



# แนวทางการป้องกัน และควบคุมการแพร่กระจายเชื้อวัณโรค

## Guidelines for Prevention and Control of tuberculosis transmission

สำนักวัณโรค

สถาบันบำราศนราดูร

ISBN : 978-616-11-3655-0



แนวทางการป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อวัณโรค



Guidelines for Prevention and Control  
of tuberculosis transmission

## แนวทางการป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อวัณโรค

Guidelines for Prevention and Control  
of tuberculosis transmission

- พิมพ์ครั้งที่ 1 >> พ.ศ. 2559
- จำนวน >> 500 เล่ม
- จัดทำโดย >> สำนักวัณโรค กรมควบคุมโรค  
กระทรวงสาธารณสุข  
116 ถนนสุขุมประเสริฐ (ฝั่งขวา)  
แขวงบางโคล่ เขตบางคอแหลม กทม. 10120  
โทร : 02-211-2138 แฟกซ์ : 02-212-1408
- พิมพ์ที่ >> สำนักพิมพ์อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์
- ISBN >> 978-616-11-3655-0

## คำนำ «

หนังสือแนวทางการป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อวัณโรค จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคในสถานพยาบาล ชุมชน เรือนจำ ตลอดจนสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัจจัยให้เกิดการแพร่กระจายเชื้อวัณโรค เพื่อร่วมกันป้องกันการติดเชื้อวัณโรค ให้มีความถูกต้องและเหมาะสม สอดคล้องกับปัญหาวัณโรคที่เป็นโรคติดต่อที่สำคัญและยังเป็นปัญหาสาธารณสุขของประเทศซึ่งเป็นสาเหตุของการป่วยและการตายของประชากรในประเทศ การแพร่ระบาดของวัณโรคทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม ผู้ติดเชื้อ หรือบุคลากรสาธารณสุขจากการดำเนินชีวิตประจำวัน การปฏิบัติงานและการอพยพย้ายถิ่น ยิ่งจะส่งผลให้ปัญหาการแพร่ระบาดของวัณโรคมีความรุนแรงมากขึ้น บริบทการดำเนินงานป้องกันการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคที่หน่วยงานสถานพยาบาลทั้งภาครัฐและเอกชน ชุมชน สามารถยึดเป็นแนวทางในการดำเนินงานป้องกันได้

องค์การอนามัยโลกได้เสนอแนะแนวทางการในการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจากผู้ป่วยสู่ผู้ป่วยและบุคลากร ผ่านมาตรการหลัก 3 มาตรการ ได้แก่ มาตรการด้านการบริหารจัดการ มาตรการควบคุมด้านสิ่งแวดล้อม และมาตรการป้องกันส่วนบุคคล ได้ถูกนำมาใช้อย่างเป็นรูปธรรมและมีประสิทธิภาพ มาตรการควบคุมด้านสิ่งแวดล้อมยังไม่ได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย ทั้งนี้เนื่องจากการขาดความรู้ความเข้าใจทางด้านสิ่งแวดล้อม รวมไปถึงการขาดวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล การติดตาม และการประเมินผลมาตรการด้านการควบคุมสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นการส่งเสริมการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคในสถานพยาบาล ชุมชน เรือนจำ รวมถึงหน่วยงานภาครัฐและเอกชน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาแนวทางการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคอย่างเร่งด่วน

ขอขอบคุณคณะผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญ และบุคลากรด้านวัณโรค ที่ได้ให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการปรับปรุงแนวทางการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคฉบับนี้



(นายสุวรรณชัย วัฒนาอิงเจริญชัย)  
อธิบดีกรมควบคุมโรค

คำนำ	III
คำย่อ	IX
<b>บทที่ 1 สถานการณ์และการแพร่กระจายเชื้อไวรัส</b>	<b>1</b>
1.1 สถานการณ์ไวรัส	1
1.2 ความหมายของไวรัส	1
1.3 การแพร่กระจายเชื้อไวรัส	2
1.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายเชื้อไวรัส	2
1.5 ความเสี่ยงต่อการติดเชื้อและการป่วยเป็นโรคของผู้สัมผัสเชื้อไวรัส	3
<b>บทที่ 2 การป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อไวรัสในสถานพยาบาล</b>	<b>5</b>
2.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายเชื้อไวรัสในสถานพยาบาล	5
2.2 การประเมินผลการปฏิบัติงานป้องกันการแพร่กระจายเชื้อไวรัส	6
2.3 มาตรการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อไวรัส	7
<b>บทที่ 3 มาตรการด้านการบริหารจัดการ</b>	<b>9</b>
3.1 การจัดทำแผนพัฒนางานป้องกันการแพร่กระจายเชื้อไวรัส	9
3.2 การให้ความรู้บุคลากรที่ปฏิบัติงานในสถานพยาบาล	10
3.3 การให้ความรู้ผู้ป่วยและญาติ	11
3.4 การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อไวรัสในแผนกผู้ป่วยนอก	12
3.5 การจัดสถานที่เก็บเสมหะ	13
3.6 การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อไวรัสในคลินิกไวรัส	14
3.7 การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อไวรัสในหอผู้ป่วยใน	15
3.8 การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อไวรัสในแผนกรังสีวิทยา	16
3.9 การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อไวรัสในห้องปฏิบัติการ	16
3.10 การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อไวรัสในแผนกผู้ป่วยฉุกเฉิน	17
3.11 การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อไวรัสในแผนกผู้ป่วยวิกฤติ	18
3.12 การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อไวรัสในห้องผ่าตัด	18
3.13 การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อไวรัสในห้องส่องกล้องหลอดลม	18

<b>บทที่ 4</b>	<b>มาตรการควบคุมสิ่งแวดล้อม</b>	<b>19</b>
4.1	การควบคุมคุณภาพอากาศ	19
4.2	การระบายอากาศ	22
4.3	แผงกรองอากาศ	23
4.4	การทำลายเชื้อด้วยแสงอัลตราไวโอเล็ต	25
4.5	การควบคุมสิ่งแวดล้อมในห้องตรวจผู้ป่วยนอก	27
4.6	การควบคุมสิ่งแวดล้อมในคลินิกทันตกรรม	28
4.7	ห้องแยกสำหรับผู้ป่วยวัณโรคหรือโรคติดเชื้อระบบทางเดินหายใจ	29
4.8	การควบคุมสิ่งแวดล้อมในแผนกรังสีวิทยา	32
4.9	การควบคุมสิ่งแวดล้อมในห้องปฏิบัติการ	33
4.10	การควบคุมสิ่งแวดล้อมในห้องฉุกเฉิน	34
4.11	การควบคุมสิ่งแวดล้อมในหออภิบาลผู้ป่วย	35
4.12	การควบคุมสิ่งแวดล้อมในห้องผ่าตัด	36
4.13	การควบคุมสิ่งแวดล้อมในห้องส่องกล้อง	37
4.14	การควบคุมสิ่งแวดล้อมในห้องชันสูตรศพ	38
<b>บทที่ 5</b>	<b>มาตรการป้องกันส่วนบุคคล</b>	<b>39</b>
5.1	หลักการใช้อุปกรณ์ป้องกันร่างกายส่วนบุคคล	39
5.2	อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ	39
5.3	การทดสอบการแนบสนิทของหน้ากากกรองอนุภาค	42
<b>บทที่ 6</b>	<b>การเฝ้าระวัง การติดเชื้อและการป่วยของบุคลากร</b>	<b>43</b>
6.1	การเฝ้าระวังการติดเชื้อและการป่วยของบุคลากรสาธารณสุข	44
6.2	แนวทางการดำเนินงานเมื่อบุคลากรป่วยเป็นวัณโรค	45
<b>บทที่ 7</b>	<b>การป้องกันควบคุมการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคในครอบครัวและชุมชน</b>	<b>47</b>
7.1	มาตรการด้านการบริหารจัดการ	47
7.2	มาตรการควบคุมสิ่งแวดล้อม	48
7.3	มาตรการป้องกันส่วนบุคคล	48
<b>บทที่ 8</b>	<b>การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคในเรือนจำ/ทัณฑสถาน</b>	<b>51</b>
8.1	การประเมินความเสี่ยงการแพร่กระจายเชื้อในเรือนจำ/ทัณฑสถาน	51
8.2	มาตรการการป้องกันการแพร่กระจายและติดเชื้อวัณโรคในเรือนจำ/ ทัณฑสถาน	52
	<b>บรรณานุกรม</b>	<b>56</b>

## สารบัญ (ต่อ)

ภาคผนวก		60
ภาคผนวกที่ 1	ตารางเปลี่ยนหน่วยการวัดสำหรับการประเมินสิ่งแวดล้อม	62
ภาคผนวกที่ 2	การคำนวณอัตราการหมุนเวียนอากาศต่อชั่วโมง	63
ภาคผนวกที่ 3	การตรวจสอบความถูกต้อง	65
ภาคผนวกที่ 4	ประสิทธิภาพของแผงกรองอากาศ	68
ภาคผนวกที่ 5	ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมสิ่งแวดล้อมในแผนกต่าง ๆ ของสถานพยาบาล	72
ภาคผนวกที่ 6	การทดสอบการแนบสนิทของหน้ากากกรองอนุภาค	73
ภาคผนวกที่ 7	รายนามคณะทำงานแนวทางการป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อไวรัสโรค	77

## สารบัญตาราง

### ตารางที่

1	อัตราการหมุนเวียนของอากาศต่อชั่วโมงและระยะเวลาที่ใช้ในการกำจัดอากาศเสีย	32
---	---	----

## สารบัญแผนภูมิ

### แผนภูมิที่

1	ความเสี่ยงต่อการติดเชื้อและป่วยเป็นไวรัสโรคของผู้สัมผัสเชื้อไวรัสโรค	3
---	--	---



## ภาพที่

1	สถานที่เก็บเสมหะ	13
2	ตู้เก็บเสมหะ	14
3	ห้องแยกผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจ	17
4	ทิศทางการไหลของอากาศตามแรงดันของอากาศภายในพื้นที่แต่ละแห่ง	20
5	การวัดทิศทางการไหลของอากาศด้วยเครื่องมือ Smoke Tube	21
6	ทิศทางการลมมรสุมที่ส่งผลกระทบต่อทิศทางการลมของประเทศไทย	22
7	พัดลมแบบต่าง ๆ	23
8	หลักการในการกรองอากาศ	24
9	มาโนมิเตอร์	24
10	ไดอะแกรมตัวอย่างการติดตั้งหน้ากการระบายอากาศใกล้กับผู้ป่วย	27
11	ตัวอย่างตำแหน่งหน้ากการระบายอากาศด้านหลังศีรษะผู้ป่วยวัณโรค	28
12	การติดตั้งระบบระบายอากาศสำหรับพื้นที่นั่งรอตรวจผู้ป่วยภายในคลินิกวัณโรค	28
13	ตัวอย่างตำแหน่งหน้ากการระบายอากาศภายในห้องตรวจผู้ป่วยวัณโรค	29
14	ตัวอย่างการควบคุมแรงดันภายในห้องตรวจให้น้อยกว่าพื้นที่โดยรอบ	29
15	ไดอะแกรมแสดงระบบปรับอากาศและระบายอากาศสำหรับห้องแยกผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศที่ควบคุมสภาวะอากาศภายในห้องเต็มรูปแบบ	30
16	ตำแหน่งหน้ากการระบายอากาศที่หัวเตียงผู้ป่วย	31
17	ตัวอย่างห้องรังสีวิทยาที่ติดตั้งหน้ากการระบายอากาศตำแหน่งที่ผู้ป่วยยืน	33

