป่วยหลายคน จึงจำเป็นต้องมีมาตรการควบคุมป้องกันการติดเชื้อสู่ผู้ป่วยรายอื่นๆด้วยการทำความสะอาดเครื่องมือด้วยวิธีการที่เหมาะสมกับชนิดอุปกรณ์และลักษณะการใช้งานกับผู้ป่วยด้วย เนื้อหาในบทนี้มีรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการทำให้ปราศจากเชื้อและการฆ่าเชื้ออุปกรณ์ทางการแพทย์ รวมถึงการพิจารณาเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม

นิยาม

การทำความสะอาด (Cleaning)[1,2] คือ การล้างทำความสะอาดอุปกรณ์ขั้นตอนแรกก่อนที่จะนำอุปกรณ์เครื่องมือทางการแพทย์ไปทำให้ปราศจากเชื้อหรือผ่านการฆ่าเชื้อต่อไป กระบวนการ cleaning นี้ไม่ได้ฆ่าเชื้อโรคแต่จะช่วยลดปริมาณเชื้อโรคด้วยการล้างเชื้อโรค สิ่งปนเปื้อน เช่น เลือด สารคัดหลั่ง หรือฝุ่นละอองออกจากผิวสัมผัสของอุปกรณ์ในเบื้องต้นก่อนด้วยน้ำธรรมดา ร่วมกับการขัด ฉีดล้างในตำแหน่งซอกมุมหรือรูต่างๆด้วยสารซักฟอก (detergent) ก่อนนำเข้ากระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อหรือการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมต่อไป

การทำให้ปราศจากเชื้อ (Sterilization)[3,4] คือ การทำความสะอาดกำจัดเชื้อโรคได้โดยสมบูรณ์ทุกชนิด ทุกรูปแบบของเชื้อโรคทั้งเชื้อเป็นรวมถึงสปอร์ของเชื้อโรคด้วย ซึ่งกระบวนการนี้มีทั้งใช้วิธีการทางกายภาพ (physical method) หรือวิธีการทางเคมี (chemical method) ซึ่งข้อบ่งชี้และการเลือกใช้วิธีให้เหมาะสมกับอุปกรณ์แต่ละชนิดจะกล่าวต่อไป

การฆ่าเชื้อ (Disinfection)[3,4] **คือ** การทำความสะอาดกำจัดเชื้อโรคได้เกือบทั้งหมด กำจัดเชื้อที่ก่อโรคได้ทั้งหมด (pathogenic microorganisms) กำจัดแบคทีเรียได้เป็นส่วนมาก กำจัดเชื้อราและไวรัสได้บางส่วน แต่ไม่สามารถกำจัดสปอร์ของแบคทีเรียได้ ซึ่งสปอร์เป็นโครงสร้างที่พบได้ในแบคทีเรียบางชนิด เช่น Bacillus, Clostridium เป็นต้น สปอร์เป็นโครงสร้างที่ทำให้แบคทีเรียมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดีจึงกำจัดสปอร์ได้ยาก

ระดับความสะอาดของการฆ่าเชื้อ (level of disinfection)[5]

ระดับความสะอาดของการฆ่าเชื้อขึ้นอยู่กับวิธีการและระยะเวลาในการฆ่าเชื้อ แบ่งเป็น 3 ระดับดังนี้

1. High-level disinfection
   - สามารถกำจัดเชื้อโรคได้ทุกชนิด แต่กำจัดสปอร์ของแบคทีเรียได้บางส่วน (kill all microorganisms except bacterial spores)
   - น้ำยาฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพดังกล่าวเรียกว่า high level disinfectants เช่น 2.4% glutaraldehyde based formulas, 0.94% glutaraldehyde with 1.64% phenol, 7.5% hydrogen peroxide, 7.35% hydrogen peroxide with 0.23% peracetic acid, 0.8% peracetic acid with 1% hydrogen peroxide
2. Intermediate-level disinfection
   - สามารถกำจัดเชื้อแบคทีเรียได้แก่ mycobacteria, แบคทีเรียมีชีวิตในรูปแบบ vegetative bacteria รวมทั้งกำจัดเชื้อไวรัสและเชื้อราได้เกือบทั้งหมด แต่ไม่สามารถกำจัดสปอร์ของแบคทีเรียได้
3. Low-level disinfection
   - สามารถกำจัดแบคทีเรียมีชีวิตในรูปแบบ vegetative bacteria ได้เกือบหมด กำจัดเชื้อไวรัสและเชื้อราได้บางชนิด แต่ไม่สามารถกำจัด mycobacteria และสปอร์ของแบคทีเรียได้

ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการทำให้ปราศจากเชื้อหรือการฆ่าเชื้อ[3,6]

- การล้างทำความสะอาด (cleaning) สิ่งปนเปื้อนก่อนนำอุปกรณ์เข้ากระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อหรือฆ่าเชื้อ
- พื้นผิวสัมผัสของอุปกรณ์ ถ้ามีลักษณะขรุขระหรือมีซอกมีรูมาก จะทำความสะอาดได้ทั่วถึงยากกว่าอุปกรณ์ที่มีพื้นผิวสัมผัสเรียบ
- ชนิดของเชื้อโรคและระดับความรุนแรงของการปนเปื้อนที่อุปกรณ์
- ความเข้มข้นของน้ำยาฆ่าเชื้อ, อุณหภูมิ รวมถึงความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำยาฆ่าเชื้อ
- ระยะเวลาที่อุปกรณ์สัมผัสอยู่ในกระบวนการฆ่าเชื้อต้องนานเพียงพอ

การแบ่งประเภทอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้กับผู้ป่วยตามระดับความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ[1,7]

1. Critical patient-care items คือ อุปกรณ์เครื่องมือที่ระหว่างการใช้งานมีการสัมผัสกับเนื้อเยื่อผู้ป่วยในตำแหน่งที่ปราศจากเชื้อโรค (sterile tissue) เช่น หลอดเลือด, หัวใจ, อวัยวะภายใน หรือข้อต่อ ตัวอย่างเช่น เครื่องมือผ่าตัด, อุปกรณ์อวัยวะเทียม สายสวนปัสสาวะ เป็นต้น
2. Semicritical patient-care items คือ อุปกรณ์เครื่องมือที่ระหว่างการใช้งานมีการสัมผัสกับเยื่อบุผิวต่างๆ (mucous membranes), ผิวหนังที่อาจจะมีบาดแผล (non-intact skin) ตัวอย่างเช่น ปรอทวัดไข้ (thermometers), กล้องส่องตรวจต่างๆ (endoscopes) เช่น กล้องส่องตรวจทางเดินอาหาร, ส่องตรวจทางเดินหายใจ เป็นต้น
3. Noncritical patient-care items คือ อุปกรณ์เครื่องมือที่ระหว่างการใช้งานมีการสัมผัสกับผิวหนังที่ปกติของผู้ป่วย (intact skin) ที่ไม่ใช่เยื่อบุผิวต่างๆ ตัวอย่างเช่น หูฟังแพทย์ (stethoscopes), เครื่องวัดความดัน (blood pressure cuffs) หรืออุปกรณ์เครื่องใช้ในสถานพยาบาลที่ผู้ป่วยสัมผัส เช่น เตียง โต๊ะ เป็นต้น

การแบ่งประเภทอุปกรณ์เครื่องมือดังกล่าวมีประโยชน์ช่วยในการพิจารณาเลือกวิธีทำความสะอาดให้เหมาะสม โดยการเลือกใช้วิธีการทำให้ปราศจากเชื้อหรือกระบวนการฆ่าเชื้อนั้น ควรต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับประเภทอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้กับผู้ป่วย รวมทั้งเข้าใจถึงคุณสมบัติของอุปกรณ์แต่ละชนิดว่าทนความร้อน ความชื้นได้หรือไม่ เพื่อป้องกันอุปกรณ์เสียหายจากกระบวนการกำจัดเชื้อต่างๆ

ตารางที่1 แสดงวิธีการทำให้ปราศจากเชื้อ (Methods for sterilization)[5,8-11]

Sterilization: Destroys all microorganisms, including bacterial spores		
Method	**Examples with processing times**	**Examples of health care items**
High temperature	- Steam ~ 40 min - Steam under pressure (autoclaving) 121 ºC ,ความดัน 15 ปอนด์ ใช้เวลา ~ 15 min 134 ºC ,ความดัน 20 ปอนด์ ใช้เวลา ~ 3 min - Dry heat ~ 1-6 hours (depending on temperature)	Heat-tolerant critical and semicritical patient-care items
Low temperature	- Ethylene oxide gas ~ 15 hours - Hydrogen peroxide gas plasma ~ 28-52 min - Hydrogen peroxide and ozone ~ 46 min - Hydrogen peroxide vapor~ 55 min	Heat-sensitive critical and semicritical patient-care items
Liquid immersion (Chemical sterilants)	- > 2% glutaraldehyde ~ 10 hours - 1.12% glutaraldehyde with 1.93% phenol 12 hours - 7.35% Hydrogen peroxide with 0.23% peracetic acid 3 hours - 8.3% Hydrogen peroxide with 7.0% peracetic acid 5 hours - 7.5% Hydrogen peroxide 6 hours - 1.0% Hydrogen peroxide with 0.08% peracetic acid 8 hours - ≥ 0.2% Peracetic acid 12 min at 50ºC-56ºC	Heat-sensitive critical and semicritical patient-care items that can be immersed

ตารางที่2 แสดงวิธีการฆ่าเชื้อ (Methods for disinfection) [5,8-11]

High-level disinfection: Destroys all microorganisms except some bacterial spores		
Method	Examples with processing times	Examples of health care items
Heat automated	- Pasteurization 65°C-77°C, 30 min	Heat-sensitive semicritical items ex. respiratory therapy equipment
Liquid immersion (Chemical sterilants)	- > 2% glutaraldehyde 20-90 min at 20°C-25°C - > 2% glutaraldehyde 5 min at 35°C-37.8°C - 1.12% glutaraldehyde with 1.93% phenol 20 min at 25°C - 7.35% Hydrogen peroxide with 0.23% peracetic 15 min at 20°C - 7.5% Hydrogen peroxide 30 min at 20°C - 1.0% Hydrogen peroxide with 0.08% peracetic acid 25 min - 2.0% Hydrogen peroxide 8 min at 20°C - 400-450 ppm chlorine 10 min at 20°C - 3.4% glutaraldehyde with 26% isopropanol 10 min at 20°C	Heat-sensitive semicritical items ex. GI endoscopes, bronchoscopes, endocavitary probes

Intermediate-level disinfection: Destroys vegetative bacteria, mycobacteria, most viruses, most fungi, except some bacterial spores		
Method	Examples with processing times	Examples of health care items
Liquid contact	- Environmental Protection Agency-registered hospital disinfectants with label *tuberculocidal activity* ex. chlorine-based products phenolics exposure times at least 1 min	Noncritical patient care items / surfaces with *visible blood* ex. pressure cuff, bedside table

Low-level disinfection: Destroys most vegetative bacteria, some viruses and fungi but not mycobacteria or bacterial spores		
Method	Examples with processing times	Examples of health care items
Liquid contact	- Environmental Protection Agency-registered hospital disinfectant with no tuberculocidal claim ex. chlorine-based products, phenolics, improved hydrogen peroxide, hydrogen peroxide plus peracetic acid quaternary ammonium compounds exposure times at least 1 min - 70%-90% alcohol	Noncritical patient care items ex. blood pressure cuff surface (bedside table) * with no visible blood

ตารางที่3 เปรียบเทียบน้ำยาฆ่าเชื้อ (disinfectants) ที่ใช่บ่อยในเวชปฏิบัติ[5,8-12]