18	ห้องแยกในห้องฉุกเฉิน	35
19	หออภิบาลผู้ป่วยหนักแบบแยกห้องผู้ป่วย	36
20	การควบคุมแรงดันภายในห้องที่มีผู้ป่วยโรคติดเชื้อทางเดินหายใจและภูมิคุ้มกันต่ำและ Anteroom	36
21	ตำแหน่งหน้าฉากจ่ายอากาศและหน้าฉากลมกลับเพื่อให้เกิดการไหลใกล้เคียง Laminar Flow บริเวณพื้นที่ผ่าตัด	37
22	หน้าฉากอนามัย	40
23	วิธีการใส่หน้าฉากอนามัย	40
24	หน้าฉากกรองอนุภาค	41
25	วิธีการใส่หน้าฉากกรองอนุภาค	41
26	การจัดสถานที่ให้เหมาะสมกับการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ	54
27	การติดตั้งลมดูดอากาศภายในเรือนจำ	54

## คำย่อ (Abbreviation)

ACH	air change per hour	HIV	human immunodeficiency virus
AIRR	airborne infection isolation room	ICU	intensive care unit
AFB	acid-fast bacilli	IFN- $\gamma$	Interferon gamma
BSC	biological safety cabinet	IGRA	Interferon-gamma release assay
CDC	Centers for Disease Control and Prevention	LTBI	latent tuberculosis infection
COPD	chronic obstructive pulmonary disease	MDR-TB	multidrug resistant tuberculosis
CPR	cardio-pulmonary resuscitation	MTBC	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> complex
DOT	directly observed treatment	PPD	purified protein derivative
DM	diabetes mellitus	PPE	personal protective equipment
DST	drug susceptibility testing	RH	relative humidity
ER	emergency room	RR	rifampicin resistance
HCW	Health care workers	TST	tuberculin skin test
HEPA Filter	high-efficiency particulate air filter	ULPA	ultra low-penetration air filter
		UV	ultraviolet
		WHO	World Health Organization



# บทที่ 1

## สถานการณ์และการแพร่กระจายเชื้อวัณโรค

### 1.1 สถานการณ์วัณโรค

วัณโรคเป็นโรคติดต่อที่เป็นปัญหาสำคัญทางการแพทย์และสาธารณสุขทั่วโลก จากรายงานวัณโรคของโลก (Global Tuberculosis Report) ปี พ.ศ.2560 องค์การอนามัยโลกคาดการณ์อุบัติการณ์ผู้ป่วยวัณโรค (รายใหม่และกลับเป็นซ้ำ) ของโลกสูงถึง 10.4 ล้านคน (140 ต่อแสนประชากร) มีจำนวนผู้ป่วยวัณโรคเสียชีวิต 1.7 ล้านคน และในจำนวนนี้มีผู้ป่วยวัณโรคที่ติดเชื้อ เอชไอวี 1.03 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 10 ของผู้ป่วยวัณโรคทั้งหมด โดยมีผู้เสียชีวิตปีละ 0.4 ล้านคน สำหรับผู้ป่วยวัณโรคดื้อยาหลายขนาน (RR/MDR-TB) คาดว่าจะมี 6 แสนคน พบในผู้ป่วยใหม่คิดเป็นร้อยละ 4.1 และในผู้ป่วยที่เคยรักษามาก่อน คิดเป็นร้อยละ 19 ในจำนวนนี้เป็น MDR-TB 4.9 แสนคน

สำหรับประเทศไทย องค์การอนามัยโลกจัดให้เป็น 1 ใน 14 ประเทศที่ปัญหาวัณโรคมีผู้ป่วยวัณโรคทั่วไปสูง มีผู้ป่วยวัณโรคที่ติดเชื้อเอชไอวีสูง และมีผู้ป่วยวัณโรคดื้อยาหลายขนานสูงมากที่สุดในระดับโลก คาดประมาณว่ามีผู้ป่วยรายใหม่และกลับเป็นซ้ำ (อุบัติการณ์) 119,000 รายต่อปี คิดเป็นอัตรา 172 ต่อแสนประชากร โดยมีผู้ป่วยวัณโรคที่ติดเชื้อเอชไอวีรวมด้วยประมาณ 10,000 ราย และมีผู้ป่วยวัณโรคดื้อยา RR/MDR-TB 4,700 คนต่อปี สำนักวัณโรครายงานผลการดำเนินงานวัณโรคของประเทศไทยปี 2559 พบว่า มีผู้ป่วยขึ้นทะเบียนรักษาวัณโรค (ผู้ป่วยรายใหม่และกลับเป็นซ้ำ) 70,114 ราย ผู้ป่วยวัณโรคที่สัมพันธ์กับการติดเชื้อเอชไอวี 6,794 ราย ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 11 ของผู้ที่ได้รับการตรวจเชื้อเอชไอวี วัณโรคดื้อยาหลายขนาน 955 ราย และวัณโรคดื้อยาหลายขนานชนิดรุนแรงมาก 13 ราย

### 1.2 ความหมายของวัณโรค

วัณโรค (Tuberculosis หรือ TB) เป็นโรคติดต่อที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Mycobacterium tuberculosis* เชื้อวัณโรคจัดอยู่ในกลุ่ม *Mycobacterium tuberculosis complex* (MTBC) มีลักษณะทรงแท่งหนาประมาณ 0.3 ไมโครเมตร ยาวประมาณ 2-5 ไมโครเมตร ไม่สามารถเคลื่อนที่เองได้ เป็นเชื้อที่ทนต่อสภาพกรดได้ดีจึงมีชื่อเรียกอีกอย่างว่า การย้อมสีแบคทีเรียทนกรด (acid fast bacilli) เมื่อย้อมด้วยวิธี Ziehl-Neelsen จะติดสีแดง อาศัยออกซิเจนในการเจริญเติบโต เมื่อผู้ป่วยไอหรือจามออกมา เชื้อสามารถออกมาทั้งละอองฝอยของเสมหะและลอยอยู่ในอากาศได้นานถึง 30 นาที สิ่งที่สามารถทำลายเชื้อวัณโรคได้แก่ สารเคมี ความร้อน แสงแดด และแสงอัลตราไวโอเล็ต โดยแสงแดดสามารถทำลายเชื้อวัณโรคในเสมหะ

ได้ซึ่งอาจจะต้องใช้เวลา 20-30 ชั่วโมง เชื้อวัณโรคในเสมหะแห้งที่ไม่ถูกแสงแดดอาจมีชีวิตอยู่ได้นานถึง 6 เดือน ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส สามารถทำลายเชื้อวัณโรคได้ ภายในเวลา 20 นาที

### 1.3 การแพร่กระจายเชื้อวัณโรค

เมื่อผู้ป่วยวัณโรคไอ จาม พุด หรือแม้แต่วรรณเพลงจะสามารถทำให้เชื้อวัณโรคออกมาจากร่างกายพร้อมกับละอองฝอยน้ำมูก น้ำลาย หรือเสมหะ เรียกว่า Droplet nuclei การแพร่กระจายเชื้อจะสัมพันธ์กับความถี่ของการไอ ในเวลา 1 ชั่วโมง ผู้ป่วยวัณโรคระยะแพร่เชื้อสามารถปล่อยละอองฝอยเสมหะที่มีเชื้อได้ตั้งแต่ 18-3,789 ละออง ละอองฝอยเสมหะที่มีขนาดใหญ่จะตกลงสู่พื้นดิน แต่ที่มีขนาดเล็กประมาณ 1-5 ไมโครเมตรจะลอยลอยอยู่ในอากาศ ปกติสามารถมีชีวิตอยู่ได้เป็นวัน ๆ เมื่อมีผู้หายใจเอาเชื้อวัณโรคเข้าไปในร่างกาย อนุภาคขนาดใหญ่จะติดอยู่ที่จมูกหรือลำคอ ซึ่งมักไม่ก่อให้เกิดโรค แต่ส่วนที่มีขนาดเล็กจะเข้าไปสู่ถุงลมปอด แล้วจะถูกจับด้วย Alveolar macrophages และแพร่กระจายไปทั่วร่างกาย เชื้อวัณโรคจะสงบอยู่ (Dormant bacilli) เกิดภาวะการติดเชื้อ ที่เรียกว่า การติดเชื้อวัณโรคแฝง (latent tuberculosis infection) หากระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายแข็งแรง เชื้อวัณโรคอาจอยู่ในร่างกายได้นานหลายปีโดยไม่มีอาการและไม่สามารถแพร่เชื้อวัณโรค ผู้ติดเชื้อส่วนน้อย (ร้อยละ 5-10 ในประชากรทั่ว ๆ ไป) มีโอกาสป่วยเป็นวัณโรคในเวลาต่อมาได้

### 1.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายเชื้อวัณโรค

ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายเชื้อวัณโรค มี 4 ด้าน คือ ด้านผู้ป่วยวัณโรค ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านผู้สัมผัส ด้านการให้บริการสาธารณสุข

1) ปัจจัยด้านผู้ป่วยวัณโรค ผู้ป่วยวัณโรคที่สามารถแพร่กระจายเชื้อ คือ ผู้ป่วยวัณโรคปอด กล่องเสียง และอวัยวะอื่นที่มีช่องทางเปิดออกสู่ภายนอก โดยเฉพาะผู้ป่วยวัณโรคปอดที่มีแผลโพรงในปอดหรือมีแผลลุกลามมากซึ่งตรวจพบเชื้อวัณโรคในเสมหะ และผู้ป่วยวัณโรคปอดที่ไม่ปิดปากและจามเมื่อมีอาการไอ จาม

2) ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ที่เอื้อต่อการแพร่กระจายเชื้อได้แก่ สถานที่คับแคบหรืออับทึบ (enclosed spaces) มีการไหลเวียนของอากาศน้อย ถ่ายเท/ระบายอากาศไม่ดี

3) ปัจจัยด้านผู้สัมผัส ขึ้นอยู่กับ

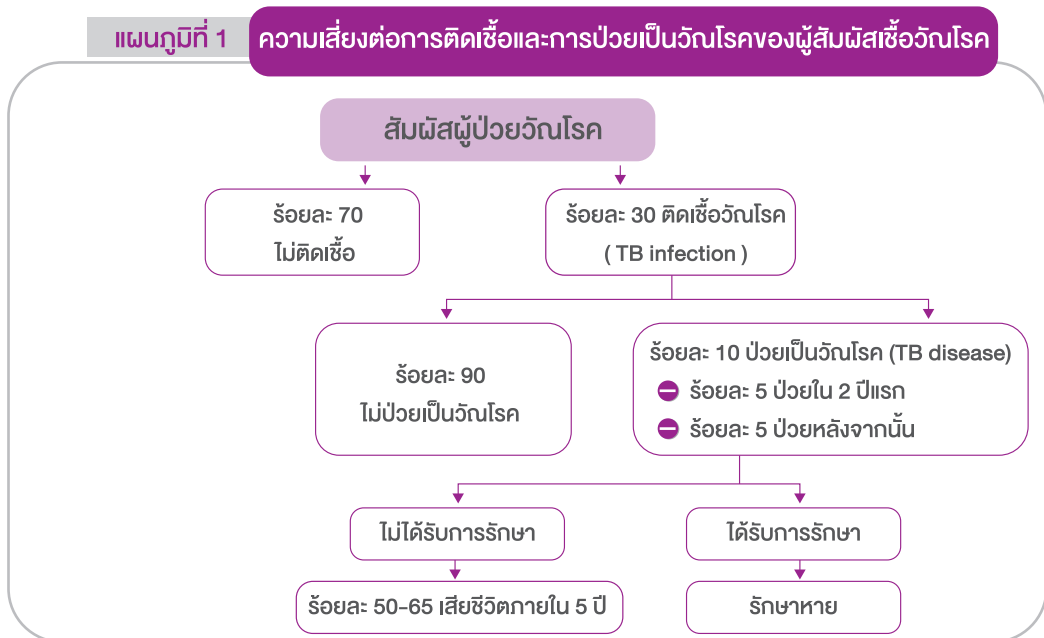
- ปริมาณเชื้อวัณโรคในอากาศที่ผู้สัมผัสสูดเข้าไป
- ระยะเวลาที่สัมผัสใกล้ชิดกับผู้ป่วยวัณโรคระยะแพร่เชื้อ

4) ปัจจัยด้านการให้บริการสาธารณสุข ได้แก่

- ความล่าช้าในการวินิจฉัย (delay diagnosis)
- การเริ่มการรักษาล่าช้า (delay treatment)
- ไม่มีการแยกผู้ป่วยออกจากผู้อื่น
- การรักษาด้วยระบบยาที่ไม่เหมาะสม

## 1.5 ความเสี่ยงต่อการติดเชื้อและการป่วยเป็นวัณโรคของผู้สัมผัสเชื้อวัณโรค

ผู้สัมผัสผู้ป่วยวัณโรคร้อยละ 70 จะไม่ติดเชื้อวัณโรค จะมีเพียงประมาณร้อยละ 30 ที่จะติดเชื้อวัณโรค และประมาณร้อยละ 90 ของผู้ติดเชื้อวัณโรคจะไม่มีอาการป่วยและไม่แพร่เชื้อสู่ผู้อื่น ซึ่งจะเรียกว่า การติดเชื้อวัณโรคแฝง (latent tuberculosis infection) และจะมีเพียงร้อยละ 10 ของผู้ติดเชื้อที่จะป่วยเป็นวัณโรค (TB disease) โดยครึ่งหนึ่งจะป่วยเป็นวัณโรคภายใน 2 ปีหลังการติดเชื้อ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเด็กและผู้ที่มีภูมิคุ้มกันต่ำที่เหลืออีกครึ่งหนึ่งจะป่วยเป็นวัณโรคหลังการติดเชื้อ 2 ปี ได้แก่ ผู้ป่วยสูงอายุที่มีประวัติสัมผัสวัณโรคตั้งแต่เด็ก โดยธรรมชาติของวัณโรคผู้ป่วยที่ไม่ได้รับการรักษาร้อยละ 50-65 จะเสียชีวิตภายใน 5 ปี (ดังแผนภูมิที่ 1) การฉีดวัคซีนบีซีจีไม่ได้ลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ แต่จะลดความเสี่ยงของการลุกลามจากการติดเชื้อวัณโรคแฝงไปสู่การป่วยเป็นวัณโรค โดยเฉพาะอย่างยิ่งวัณโรคชนิดแพร่กระจาย (Disseminated TB) และวัณโรคของระบบประสาทส่วนกลางในเด็กเท่านั้น แต่ไม่ลดการเกิดวัณโรคปอดในผู้ใหญ่



ความเสี่ยงของการป่วยเป็นวัณโรคหลังการติดเชื้อ ได้แก่

- มีการติดเชื้อวัณโรคใหม่ในเร็ว ๆ นี้ (recent infection)
- ความเสี่ยงต่อการลุกลามเป็นโรคประมาณร้อยละ 10
- ความเสี่ยงต่อการลุกลามเป็นโรคในผู้ที่ไม่มีปัจจัยเสี่ยงอื่น ๆ จะมีความเสี่ยงประมาณ 1:1000 person-years ในช่วง 2 ปีแรกหลังการติดเชื้อ
- การที่มีโรคร่วมอื่น ๆ เป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญที่มีผลทำให้การติดเชื้อลุกลามป่วยเป็นวัณโรค
- ผู้ป่วยที่มีรอยโรคคล้ายวัณโรคในภาพรังสีทรวงอก แต่ไม่เคยรักษามาก่อนมีความเสี่ยงที่จะเป็นวัณโรคระยะลุกลามสูง

### ผู้สัมผัสที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อแล้วป่วยเป็นวัณโรค ได้แก่

- ประชากรที่เสี่ยงในการสัมผัสและติดเชื้อวัณโรค เช่น ผู้ที่อยู่ใกล้ชิดกับผู้ป่วยวัณโรค (contacts) ผู้ต้องขัง (prisoners) บุคลากรสาธารณสุข (Health care workers) แรงงานข้ามชาติ (migrant labors) ผู้สูงอายุ และเด็ก ผู้ที่อาศัยอยู่ในชุมชนแออัด ค่ายอพยพหรือสถานสงเคราะห์ เป็นต้น
- ผู้ป่วยที่มีโรคร่วม ถือว่าเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญที่มีผลทำให้การติดเชื้อป่วยเป็นวัณโรค เช่น ผู้ติดเชื้อเอชไอวี (HIV) ผู้ป่วยเบาหวาน (DM) ผู้ที่ได้รับยากดภูมิคุ้มกัน ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (COPD) ผู้ป่วยโรคฝุ่นหิน (Silicosis) และผู้ป่วยโรคไต เป็นต้น
- ผู้ที่มีภูมิคุ้มกันที่ชั้นเยื่อ (mucosa) ของหลอดลมและเนื้อเยื่อที่ปอดของบางคนมีการเปลี่ยนแปลง เช่น ผู้ป่วยโรคฝุ่นหิน การสูดควันบุหรี่ เป็นต้น



## บทที่ 2

### การป้องกันและควบคุม การแพร่กระจายเชื้อวัณโรคในสถานพยาบาล

#### 2.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคในสถานพยาบาล ประกอบด้วย

##### 1) ด้านการบริหารจัดการของสถานพยาบาล

- การนำนโยบายไปสู่การปฏิบัติของหน่วยงานยังไม่สอดคล้องกับแนวทางการป้องกันและควบคุมการแพร่เชื้อวัณโรค
- ไม่มีคณะกรรมการและกลไกการดำเนินงานในการป้องกันและควบคุมการแพร่เชื้อวัณโรค
- ขาดการควบคุมกำกับติดตามการดำเนินการป้องกันและควบคุมการแพร่เชื้อวัณโรคอย่างต่อเนื่อง
- โครงสร้างและการจัดสถานที่
  - ไม่มีสถานที่แยกผู้มีอาการสงสัยหรือเป็นวัณโรคระหว่างรอตรวจวินิจฉัยและรักษา
  - ไม่มีห้องแยกโรคสำหรับผู้ป่วยวัณโรคและวัณโรคดื้อยาที่ได้มาตรฐานและเพียงพอ
  - สถานที่ตั้งของคลินิกวัณโรคอยู่ใกล้กับแผนกที่มีผู้ป่วยภูมิคุ้มกันต่ำและมีความเสี่ยงสูง เช่น คลินิกเอชไอวี คลินิกเบาหวาน คลินิกเด็ก เป็นต้น

##### 2) ด้านการให้บริการ การตรวจวินิจฉัย และการดูแลผู้ป่วยวัณโรค

- ไม่มีระบบการเฝ้าระวังและคัดกรองผู้มีอาการสงสัยวัณโรค
- ไม่มีระบบการให้บริการช่องทางพิเศษสำหรับผู้ที่มีอาการสงสัยหรือผู้ป่วยวัณโรค (fast track) และระบบ One stop service ซึ่งส่งผลต่อระยะเวลาที่ผู้ป่วยอยู่ในสถานพยาบาล
- ความล่าช้าในการตรวจวินิจฉัยวัณโรค
- การดูแลรักษาผู้ป่วยวัณโรคที่ไม่ได้มาตรฐาน

##### 3) ด้านการระบายและการไหลเวียนอากาศในสถานพยาบาล

- สถานที่ตั้งของคลินิกวัณโรคอยู่ในตำแหน่งที่ไม่เอื้อต่อทิศทางการไหลของอากาศ ไม่สามารถระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติได้
- ระบบปรับอากาศและระบายอากาศเพื่อควบคุมทิศทางการไหลของอากาศภายในพื้นที่ของสถานพยาบาลไม่มีประสิทธิภาพ
- ทิศทางการไหลของอากาศ และการควบคุมแรงดันภายในพื้นที่ไม่เหมาะสมและไม่สอดคล้องกับลักษณะการปฏิบัติงาน

#### 4) ด้านบุคลากร

- ขาดความรู้ ความเข้าใจในการปฏิบัติงานที่มีผลต่อการแพร่กระจายเชื้อไวรัส
- ไม่ปฏิบัติตามแนวทาง/มาตรฐานการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อไวรัสในสถานพยาบาล
- ขาดการให้ความรู้แก่ผู้ป่วยและญาติในเรื่องการดูแลตนเองไม่ให้แพร่กระจายเชื้อไวรัสสู่ผู้อื่น และการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ

#### 5) ด้านผู้ป่วย

- ขาดความรู้ ความเข้าใจและความตระหนักเรื่องการดูแลตนเองไม่ให้แพร่กระจายเชื้อไวรัสสู่ผู้อื่น
- ไม่ปฏิบัติตามคำแนะนำและข้อควรปฏิบัติที่เจ้าหน้าที่ได้กำหนดไว้ เช่น
  - ไม่สวมใส่หน้ากากอนามัยหรือปิดปากเวลาไอ จามขณะที่ทำกิจกรรมหรืออยู่ร่วมกับผู้อื่น
  - ไม่บ้วนเสมหะหรือบ้วนน้ำลายลงในภาชนะที่จัดไว้

## 2.2 การประเมินผลการปฏิบัติงานป้องกันการแพร่กระจายเชื้อไวรัส

การประเมินผลการปฏิบัติตามมาตรการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อไวรัสเป็นระยะ เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการกำหนดแผนงานควบคุมการแพร่กระจายเชื้อไวรัสในสถานพยาบาล

ข้อมูลที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยงต่อการแพร่กระจายเชื้อไวรัสในสถานพยาบาล ได้แก่

1) จำนวนผู้ป่วยไวรัสและไวรัสดื้อยาที่เข้ารับการรักษาในแต่ละหน่วยงานทั้งผู้ป่วยในและผู้ป่วยนอกจำแนกตามปีงบประมาณ

2) จำนวนครั้งผู้ป่วยไวรัสมารับบริการที่สถานพยาบาล

3) หน่วยงานที่มีความเสี่ยงสูงต่อการแพร่กระจายเชื้อไวรัสสูง เป็นหน่วยงานที่ให้บริการผู้ป่วยไวรัส เช่น แผนกผู้ป่วยนอก คลินิกไวรัส แผนกผู้ป่วยในอายุรกรรม แผนกรังสีวิทยา ห้องปฏิบัติการ เป็นต้น

4) กิจกรรมที่ปฏิบัติในสถานพยาบาลที่สามารถทำให้เกิดละอองฝอย (Aerosol-generating produces) ได้แก่

- การกระตุ้นการไอ (Diagnostic sputum induction)
- การดูดเสมหะ (Nasopharyngeal aspiration/airway suction)
- การพ่นยา (Aerosolized medication)
- การใส่ท่อช่วยหายใจ (Endotracheal tube intubation)
- การเคาะปอด (Chest physical therapy)
- การส่องกล้องตรวจหลอดลม (Bronchoscopy)
- การช่วยหายใจแบบเพิ่มความดัน (Positive pressure ventilation)
- การใช้เครื่องช่วยหายใจความถี่สูง (High-frequency ventilation)
- การปฏิบัติการช่วยฟื้นคืนชีพ (CPR)
- การชันสูตรชิ้นเนื้อปอด (Postmortem excision of lung tissue)

- การเพาะเลี้ยงเชื้อเพื่อทดสอบความไวต่อยา (Inoculating culture media and susceptibility test) ในห้องปฏิบัติการ