น้ำยาฆ่าเชื้อ (Disinfectants)	ข้อดี	ข้อด้อย
Alcohol	- ฆ่าเชื้อได้ทั้ง bacteria, tuberculosis, virus, fungus - ออกฤทธิ์เร็ว - ไม่มีฤทธิ์กัดกร่อน (noncorrosive) - ไม่มีสีเปื้อน (nonstaining) - ไม่มีสารพิษตกค้าง (no toxic residue)	- ไม่สามารถฆ่า bacterial spores - ออกฤทธิ์ช้าในการกำจัด non-enveloped viruses ex. norovirus - สามารถทำลายวัสดุชนิดยางแข็ง (hard rubber), ละลายวัสดุที่เป็นกาว ทำให้อุปกรณ์เสียหายได้ - เป็นน้ำยาที่ติดไฟได้ต้องระวังในการจัดเก็บ - ระเหยเร็วทำให้ระยะเวลาที่สัมผัสฆ่าเชื้อกับอุปกรณ์สั้น ควบคุมเวลายาก - ไม่แนะนำใช้ทำความสะอาดอุปกรณ์ที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสขนาดใหญ่ - ไม่ได้รับการขึ้นทะเบียนโดย Environmental Protection Agency (EPA)

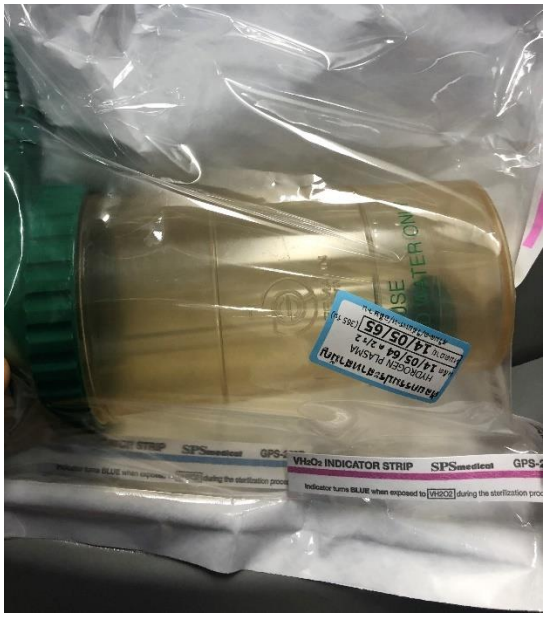
Sodium hypochlorite	- ฆ่าเชื้อได้ทั้ง bacteria, tuberculosis, virus, fungus และ some bacterial spores - ออกฤทธิ์เร็ว - ราคาไม่แพง ผสมให้เจือจางก่อนใช้ - ไม่ติดไฟ - เป็นน้ำยาที่ค่อนข้างคงตัวเก็บรักษาอยู่ได้นาน - ได้รับการขึ้นทะเบียนโดย EPA - ใช้เป็นสารฟอกขาว (bleach) และนิยมใช้ในการทำความสะอาดน้ำในสระว่ายน้ำ	- เป็นสารกัดกร่อน (corrosive agent) เมื่อทำปฏิกิริยาได้เป็นกรด ทำให้ระคายเคืองและกัดกร่อนเยื่อบุผิวร่างกาย - มีกลิ่นที่รุนแรงและระคายเคือง - ทำให้สีของอุปกรณ์หรือสีผ้าซีดได้
Improved hydrogen peroxide	- ฆ่าเชื้อได้ทั้ง bacteria, tuberculosis, virus, fungus - ออกฤทธิ์เร็ว - มีความปลอดภัยสูงต่อผู้ใช้งาน (lowest EPA toxicity category, IV) - ไม่ทิ้งสารตกค้างสู่สิ่งแวดล้อม - ไม่มีสีเปื้อน (nonstaining) - ไม่ติดไฟ - ได้รับการขึ้นทะเบียนโดย EPA	- ไม่สามารถฆ่า bacterial spores ในสารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำ - มีราคาแพง
Iodophors	- ฆ่าเชื้อได้ทั้ง bacteria, tuberculosis และ virus - ไม่ติดไฟ - มักใช้ในการฆ่าเชื้อขวดสำหรับเพาะเชื้อในเลือด	- ไม่สามารถฆ่า bacterial spores - ต้องใช้เวลานานในการฆ่าเชื้อ fungus - ทำให้วัสดุที่ทำจาก silicone เสื่อมสภาพ เช่น สายสวนปัสสาวะ - มีสีเปื้อนพื้นผิววัสดุ - นิยมใช้เป็นแค่สารระงับเชื้อ (antiseptic solution) มากกว่า disinfectant
Phenolics	- ฆ่าเชื้อได้ทั้ง bacteria, tuberculosis, virus, fungus - ราคาไม่แพง - ไม่มีสีเปื้อน (nonstaining) - ไม่ติดไฟ - ได้รับการขึ้นทะเบียนโดย EPA	- ไม่สามารถฆ่า bacterial spores - สารนี้สามารถซึมแทรกไปในเนื้อวัสดุ และระคายเคืองเนื้อเยื่อได้ - บางชนิดถ้าสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้สีผิวซีดจางได้ (skin depigmentation)