5) บุคลากรที่เสี่ยงต่อการสัมผัสและรับเชื้อวัณโรค โดยพิจารณาถึงปัจจัย ต่อไปนี้

- อายุของบุคลากรและอายุการทำงานในสถานพยาบาล
- มีโรคหรือภาวะเสี่ยงต่อวัณโรค เช่น เบาหวาน
- แผนกที่ปฏิบัติงาน แผนกที่ให้บริการผู้สงสัยและผู้ป่วยวัณโรคมาก ทั้งจำนวนและความถี่

ลักษณะงานที่ทำ การสัมผัสผู้ป่วยใกล้ชิด

6) จำนวนบุคลากรในสถานพยาบาลที่ได้รับการวินิจฉัยวัณโรคหรือติดเชื้อวัณโรคระยะแฝง จำแนกตามอายุ อายุงาน การมีโรคประจำตัว และแผนกที่ปฏิบัติงาน

## 2.3 มาตรการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อวัณโรค

มาตรการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อและการติดเชื้อวัณโรค ประกอบด้วยมาตรการหลัก 3 มาตรการคือ

1) มาตรการด้านการบริหารจัดการ (Administrative measure) เป็นมาตรการพื้นฐานขั้นแรกที่จะลดความเสี่ยงในการแพร่เชื้อและติดเชื้อมีหลักการสำคัญคือ การระบุตัวผู้ป่วยและแยกผู้ป่วยออกจากผู้อื่นให้เร็วที่สุด การระบุความเสี่ยงรวมถึงการวางแผนการดำเนินการ การเตรียมบุคลากร สถานที่และอุปกรณ์ที่ต้องใช้

2) มาตรการควบคุมสิ่งแวดล้อม (Environmental control) มุ่งเน้นคุณภาพอากาศในสถานพยาบาลในบริเวณต่าง ๆ ได้แก่ ห้องตรวจผู้ป่วย ห้องแยกผู้ป่วย ห้องปฏิบัติการ สถานที่พักคอยของผู้ป่วย (waiting area) สถานที่เก็บเสมหะ ห้องส่งหลอดลม

3) มาตรการป้องกันส่วนบุคคล (Personal protection) ให้บุคลากรใช้หน้ากากกรองอนุภาคชนิด N95 หรือสูงกว่า

ผู้บริหารของสถานพยาบาลจะต้องให้ความสำคัญและกำหนดนโยบายในครบทั้ง 3 มาตรการ จึงจะป้องกันการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ



# บทที่ 3

## มาตรการด้านการบริหารจัดการ (Administrative measure)

การบริหารจัดการถือเป็นมาตรการแรกและเป็นมาตรการที่สำคัญที่สุดในการควบคุมป้องกันการแพร่เชื้อในสถานพยาบาล จุดประสงค์ของมาตรการนี้คือ

- 1) เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ป่วยอื่น ๆ และผู้ปฏิบัติงานในสถานพยาบาลสัมผัสหรือรับเชื้อวัณโรคจากผู้ป่วยวัณโรค
- 2) เพื่อลดการแพร่เชื้อจากผู้ป่วยวัณโรค โดยการวินิจฉัยผู้ที่มีอาการสงสัยและให้การรักษาผู้ป่วยวัณโรคโดยเร็วที่สุด

หลักการของมาตรการบริหารจัดการ คือ การจัดการที่ไม่ให้มีเชื้อวัณโรคหรือมีเชื่อน้อยที่สุดในอากาศในสถานพยาบาลนั้น ๆ ดังนั้นถ้าสามารถจัดการให้อากาศปราศจากเชื้อวัณโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพมาตรการอื่น ๆ ก็มีความสำคัญไม่มากนัก

มาตรการควบคุมด้านการบริหารจัดการ ประกอบด้วย

### 3.1 การจัดทำแผนพัฒนางานป้องกันการแพร่กระจายเชื้อวัณโรค

ในสถานพยาบาลควรกำหนดแผนงานควบคุมการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคและประเมินความเสี่ยงเป็นระยะ (risk assessment, development of the TB infection-control plan and periodic reassessment) การกำหนดมาตรการควบคุมการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคของแต่ละแห่ง อาจจะแยกออกมาจากแผนงานควบคุมการแพร่กระจายเชื้อหรือกำหนดแผนงานและรายละเอียดของการปฏิบัติงานวัณโรคแทรกไว้ในภาคผนวกของแผนงานฯ โดยใช้ข้อมูลจากการประเมินความเสี่ยงของสถานพยาบาลเป็นหลัก

**ขั้นตอนในการกำหนดแผนงานควบคุมการติดเชื้อวัณโรค มีดังนี้**

1) จัดตั้งคณะกรรมการดำเนินงานการป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคของสถานพยาบาลซึ่งประกอบด้วยแพทย์ พยาบาลควบคุมโรคติดเชื้อ นักจุลชีววิทยา นักระบาดวิทยา บุคลากรด้านสิ่งแวดล้อม และวิศวกรเครื่องกลเป็นกรรมการหรือที่ปรึกษา ถ้าสถานพยาบาลที่มีคณะกรรมการควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้ออยู่แล้วสามารถใช้คณะกรรมการชุดเดิมได้ และมีอนุกรรมการที่รับผิดชอบงานควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อวัณโรค ถ้าเป็นขนาดเล็กอาจเป็นคณะกรรมการชุดเดียว และเพิ่มความรับผิดชอบงานวัณโรคด้วย

2) วิเคราะห์สภาพการณ์ดำเนินงานด้านการป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อวัณโรค

3) ประเมินความเสี่ยงต่อการแพร่กระจายเชื้อไวรัสโรคของแต่ละหน่วยงานและแต่ละกลุ่ม บุคลากรใน  
ทุกหน่วยงานของสถานพยาบาล

4) จัดทำแผนงานโครงการและแนวทางปฏิบัติ กิจกรรมต่าง ๆ และดำเนินการป้องกันและควบคุม  
การแพร่กระจายเชื้อไวรัสโรคเสนอให้ผู้บริหารเห็นชอบ

5) สรรหางบประมาณและทรัพยากรดำเนินงาน

6) กำกับติดตามการดำเนินงาน เป็นการควบคุมการดำเนินงานป้องกันและควบคุมการแพร่กระจาย  
เชื้อไวรัสโรคในโรงพยาบาล ให้เป็นไปตามแผนงานโครงการ และบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ การที่  
ผู้บริหารให้ความสำคัญกับการกำกับติดตาม และบุคลากรจะต้องมีส่วนร่วมกันบริหารจัดการองค์กร เพื่อให้  
เกิดผลสัมฤทธิ์ โดยนำผลการดำเนินงานมาปรับปรุงแผนงานให้เหมาะสมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7) ประเมินผลการปฏิบัติงานที่เป็นระบบภายใต้การใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่จะนำไปสู่การพัฒนา  
แผนงาน เพื่อใช้เป็นกรอบในการดำเนินงานให้บรรลุตามวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของการลดการแพร่กระจาย  
เชื้อไวรัสโรคในโรงพยาบาลได้

ประเมินการป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อไวรัสโรค โดยการทบทวนเวชระเบียนของผู้ป่วย  
ไวรัสโรค คำนวณระยะเวลาของขั้นตอนการให้บริการ ต่อไปนี้

- ระยะเวลาตั้งแต่ผู้ป่วยที่มีอาการและอาการแสดงที่เข้าข่ายไวรัสโรคเข้ามารักษาที่โรงพยาบาล  
จนกระทั่งได้รับการแยกจากผู้ป่วยอื่น
- ระยะเวลาตั้งแต่ผู้ป่วยเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลสงสัยว่าผู้ป่วยเป็นไวรัสโรคจนกระทั่งได้รับ  
การสั่งให้เก็บเสมหะส่งตรวจ
- ระยะเวลาตั้งแต่ได้รับการสั่งให้เก็บเสมหะจนกระทั่งมีการตรวจและรายงานผล
- ระยะเวลาตั้งแต่ผู้ป่วยที่มีอาการและอาการแสดงที่เข้าข่ายไวรัสโรค เข้ามารักษาที่โรงพยาบาล  
จนได้รับการรักษาด้วยยาไวรัสโรค
- ระยะเวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยไวรัสโรค ใช้เวลาในแต่ละครั้งที่มารับบริการในโรงพยาบาล

ทั้งนี้เมื่อควรมีการเปรียบเทียบกับสถานพยาบาลอื่นที่มีความใกล้เคียง เพื่อประเมินความล่าช้าว่าเกิด  
ขึ้นในขั้นตอนใด

### 3.2 การให้ความรู้บุคลากรที่ปฏิบัติงานในสถานพยาบาล

การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อในสถานพยาบาลจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อผู้ปฏิบัติงานมีความรู้ความเข้าใจ  
ถึงความสำคัญในการควบคุมป้องกัน และทราบบทบาทของแต่ละคนในแผนการควบคุมป้องกันของหน่วยงาน  
การอบรมควรดำเนินการก่อนการมอบหมายงานและการปฏิบัติงาน และควรให้ความรู้อย่างต่อเนื่องเป็น  
ประจำทุกปี

การให้ความรู้แก่บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อไวรัสโรค บุคคลที่ปฏิบัติ  
งานทั้งหมดควรได้รับการอบรม ควรแยกออกเป็นกลุ่มตามพื้นฐานความรู้และความเสี่ยงในการทำงาน  
แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. บุคคลากรสาธารณสุข เช่น แพทย์ เภสัชกร ทันตแพทย์ พยาบาล นักเทคนิคการแพทย์ นักรังสี นักวิชาการสาธารณสุข และอื่น ๆ

2. บุคคลากรอื่น ๆ เช่น เจ้าหน้าที่ห้องบัตร พนักงานเวรเปล เจ้าหน้าที่ธุรการเดินหนังสือ เจ้าหน้าที่ส่งสิ่งส่งตรวจ พนักงานทำความสะอาด เป็นต้น

เนื้อหาของกรอบเรื่องวัณโรค ควรประกอบด้วยหัวเรื่องสำคัญ

- ความรู้พื้นฐานของการแพร่กระจายเชื้อและพยาธิกำเนิดของวัณโรค
- ความเสี่ยงของการแพร่เชื้อวัณโรคไปยังบุคคลากรสาธารณสุขและเจ้าหน้าที่อื่น ๆ ของสถานพยาบาล
- อาการและอาการแสดงของวัณโรค
- ความสัมพันธ์ของวัณโรคและโรคร่วมที่มีความเสี่ยงต่อการป่วยเป็นวัณโรค เช่น ผู้ติดเชื้อเอชไอวี ผู้ป่วยเบาหวาน ผู้ป่วยโรคปอดเรื้อรัง ผู้ป่วยที่มีภูมิคุ้มกันต่ำ (ผู้ป่วยมะเร็ง ผู้ป่วยปลูกถ่ายอวัยวะ ผู้ป่วยที่ได้รับยาสเตียรอยด์) เป็นต้น
- ความสำคัญของการควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อในสถานพยาบาล บทบาทความรับผิดชอบของบุคคลากรแต่ละคน
- บริเวณที่มีความเสี่ยงและมาตรการที่จำเพาะในการปฏิบัติงานเพื่อลดการแพร่กระจายเชื้อ
- มาตรการที่จะสามารถป้องกันตนเองจากการรับเชื้อ
- มาตรการป้องกันทั้ง 3 มาตรการ ได้แก่ มาตรการด้านการบริหารจัดการ มาตรการควบคุมสิ่งแวดล้อม และมาตรการป้องกันส่วนบุคคล
- แนวปฏิบัติเมื่อพบผู้ที่มีอาการสงสัยเป็นวัณโรค
- การฝึกปฏิบัติในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องตามภารกิจได้แก่ การใช้เครื่องป้องกันร่างกาย การทำความสะอาดมือ การทำความสะอาดสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

(เนื้อหาของกรอบในแต่ละประเด็นสามารถปรับรายละเอียดมากขึ้นตามลักษณะงานของผู้รับกรอบ)

### 3.3 การให้ความรู้ผู้ป่วยและญาติ

ผู้ป่วยและญาติที่มาใช้บริการที่สถานพยาบาล ควรได้รับข้อมูลข่าวสาร และความรู้เรื่องการดูแลสุขภาพ การมีสุขอนามัยที่ดี เพื่อให้ร่างกายแข็งแรง ป้องกันการป่วยเป็นโรค และการดูแลรักษาเพื่อให้โรคหายขาด

การให้ความรู้แก่ผู้ป่วยและญาติ อาจดำเนินการได้หลายช่องทางหรือหลายรูปแบบ เช่น การให้สุขศึกษาแบบกลุ่มโดยเจ้าหน้าที่สาธารณสุข การฉายวิดีโอ โปสเตอร์ แผ่นพับความรู้ เป็นต้น

เนื้อหาสำคัญ ได้แก่

- ความรู้ทั่วไปของวัณโรค การเกิดโรค
- อาการและอาการแสดง

- การวินิจฉัยและการรักษา
- การดูแลตนเองขณะรักษาวัณโรค นอกจากการกินยาให้ครบขนาดของยาและกำหนดเวลา แนะนำให้กินอาหารที่มีประโยชน์ พักผ่อนให้เพียงพอ งดเหล้าบุหรี่ และรักษาโรคร่วม
- การป้องกันการแพร่เชื้อ วิธีการปิดปากและจมูก เวลาไอ จาม ใช้ผ้าเช็ดหน้า หรือกระดาษทิชชู หรือใช้หน้ากากอนามัย อยู่ในที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี
- การดูแลสุขภาพเพื่อไม่ให้ป่วยเป็นวัณโรค รวมถึงโรคและภาวะต่าง ๆ ที่เสี่ยงต่อการป่วยเป็นวัณโรค
- การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อให้ผู้ที่อาศัยร่วมบ้าน เช่น การปิดปากและจมูกเวลาไอหรือจาม การแยกห้องนอนในช่วงที่อยู่ในระยะแพร่เชื้อ การใช้ช้อนกลางเมื่อรับประทานอาหารร่วมกับผู้อื่น
- การกำจัดขยะติดเชื้อ การทำความสะอาดมือและสิ่งแวดล้อม
- การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อให้บุคคลอื่นในชุมชน เช่น หลีกเลี่ยงการอยู่ในที่สาธารณะ (รวมถึงรถโดยสารสาธารณะ) ที่มีลักษณะปิดและการระบายอากาศไม่ดีเพียงพอ
- การแนะนำให้ผู้ใกล้ชิด/เพื่อน/สมาชิกในครอบครัวที่มีอาการสงสัยวัณโรคไปตรวจวินิจฉัยวัณโรคที่สถานพยาบาลใกล้บ้าน
- การลดการตีตรา (Stigma) ไม่ให้เกิดความรังเกียจผู้ป่วยวัณโรค การให้กำลังใจผู้ป่วย

### 3.4 การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคในแผนกผู้ป่วยนอก

แผนกผู้ป่วยนอก เป็นด่านแรกที่ผู้ป่วยเข้ารับบริการสุขภาพในสถานพยาบาล ควรค้นหาว่าผู้ป่วยรายใดที่มีความเสี่ยงที่จะเป็นวัณโรค โดยเฉพาะผู้ป่วยที่อยู่ในระยะแพร่เชื้อ ซึ่งหมายถึงเป็นผู้ป่วยวัณโรคที่มีเชื้อวัณโรคในเสมหะ และมีอาการไอ จาม โดยให้ความสำคัญและปฏิบัติตามหลักการของ respiratory hygiene and cough etiquette

1) มีจุดคัดกรองวัณโรคหรือคัดกรองโรคติดต่อทางเดินหายใจอื่น ๆ ร่วมด้วย เพื่อแยกผู้ป่วยที่สงสัยออกจากบุคคลอื่นตั้งแต่บริเวณแรกเข้ามาในสถานพยาบาล ดังนั้นจุดคัดกรองควรอยู่ใกล้บริเวณที่ทำบัตรผู้ป่วย หรืออยู่หน้าอาคาร ซึ่งเป็นที่โล่ง ระบายอากาศได้ดี มีเจ้าหน้าที่สอบถามอาการสงสัยวัณโรค ถ้ามีอาการเข้าข่ายสงสัยวัณโรค ถือเป็นผู้เสี่ยงต่อการแพร่เชื้อโรคระบบทางเดินหายใจซึ่งไม่เฉพาะวัณโรค ก็ควรได้รับการดูแลเพื่อป้องกันเช่นเดียวกัน รวมทั้งมีระบบคัดกรองในทุกจุดบริการผู้ป่วย โดยเฉพาะถ้าหากมีช่องทางเข้าหลายช่องทาง เช่น ห้องฉุกเฉิน ห้องตรวจผู้ป่วยประกันสังคม เป็นต้น

2) แนะนำให้ผู้ป่วยที่มีอาการสงสัยสวมหน้ากากอนามัยเพื่อป้องกันการแพร่เชื้อสู่บุคคลอื่น ๆ

3) จัดสถานที่แยก และควรแยกผู้มีอาการสงสัยหรือเป็นวัณโรคระหว่างรอตรวจ ไม่ให้นั่งปะปนกับผู้ป่วยอื่น ๆ ซึ่งควรเป็นที่โล่ง ระบายอากาศได้ดี

4) มีป้ายเตือน (Poster alert) ให้ผู้ป่วยแจ้งเจ้าหน้าที่ของสถานพยาบาลหากมีอาการเข้าข่ายป่วยเป็นวัณโรค ป้ายดังกล่าวควรมีอยู่ตามจุดต่าง ๆ



5) มีช่องทางด่วน (fast tract) หรือช่องทางพิเศษสำหรับผู้ป่วยที่มีอาการสงสัยวัณโรค กลไกของมาตรการช่องทางด่วนของแต่ละแห่งขึ้นกับนโยบายและบริบทของสถานพยาบาล เช่น

- มีห้องตรวจเฉพาะโรกระบบทางเดินหายใจแยกจากผู้ป่วยทั่วไป
- กรณีไม่สามารถแยกห้องตรวจได้ ให้บริการตรวจก่อนผู้ป่วยที่มีอาการสงสัยก่อน แต่ต้องอธิบายผู้ป่วยโรคอื่น ๆ ที่รอตรวจตามคิวให้เข้าใจก่อนเพื่อให้ส่งต่อไปตรวจเพิ่มเติมได้รวดเร็วขึ้น เป็นต้น

6) ให้การตรวจวินิจฉัยโรคให้เร็วที่สุด อาจพิจารณาให้ส่งถ่ายภาพรังสีทรวงอกและเก็บเสมหะส่งตรวจได้เลยเมื่อพบผู้ป่วยมีอาการสงสัยวัณโรค เมื่อได้ผลตรวจแล้วจึงพบแพทย์เพื่อวินิจฉัยโรคและให้การรักษาได้อย่างรวดเร็ว

### 3.5 การจัดสถานที่เก็บเสมหะ

สถานที่เก็บเสมหะ มีได้ 2 ลักษณะ คือ

1) สถานที่เก็บเสมหะควรเป็นสถานที่โล่งแจ้ง ควรอยู่ห่างจากบุคคล ห่างไกลจากผู้ป่วยคนอื่น ๆ มีการระบายอากาศตามธรรมชาติที่ดี มีแสงแดดส่องถึง หรือ

2) ตู้เก็บเสมหะที่เป็น negative pressure มีแผงกรองอากาศถึงระดับ HEPA filter และหลอดรังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV)

ประเด็นสำคัญมากคือ  
ห้ามเก็บเสมหะในห้องน้ำเด็ดขาด

ภาพที่ 1 สถานที่เก็บเสมหะ



## ภาพที่ 2 ตู้เก็บเสมหะ



### 3.6 การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อไวรัสในคลินิกไวรัส

ผู้ป่วยที่มารับบริการที่คลินิกไวรัสส่วนใหญ่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นไวรัสแล้ว หลายรายรักษาไปแล้ว 1-2 สัปดาห์ และแพทย์นัดมารับยาไวรัสครั้งต่อไปที่คลินิกไวรัส แต่อาจมีบางสถานพยาบาลที่คัดกรองผู้สงสัยไวรัสแล้วส่งต่อมารับการวินิจฉัยที่คลินิกไวรัส

1) จัดบริการแบบ One stop service เพื่อให้ผู้ป่วยอยู่ที่จุดเดียว ไม่เดินปะปนและสัมผัสผู้ป่วยและบุคคลอื่น ๆ และลดระยะเวลาที่อยู่ในสถานพยาบาล การบริการที่จุดเดียวประกอบไปด้วยการซักประวัติ ตรวจรักษา เก็บเสมหะ ถ่ายภาพรังสีทรวงอก (ถ้าปฏิบัติได้) รับคำแนะนำสุขศึกษา จ่ายยาและนัดรักษาครั้งต่อไป

2) จัดสถานที่ตั้งของคลินิกไวรัสให้เหมาะสม

1. แนะนำให้แยกจากอาคารอื่นของสถานพยาบาล (ถ้าทำได้) หรืออยู่ด้านใดด้านหนึ่งของอาคารที่มีทางเปิดโล่งออกไปด้านนอกอาคาร มีระบบระบายอากาศได้ดีและแสงแดดส่องถึง (รายละเอียดในบทที่ 4 มาตรการควบคุมสิ่งแวดล้อม)

2. ไม่ควรอยู่ใกล้คลินิกอื่น ๆ ที่ให้บริการผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงไวรัส เช่น คลินิกเอชไอวี คลินิกเบาหวาน คลินิกเด็ก คลินิกสูงอายุ เป็นต้น

3) จัดโต๊ะและเก้าอี้สำหรับแพทย์ พยาบาล และผู้ป่วย ในห้องตรวจให้เหมาะสมกับทิศทางกระแสของอากาศ เพื่อลดการแพร่เชื้อจากผู้ป่วยไปยังแพทย์และพยาบาลระหว่างให้บริการตรวจรักษา

4) แนะนำผู้ป่วยสวมหน้ากากอนามัยระหว่างให้บริการ

5) ให้ความรู้เรื่องไวรัสแก่ผู้ป่วยและญาติอย่างต่อเนื่อง

### 3.7 การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคในผู้ป่วยใน

ผู้ป่วยวัณโรคบางรายที่ได้รับการประเมินแล้วว่าควรได้รับการรักษาแบบผู้ป่วยใน เช่น ผู้ป่วยที่อยู่ในภาวะวิกฤตหรือกึ่งวิกฤต หรือมีโรคแทรกซ้อนที่อาจเป็นอันตราย หรือจากโรคร่วม หรือผู้ป่วยที่มีแนวโน้มจะไม่ร่วมมือในการรักษา หรือขาดนัดรับยา มีภาวะที่ทำให้ต้องรับไว้รักษาในสถานพยาบาล

1) มีนโยบายการแยกผู้ป่วยวัณโรค (Isolation policy) โดยจัดห้องแยกสำหรับผู้ป่วยวัณโรคระยะแพร่เชื้อ (infectious TB cases)