Quaternary ammonium compounds เช่น Didecryl dimethyl ammonium bromide, Dioctyl dimethyl ammonium bromide	- ฆ่าเชื้อได้ทั้ง bacteria, fungus, enveloped viruses เช่น HIV - เป็นน้ำยาทำความสะอาด (cleaning agent)ที่ดี เหมาะสำหรับเช็ดทำความสะอาดพื้นผิว - ออกฤทธิ์ได้นาน (persistent antimicrobial activity) - ราคาไม่แพง - ได้รับการขึ้นทะเบียนโดย EPA	- ไม่สามารถฆ่า bacterial spores, tuberculosis, nonenveloped viruses - มีความกระด้างของน้ำสูง (high water hardness) ซึ่งน้ำกระด้างทำให้เกิดคราบตกค้างบนพื้นผิวอุปกรณ์ เป็นตะกรันได้ และเกิดฟองกับสารซักฟอก (detergent)ได้ยาก
Peracetic acid / Hydrogenperoxide	- ฆ่าเชื้อได้ทั้ง bacteria, virus, fungus และฆ่า bacterial spores บางชนิดเช่น Clostridium difficile	

รูปที่1 แสดงตู้อบ Ethylene oxide gas ทำให้อุปกรณ์เครื่องมือปราศจากเชื้อ (sterilization)ใช้อุณหภูมิต่ำ

รูปที่2 แสดงตู้อบ Hydrogen peroxide gas plasma ทำให้อุปกรณ์เครื่องมือปราศจากเชื้อ (sterilization)ใช้อุณหภูมิต่ำ

รูปที่3 แสดงห่ออุปกรณ์ที่ได้รับการอบด้วยแก๊สทำให้ปราศจากเชื้อแล้ว



รูปที่4 แสดงตู้อบแรงดันไอน้ำร้อน (autoclave) ทำให้อุปกรณ์เครื่องมือปราศจากเชื้อ (sterilization) ใช้อุณหภูมิสูง

รูปที่5 แสดงห่ออุปกรณ์ที่ได้รับการทำให้ปราศจากเชื้อแล้วด้วยวิธีอบไอน้ำร้อนภายใต้ความดันสูง (autoclave)

ในกระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อและการฆ่าเชื้อที่กล่าวมานั้น นอกจากต้องอาศัยจากอุปกรณ์เครื่องมือรวมถึงน้ำยาในการกำจัดเชื้อโรคที่มีประสิทธิภาพแล้ว สิ่งสำคัญที่สุดในกระบวนการนี้คือบุคลากรที่ผ่านการอบรม มีความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนต่างๆ ป้องกันความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้น ที่อาจจะส่งผลทำให้กระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อและการฆ่าเชื้อไม่ได้มาตรฐาน ทำให้ผู้ป่วยหรือบุคลากรมีโอกาสติดเชื้อโรคได้ รวมทั้งต้องสามารถคิดพิจารณาได้ว่าอุปกรณ์ที่ต้องทำการฆ่าเชื้อนั้นเหมาะสมกับวิธีการทำความสะอาดแบบใด ป้องกันปัญหาอุปกรณ์ชำรุดเสียหาย ลดค่าใช้จ่ายสิ้นเปลืองจากการทำให้ปราศจากเชื้อโดยไม่จำเป็น ในแต่ละสถานพยาบาลควรมีการจัดอบรมเจ้าหน้าที่สม่ำเสมอ รวมทั้งจัดระบบการจัดเก็บอุปกรณ์ให้เป็นระเบียบ แยกอุปกรณ์ที่พร้อมใช้กับผู้ป่วยออกจากอุปกรณ์ที่ใช้แล้วรอการทำความสะอาด และสำรวจวันหมดอายุของอุปกรณ์ มีลำดับการหยิบใช้อุปกรณ์ตามลำดับก่อนหลังตามลำดับที่อุปกรณ์นั้นๆได้รับการทำความสะอาดแล้ว หมั่นสำรวจวันหมดอายุของน้ำยาฆ่าเชื้อและตรวจเชคการทำงานของเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อและการฆ่าเชื้ออย่างสม่ำเสมอ เพื่อป้องการการแพร่กระจายการติดเชื้อในสถานพยาบาล

เอกสารอ้างอิง

1. Rutala WA, Weber DJ, The healthcare infection control practices advisory committee (HICPAC). Guideline for disinfection and sterilization in healthcare facilities, 2008. http://www.cdc.gov/hicpac/pdf/guidelines/disinfection_nov_2008.pdf
2. Centers of disease control and prevention. Healthcare infection control practices advisory committee (HICPAC). http://www.cdc.gov/hicpac/pubs.html
3. Rutala WA. APIC guideline for selection and use of disinfectants. 1994,1995, and 1996 APIC guidelines committee. Association for professionals in infection control and epidemiology, Inc. Am J Infect Control 1996;24:313-42.
4. Rutala WA, Weber DJ. Disinfection and sterilization in health care facilities: what clinicians need to know. Clin Infect Dis 2004;39:702-9.
5. Rutala WA, Weber DJ, HICPAC. Guideline for disinfection and sterilization in healthcare facilities, 2008. Atlanta (GA): Centers for disease control and prevention; 2008. Available at: http://.cdc.gov/hicpac/pdf/guidelines/Disinfection_Nov_2008.pdf
6. Rutala WA, Weber DJ, Society for healthcare epidemiology of America. Guideline for disinfection and sterilization of prion-contaminated medical instruments. Infect Control Hosp Epidemiol 2010;31:107-17.

7. Sehulster L, Chinn RYW, Healthcare infection control practices advisory committee. Guidelines for environmental infection control in health-care facilities. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2003;52:1-44.
8. Rutala WA, Weber DJ, Disinfection, sterilization and antisepsis: An overview. Am J Infect Control 2016;44(5suppl):e1-6.
9. Rutala WA, Weber DJ. Cleaning, disinfection and sterilization. In: Grota P, editor. APIC text of infection control and epidemiology. 4th edition. Washington, DC: Association for professionals in infection control and epidemiology, Inc.;2014.p. 31. 1-31. 15.
10. Rutala WA, Weber DJ. Disinfection and sterilization in healthcare facilities: An overview and current issues. Infect Dis Clin North Am 2016;30(3):609-37.
11. Kohn WG, Harte JA, Malvitz DM, Collins AS, Cleveland JL, Eklund KJ. Guidelines for infection control in dental health-care settings-2003. J Am Dent Assoc 2004;135(1):33-47.
12. Rutala WA, Weber DJ. Disinfection, sterilization and control of hospital waste. In: Bennett JE, Dolan R, Blaster MJ, editors. Principles and practice of infectious diseases. Philadelphia: Elsevier Saunders;2015.p. 3294-309.