2) ห้องที่รับผู้ป่วยที่ดีที่สุดคือห้องแยกเดี่ยว ซึ่งมีการจัดการอากาศที่ถูกต้องตามหลักวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม คือ Airborne infection isolation room: AIIR (รายละเอียดในบทที่ 4 มาตรการควบคุมสิ่งแวดล้อม) อย่างไรก็ตามหากไม่มีห้อง AIIR หรือมีไม่เพียงพอสำหรับผู้ป่วยวัณโรคทุกราย อาจใช้ห้องเดี่ยว (Single room) มีพัดลมดูดอากาศที่ทำให้ทิศทางไหลของอากาศในห้องไหลจากบุคลากรสู่ผู้ป่วยและทิ้งสู่ภายนอก อัตราการหมุนเวียนของอากาศในห้องไม่น้อยกว่า 12 เท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง กรณีที่ใช้ห้องผู้ป่วยที่มีหลายเตียงต้องแน่ใจว่าผู้ป่วยว่าไม่อยู่ในระยะแพร่กระจายเชื้อแล้ว และควรมีพัดลมดูดอากาศที่หัวเตียงของผู้ป่วยทุกคนด้วย

- 3) ผู้ป่วยวัณโรคดื้อยาหลายขนาน (MDR-TB) ต้องแยกห้องกับผู้ป่วยวัณโรคทั่วไปที่ไม่ดื้อยา
- 4) ถ้าไม่สามารถจัดห้องแยกให้ผู้ป่วยได้ ให้ผู้ป่วยอยู่ในเตียงที่มีพัดลมระบายอากาศอยู่บนหัวเตียง
- 5) ลดระยะเวลาในการทำกิจกรรมที่จะก่อให้เกิดละอองฝอย เพื่อลดการสัมผัสเชื้อวัณโรคจากผู้ป่วย
- 6) หากมีความจำเป็นที่จะต้องเก็บเสมหะ ควรเก็บใส่ภาชนะที่มีฝาปิด ขณะเก็บเสมหะไม่เปิดพัดลม
- 7) กรณีผู้ป่วยไอหรือจาม จะต้องมีการปิดปากและจมูก
- 8) บุคลากรที่ให้การดูแลผู้ป่วยวัณโรคในห้องแยกควรสวมหน้ากากกรองอนุภาคอย่างถูกวิธีทุกครั้ง
- 9) ควรจำกัดอายุและเวลาที่เหมาะสมสำหรับผู้เข้าเยี่ยมผู้ป่วย เช่น ไม่อนุญาตให้เด็กเล็ก คนชรา ผู้ที่มีภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องเข้าเยี่ยม โดยอาจอนุญาตเพียงช่วงสั้นๆ และต้องสวมหน้ากากอนามัย (surgical mask)

10) การวินิจฉัย การรักษา หรือการตรวจต่างๆ ที่มีผลให้เกิดการฟุ้งกระจายของเชื้อวัณโรค ควรดำเนินการในห้องแยก

11) หากจำเป็นต้องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยวัณโรคระยะแพร่เชื้อออกจากห้องแยก ควรให้ผู้ป่วยสวมหน้ากากอนามัย เพื่อป้องกันการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคสู่หน่วยงานอื่น และควรนัดหมายเวลากับหน่วยงานที่จะส่งผู้ป่วยไปให้แน่นอน

### 3.8 การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคในแผนกรังสีวิทยา (Radiology)

การถ่ายภาพรังสีทรวงอกเป็นเครื่องมือการคัดกรองและตรวจวินิจฉัยวัณโรค ดังนั้นผู้ที่มีอาการสงสัยหรือเป็นวัณโรคต้องไปรับบริการตรวจที่แผนกรังสีวิทยาทุกราย

- ประเมินและคัดกรองผู้ป่วยที่มีอาการที่แผนกกว่ามีอาการสงสัยหรือเป็นวัณโรค ที่มีโอกาสแพร่กระจายเชื้อ
- ให้บริการถ่ายภาพรังสีก่อนผู้ป่วยอื่นที่ไม่ใช่ผู้ป่วยฉุกเฉินหรืออาการหนัก และรังสีแพทย์อ่านผลและแจ้งผลโดยเร็วเพื่อให้ผู้ป่วยได้รับการวินิจฉัยที่รวดเร็ว กรณีผู้ป่วยพักรักษาในหอผู้ป่วย (ผู้ป่วยใน) และไม่เร่งด่วน ควรนัดถ่ายภาพรังสีในช่วงบ่ายและเป็นลำดับท้าย ๆ เพื่อลดการสัมผัสกับผู้ป่วยอื่นๆ
- แยกบริเวณที่นึ่งรอรับบริการของผู้ป่วยที่สามารถแพร่เชื้อได้
- ให้ผู้ป่วยสวมหน้ากากอนามัยก่อนเข้ารับบริการถ่ายภาพรังสี
- อาจใช้ Portable HEPA Filter ในห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าซึ่งต้องคำนวณอัตราการไหลเวียนของอากาศและคำนวณปริมาตรของห้อง (รายละเอียดในบทที่ 4 มาตรการควบคุมสิ่งแวดล้อม)

### 3.9 การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคในห้องปฏิบัติการ (Laboratory)

ห้องปฏิบัติการเป็นสถานที่ที่มีความเสี่ยงสูงต่อการแพร่กระจายและรับเชื้อวัณโรคสูง ผู้ป่วยที่มีอาการสงสัยวัณโรคต้องเก็บเสมหะส่งตรวจเพื่อวินิจฉัย ผู้ป่วยที่เป็นวัณโรคระหว่างรักษาจำเป็นต้องเก็บเสมหะส่งตรวจเพื่อติดตามการรักษา และส่วนหนึ่งยังพบเชื้อในเสมหะ ดังนั้นโอกาสเกิดเชื้อวัณโรคฟุ้งกระจายในอากาศได้มาก จากการไอแรง ๆ และขากเพื่อเก็บเสมหะ และที่สำคัญคือการตรวจในห้องปฏิบัติการ ทั้งระหว่างการป้ายและย้อมสมิแยร์สไลด์ การเพาะเลี้ยงเชื้อและการทดสอบความไวต่อยาต้านวัณโรคทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของเชื้อวัณโรคในอากาศได้ทั้งสิ้น มาตรการป้องกันในห้องปฏิบัติการจึงต้องอาศัยมาตรการทั้ง 3 มาตรการ ได้แก่ มาตรการบริหารจัดการ มาตรการควบคุมสิ่งแวดล้อม และมาตรการป้องกันส่วนบุคคล

- 1) การออกแบบห้องปฏิบัติการให้เหมาะสม
  - ห้องพักของเจ้าหน้าที่ควรแยกจากห้องปฏิบัติงาน
  - ต้องเป็นห้อง negative pressure ในกรณีที่เป็นห้องตรวจทดสอบความไวต่อยา (DST)
- 2) มีเครื่องหรืออุปกรณ์ทำลายเชื้อในอากาศที่ควบคุมสิ่งแวดล้อม (รายละเอียดในบทที่ 4 มาตรการควบคุมสิ่งแวดล้อม)
- 3) ห้ามบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปในห้องปฏิบัติการ
- 4) ไม่ควรให้ผู้ป่วยเก็บเสมหะบริเวณห้องปฏิบัติการ ควรเก็บเสมหะในที่ที่จัดเตรียมไว้ และวางไว้ในภาชนะห้อง และมีช่องหน้าต่างรับส่งตรวจ ไม่ให้เข้าไปส่งในห้องตรวจ
- 5) สวมถุงมือ เสื้อกาวน์ และหน้ากากกรองอนุภาค (รายละเอียดในบทที่ 5 มาตรการป้องกันส่วนบุคคล)
- 6) ข้อสังเกตในการตรวจด้วยวิธีต่าง ๆ
  - การทำ AFB smear การป้ายเสมหะบนสไลด์มีผลทำให้เกิดการแพร่กระจายเชื้อวัณโรค การป้ายสไลด์ควรเตรียมในตู้ชีวนิรภัย (biological safety cabinet) Class II

- การเตรียม liquid suspensions ของเชื้อวัณโรค เช่น การปั่นให้ตกตะกอน การเพาะเลี้ยงเชื้อ และการทดสอบความไวต่อยา เป็นต้น อาจทำให้เกิดความเสี่ยงสูงในการแพร่กระจายเชื้อในห้องปฏิบัติการ ดังนั้น บุคลากรควรมีทักษะ ความชำนาญในการเตรียม ลดการเคลื่อนย้ายตัวอย่างเสมหะที่มีเชื้อจำนวนมาก เพิ่มการถ่ายเทของอากาศบริเวณที่เตรียม และควรมีตู้ชีวนิรภัย (biological safety cabinet) Class II

### 3.10 การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคในแผนกผู้ป่วยฉุกเฉิน (Emergency department)

ผู้ป่วยที่มารับการรักษาที่ห้องฉุกเฉิน ส่วนใหญ่มาด้วยอาการเจ็บป่วยปัจจุบันทันด่วน ผู้ป่วยวัณโรคก็อาจจะมาในช่องทางฉุกเฉิน ด้วยอาการเจ็บป่วยอื่น ๆ เช่น อุบัติเหตุ หรืออาการเจ็บป่วยรุนแรงจนไม่สามารถให้ประวัติการรักษาวินิจฉัยโรคหรือบางรายมาด้วยการป่วยโดยที่ยังไม่ได้รับการวินิจฉัย ดังนั้นบุคลากรที่ให้บริการดูแลรักษาผู้ป่วยในภาวะฉุกเฉินต้องระลึกไว้เสมอว่า ผู้ป่วยที่มีอาการหนักทุกรายที่เข้ามาับการรักษาที่ห้องฉุกเฉินของสถานพยาบาล มีโอกาสเป็นวัณโรคและสามารถแพร่กระจายเชื้อให้กับบุคลากรและผู้ป่วยอื่น ๆ ได้ ต้องระวังป้องกันการรับเชื้อจากผู้ป่วยทุกราย

- มีการคัดกรองผู้รับบริการที่มีโรคระบบทางเดินหายใจ
- จัดสถานที่ให้เหมาะสม ควรมีห้องแยกสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจ ไม่ปะปนกับผู้ป่วยอื่น หากไม่สามารถแยกห้องได้ ควรจัดให้อยู่ในพื้นที่ที่มีการติดพัดลมระบายอากาศ
- ต้องมีห้องแยกหรือแยกบริเวณสำหรับพ่นยาหรือทำหัตถการที่ทำให้เกิดละอองฝอย
- มีระบบระบายอากาศที่ดีและอุปกรณ์ทำลายเชื้อวัณโรคในอากาศที่เหมาะสม (รายละเอียดในบทที่ 4 มาตรการควบคุมสิ่งแวดล้อม)
- บุคลากรที่ดูแลผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจหรือสงสัยว่าอาจจะมีการติดต่อทางเดินหายใจ เช่น ขณะใส่ endotracheal tube เพื่อช่วยการหายใจให้แก่ผู้ป่วยในภาวะวิกฤติ ควรสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันเชื้อโรคที่ถูกต้อง

#### ภาพที่ 3 ห้องแยกผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจ



### 3.11 การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อไวรัสในแผนกผู้ป่วยวิกฤติ (Intensive care unit)

- จัดให้มีห้องแยกสำหรับผู้ป่วยวิกฤติที่เป็นวัณโรคหรือสงสัยเป็นวัณโรค
- ผู้ป่วยที่สงสัยว่าเป็นวัณโรค ต้องได้รับการถ่ายภาพรังสีทรวงอก และการตรวจเสมหะ ทั้ง smear เพาะเชื้อ และทดสอบความไวต่อยาด้วยวิธีที่รวดเร็ว (rapid diagnosis) และติดตามผลโดยเร็ว
- ติดตั้งอุปกรณ์หรือเครื่องทำลายเชื้อในอากาศ (รายละเอียดในบทที่ 4 มาตรการควบคุมสิ่งแวดล้อม)
- ขณะใส่ท่อช่วยหายใจ (endotracheal tube) แม้จะไม่รู้ประวัติว่าผู้ป่วยเป็นวัณโรคหรือไม่ก็ตาม ให้สงสัยว่าผู้ป่วยอาจเป็นวัณโรคร่วมด้วย แพทย์ พยาบาล ควรสวมหน้ากากกรองอนุภาค เพื่อป้องกันการรับเชื้อทุกครั้ง

### 3.12 การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อไวรัสในห้องผ่าตัด (Surgical suites)

- ตารางการผ่าตัดผู้ป่วยและผู้สงสัยเป็นวัณโรค ควรเป็นรายสุดท้ายของวัน เพื่อให้สัมผัสบุคลากรทางการแพทย์และผู้ป่วยอื่น ๆ สัมผัสผู้ป่วยน้อยที่สุด และลดการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ
- ผู้ป่วยวัณโรคเข้ารับการผ่าตัด ห้องผ่าตัดควรมี anteroom เป็นห้อง AIIR ถ้าเป็นไปได้
- หลังผ่าตัดพักฟื้น ย้ายเข้าห้อง AIIR ถ้าเป็นไปได้
- กรณีห้องที่ไม่มี AIIR สำหรับการผ่าตัดและหลังการผ่าตัดฟื้นฟู การปรับสภาพอากาศ ผ่านเครื่องฟอกที่มีแผ่นกรอง (HEPA) และการทำลายเชื้อโดยใช้แสงอัลตราไวโอเล็ต (UVGI) เพื่อเพิ่มอัตราการถ่ายเทของอากาศ
- แพทย์ พยาบาลควรสวมหน้ากากกรองอนุภาค เพื่อป้องกันการรับเชื้อทุกครั้ง

### 3.13 การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อไวรัสในห้องส่องกล้องหลอดลม (Bronchoscopy suites)

- ผู้ป่วยและผู้สงสัยวัณโรคต้องส่องกล้องหลอดลมเป็นรายสุดท้ายของวัน เพื่อลดการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ
- ห้องส่องกล้องหลอดลม ควรเป็นห้อง AIIR ถ้าไม่มีห้อง AIIR ควรปรับสภาพอากาศผ่านเครื่องฟอกอากาศที่มีแผ่นกรอง (HEPA) และการทำลายเชื้อโดยใช้แสงอัลตราไวโอเล็ต (UVGI)
- ผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจ ท่อหายใจควรเป็นระบบปิด ควรเปิดท่อหายใจน้อยที่สุดเพื่อลดการแพร่เชื้อ
- แพทย์ พยาบาลที่ปฏิบัติงานอยู่ในห้องส่องกล้องหลอดลมผู้ป่วยและผู้สงสัยวัณโรค ควรใส่หน้ากากกรองอนุภาคอย่างน้อย N95 Disposable respirators
- ผู้ป่วยและผู้สงสัยวัณโรค ให้สวมใส่หน้ากากอนามัยก่อนและหลังการทำหัตถการ

# บทที่ 4

## มาตรการควบคุมสิ่งแวดล้อม (Environmental control)

การควบคุมสิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องที่จำเป็นต้องดำเนินการเพื่อเป้าหมายในการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคในสถานพยาบาล แต่สิ่งที่ควรต้องดำเนินการให้เต็มที่และได้ประโยชน์สูงสุดก่อนคือการบริหารจัดการ เนื่องจากเป็นสิ่งสำคัญและสามารถเริ่มต้นดำเนินการได้ทันที

การควบคุมสิ่งแวดล้อมในภาพรวมทั้งหมด จะหมายรวมถึงการควบคุมสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่อากาศ น้ำ สัตว์ แมลง วัสดุต่าง ๆ ประกอบอาคาร ไปจนถึงกระบวนการก่อสร้างต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานพื้นที่ แต่เนื่องจากในแนวทางฉบับนี้จะเน้นการป้องกันการติดเชื้อวัณโรคเป็นหลัก การควบคุมสิ่งแวดล้อมจึงจะเป็นการกล่าวถึงการควบคุมคุณภาพอากาศเพื่อป้องกันการติดเชื้อวัณโรค

การควบคุมคุณภาพของอากาศภายในพื้นที่ใด ๆ ก็ตาม หมายถึงการควบคุมคุณภาพของระบบปรับอากาศและระบายอากาศภายในพื้นที่นั้น ๆ ทั้งหมดตั้งแต่ขั้นตอนออกแบบ ก่อสร้าง ปรับแต่งระบบ ทดสอบประสิทธิภาพการใช้งาน และการบำรุงดูแลรักษาให้ครบถ้วน เพื่อให้มั่นใจว่าระบบปรับอากาศที่ใช้งานอยู่จะมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะป้องกันการติดเชื้อได้อย่างเพียงพอตลอดเวลา ทุกภาคส่วนของแต่ละหน่วยงาน จึงควรมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของการดำเนินการอย่างพร้อมเพรียงกัน เพื่อให้การใช้งานระบบควบคุมคุณภาพอากาศสามารถควบคุมการติดเชื้อวัณโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อประโยชน์โดยรวมของทั้งบุคลากรทางการแพทย์ ผู้ป่วย และสาธารณชนโดยทั่วกัน

### 4.1 การควบคุมคุณภาพอากาศ (Air Quality Control)

การควบคุมคุณภาพอากาศเพื่อป้องกันการติดเชื้อวัณโรคภายในสถานพยาบาล มีแนวทางการคำนวณออกแบบและข้อกำหนดต่าง ๆ หลายประการขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่ต้องการควบคุม โดยมีแนวทางการควบคุมสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เบื้องต้นดังต่อไปนี้

#### 1) การเติมอากาศบริสุทธิ์จากภายนอก

การเพิ่มอัตราการเติมอากาศด้วยอากาศบริสุทธิ์จากภายนอก จะช่วยลดความเข้มข้นของสิ่งปนเปื้อนในอากาศภายในห้อง ทั้งนี้ตำแหน่งรับอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกต้องกำหนดในตำแหน่งที่เหมาะสมด้วย เพื่อให้มั่นใจว่าอากาศจากภายนอกที่จะเติมเข้าสู่ภายในห้องปราศจากสิ่งปนเปื้อนอื่น ๆ แล้ว

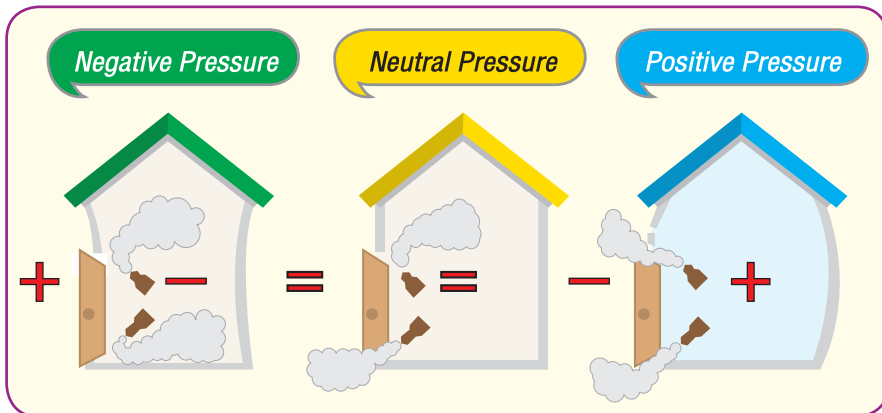
แต่เนื่องจากสภาพอากาศของประเทศไทยเป็นแบบร้อนชื้น การกำหนดอัตราการเติมอากาศจากภายนอกที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งที่ต้องระมัดระวังเป็นอย่างดี เพื่อควบคุมไม่ให้เกิดผลกระทบทางด้านอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของระบบปรับอากาศภายในพื้นที่

## 2) การควบคุมแรงดันระหว่างพื้นที่

ทิศทางการไหลของอากาศจะแปรผันตามแรงดันของอากาศภายในพื้นที่แต่ละแห่ง การกำหนดความแตกต่างของแรงดันอากาศของแต่ละพื้นที่ที่ต้องการควบคุมคุณภาพอากาศให้เหมาะสมจึงเป็นเรื่องที่จำเป็นจะต้องพิจารณาให้รอบคอบ

ภาพที่ 4

ทิศทางการไหลของอากาศตามแรงดันของอากาศภายในพื้นที่แต่ละแห่ง



## 3) การควบคุมทิศทางการไหลของอากาศ

ในกรณีผู้ป่วยแพร่เชื้อทางอากาศ กำหนดตำแหน่งจ่ายอากาศจากพื้นที่โดยรอบห้อง เพื่อให้อากาศไหลผ่านบุคลากรทางการแพทย์ก่อนระบายอากาศออกจากห้องที่ผนังด้านหัวเตียงผู้ป่วยจะช่วยลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อไวรัสได้ดีเป็นอย่างดี หากภายในพื้นที่ควบคุมมีผู้ป่วยหลายเตียง ต้องคำนึงถึงตำแหน่งและพื้นที่ที่ต้องใช้ในการให้บริการทางการแพทย์ให้เหมาะสมด้วย

การวัดทิศทางการไหลของอากาศภายในห้อง เป็นการใช้ความรู้ผ่านการตรวจสอบทิศทางการไหลของอากาศ โดยใช้เครื่องมือตรวจสอบทิศทางการไหลของอากาศ เช่น Smoke Tube นำไปวางไว้ตำแหน่งหน้าต่างหรือประตูที่มีการเปิด หากควันที่มาจาก Smoke Tube ไหลไปในทิศทางใด แสดงว่าทิศทางนั้น ๆ เป็นทิศทางที่อากาศจากภายนอกไหลเข้าสู่ภายในห้อง



## ภาพที่ 5

### การวัดทิศทางการไหลของอากาศด้วยเครื่องมือ Smoke Tube



จากภาพ การวัดทิศทางการไหลของอากาศตรวจสอบทิศทางการไหลของอากาศด้วยเครื่องมือ Smoke Tube จะช่วยให้บุคลากรสุขภาพสามารถระบุทิศทางการไหลของอากาศเข้าสู่ภายในห้องได้ และทราบว่าตำแหน่งการไหลของอากาศให้ลมผ่านบริเวณที่สะอาด คือ บุคลากรสุขภาพ/โต๊ะทำงานของบุคลากรสุขภาพแล้วจึงไปสู่บริเวณที่สะอาดน้อยกว่า เช่น เก้าอี้นั่งหรือเตียงผู้ป่วย เพื่อให้เชื้อวัณโรคไม่แพร่กระจายไปทั่วห้องด้วยยึดหลักการ คือ ให้อากาศไหลจากที่สะอาดมากกว่าไปสู่ที่สะอาดน้อยกว่า

#### 4) แผงกรองอากาศ

ปัจจุบันตามมาตรฐานแนะนำให้ใช้แผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (High-Efficiency Particulate Air Filter; HEPA Filter) หรือแผงกรองอากาศแบบ Ultralow-Penetration Air Filter (ULPA) เพื่อกรองสิ่งปนเปื้อนและเชื้อโรคในอากาศ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่มีความสามารถในการกำจัดสิ่งปนเปื้อนในอากาศได้มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในปัจจุบัน (รายละเอียดเรื่องแผงกรองอากาศอยู่ในหัวข้อแผงกรองอากาศ)

#### 5) การใช้หลอดอัลตราไวโอเลต

สามารถติดตั้งหลอดอัลตราไวโอเลตเป็นส่วนประกอบเพิ่มเติมจากการใช้แผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูงได้ แต่ไม่แนะนำให้ใช้ทดแทนการใช้แผงกรองอากาศ ประสิทธิภาพสูง เนื่องจากการใช้หลอดอัลตราไวโอเลตมีข้อจำกัดหลายประการที่ต้องระวังในการเลือกใช้

#### 6) อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

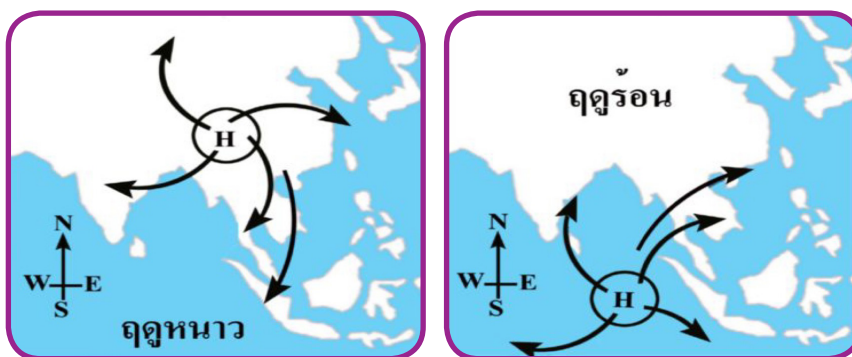
การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จะช่วยลดการเจริญเติบโตของเชื้อโรคในอากาศได้ โดยมาตรฐานและแนวทางจากหลายหน่วยงานจะกำหนดช่วงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ต้องควบคุมของพื้นที่ต่างๆ ภายในสถานพยาบาลไว้ แต่เนื่องจากประเทศไทยมีสภาวะอากาศเป็นแบบร้อนชื้น การควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในประเทศไทยจึงต้องมีการคำนวณและออกแบบให้เหมาะสมโดยผู้ชำนาญการทางด้านนี้โดยตรง เนื่องจากการออกแบบระบบปรับอากาศทั่วไปไม่สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ได้ ทั้งนี้ การควบคุมความชื้นสัมพัทธ์จะทำให้ค่าก่อสร้างระบบปรับอากาศสูงขึ้น และต้องมีค่าใช้จ่ายในการดูแลบำรุงรักษาต่อเนื่องหลังจากก่อสร้างแล้วเสร็จ จึงควรที่จะต้องพิจารณาถึงความจำเป็นในการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของพื้นที่ต่างๆ ให้เหมาะสม เพื่อไม่ให้เป็นการจ่ายของสถานพยาบาลต่างๆ ในอนาคตต่อไป

## 4.2 การระบายอากาศ

การป้องกันการติดเชื้อไวรัสด้วยวิธีการระบายอากาศ จะเป็นการระบายอากาศออกจากห้องหรือพื้นที่ที่มีผู้ป่วยหรือแหล่งแพร่เชื้อไวรัส แล้วนำอากาศออกไปสู่ภายนอก โดยสามารถแบ่งเป็น 2 แนวทางได้ ดังนี้

1) การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ (Natural Ventilation) เป็นการไหลของอากาศจากพื้นที่หนึ่งไปสู่พื้นที่หนึ่ง หรือจากภายนอกอาคารไปสู่ภายในตัวอาคารของสถานพยาบาล ซึ่งการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ (Natural Ventilation) เปิดประตู/หน้าต่างของตัวอาคารเพื่อให้เกิดการไหลของอากาศจากภายนอกไปสู่ภายในตัวอาคารและไหลออกไปอีกด้านหนึ่งตามทิศทางลมธรรมชาติ การไหลของอากาศจะช่วยพัดพาเชื้อไวรัสออกไปสู่ภายนอกตัวอาคาร พร้อมทั้งจัดสถานที่ภายในห้องให้เอื้อต่อการไหลของอากาศได้สะดวก (ไม่ขัดขวางการไหลของลม) โดยยึดหลักการให้อากาศพัดจากที่สะอาดมากกว่าไปสู่พื้นที่ที่มีความสะอาดน้อยกว่า

ภาพที่ 6 ทิศทางลมมรสุมที่ส่งผลกระทบต่อทิศทางลมของประเทศไทย



2) การระบายอากาศด้วยวิธีกล (Mechanical Ventilation) เป็นการใช้เครื่องมือทางกลในการระบายอากาศออกจากพื้นที่ ซึ่งโดยทั่วไปมักใช้พัดลมระบายอากาศประเภทต่าง ๆ และระบบท่อส่งลมในการนำพาอากาศเข้าหรือออกจากพื้นที่ การระบายอากาศด้วยวิธีนี้ จะสามารถควบคุมทิศทางการไหลของอากาศภายในพื้นที่ได้ตลอดเวลาไม่ขึ้นอยู่กับฤดูกาล การใช้พัดลมทั่วไป ควรเปิดให้ไปในทิศทางเดียว (ไม่ส่ายไปมา) และเป็นทิศทางเดียวกับทิศทางลมธรรมชาติและให้พัดจากบุคคลากร ผ่านผู้ป่วยและออกสู่ภายนอกอาคาร ส่วนพัดลมดูดอากาศที่ติดตั้งควรอยู่ใกล้ผู้ป่วยเพื่อดูดอากาศที่มีเชื้อปนเปื้อนออกภายนอกอาคาร

## ภาพที่ 7 พัดลมแบบต่าง ๆ



การระบายอากาศด้วยวิธีกลจะใช้งานพัดลมเป็นอุปกรณ์หลัก แต่เนื่องจากพัดลมระบายอากาศในระบบมีหลายประเภท โดยทั่วไปจะเลือกใช้งานพัดลมจากค่าอัตราการไหลของอากาศที่ต้องการและแรงดันสถิตที่ต้องการให้พัดลมสร้างได้

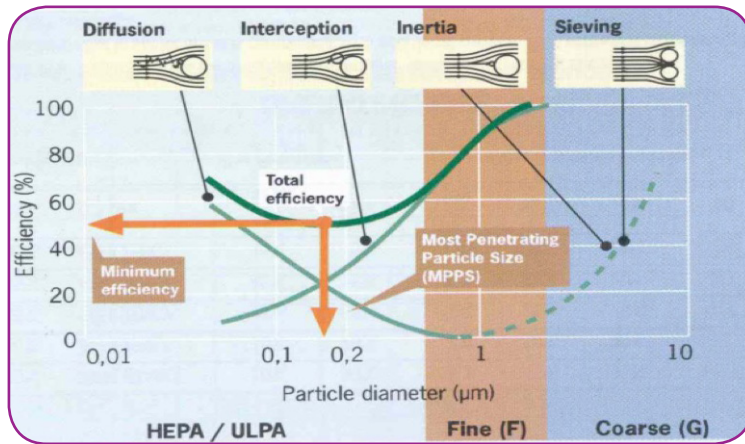
การติดตั้งระบบระบายอากาศเพียงอย่างเดียวจะมีค่าลงทุนติดตั้งระบบต่ำกว่าติดตั้งระบบปรับอากาศ แต่การใช้งานระบบระบายอากาศจะไม่ช่วยส่งผลในด้านความสบายของผู้ป่วยหรือบุคลากรสาธารณสุขที่อยู่ในพื้นที่ จึงควรพิจารณาการเลือกใช้งานระบบระบายอากาศหรือระบบปรับอากาศให้เหมาะสมกับสถานที่ตั้งของสถานพยาบาลแต่ละแห่งให้เหมาะสม เพื่อให้ผู้ป่วยหรือบุคลากรสาธารณสุขสามารถอยู่ในพื้นที่ควบคุมด้วยคุณภาพชีวิตที่ดีตามสมควร

### 4.3 แผงกรองอากาศ

แผงกรองอากาศในปัจจุบันที่มีให้เลือกใช้งานมีหลากหลายวัสดุอุปกรณ์ ซึ่งแต่ละชนิดของวัสดุที่ประกอบขึ้นเป็นแผงกรองอากาศนั้น จะมีความสามารถในการกรองอนุภาคในอากาศไม่เท่ากัน มีอายุการใช้งานไม่เท่ากัน และมีความเหมาะสมต่อการใช้งานไม่เหมือนกัน

ในระบบปรับอากาศที่ต้องการควบคุมคุณภาพอากาศนั้น จะแนะนำให้ใช้แผงกรองอากาศที่ใช้เส้นใยเนื้อกรองอากาศ (Media) ขึ้นรูปเป็นแผงกรองอากาศ ในทางเทคนิคเรียกการกรองอากาศเชิงกล โดยมีหลักการในการกรองอากาศแสดงดังภาพที่ 8

## ภาพที่ 8 หลักการในการกรองอากาศ

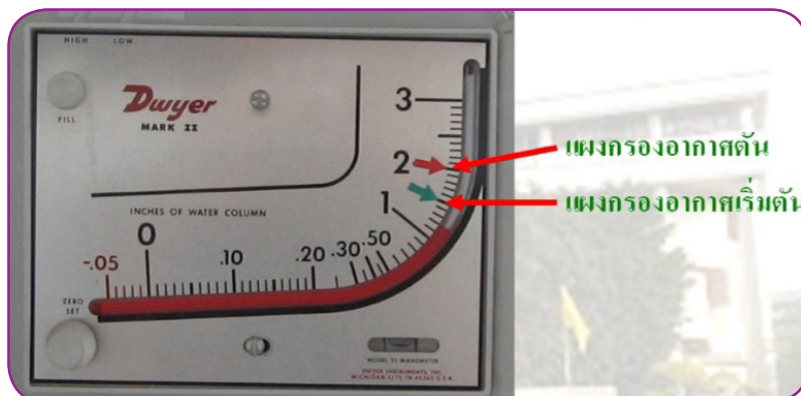


ไม่แนะนำแผงกรองอากาศแบบที่ต้องใช้กระแสไฟฟ้าในการทำงาน เนื่องจากมีความเสี่ยงที่จะไม่ทำงาน อันเนื่องมาจากความขัดข้องของกระแสไฟฟ้าได้

มาตรฐาน ASHRAE 170 - 2008 แนะนำว่าพื้นที่ต่างๆ ภายในสถานพยาบาล ควรติดตั้งแผงกรองอากาศชั้นต่ำและประสิทธิภาพของแผงกรองอากาศแสดงในภาคผนวกที่ 4

ทั้งนี้ แผงกรองอากาศประเภทต่าง ๆ ที่เลือกใช้ในงานในระบบปรับอากาศนั้น จะมีได้มีกำหนดหมวดอายุ หรือสิ้นสภาพใช้งานที่ชัดเจน แผงกรองอากาศต่าง ๆ จะใช้งานได้ยาวนานแค่ไหน ขึ้นอยู่กับปริมาณฝุ่นละอองหรืออนุภาคในอากาศที่นำแผงกรองอากาศไปใช้งาน ขึ้นอยู่กับพื้นที่ของแผงกรองอากาศที่เลือกใช้ และอัตราการไหลของอากาศผ่านแผงกรองอากาศ โดยปกติการใช้งานแผงกรองอากาศจะต้องติดตั้งอุปกรณ์วัดแรงดันตกคร่อมแผงกรองอากาศเพื่อคอยตรวจสอบสภาพใช้งานของแผงกรองอากาศ เรียกว่ามาโนมิเตอร์ (Manometer) โดยใช้วิธีสังเกตของเหลวสีแดงในมาโนมิเตอร์ว่าขึ้นไปถึงระดับที่แผงกรองอากาศประเภทนั้น ๆ เสื่อมสภาพใช้งานหรือยัง

## ภาพที่ 9 มาโนมิเตอร์



ทั้งนี้ แผงกรองอากาศแต่ละประเภท แต่ละผลิตภัณฑ์จะมีค่าแรงดันตกคร่อมแผงกรองอากาศที่แสดงว่าแผงกรองอากาศเสื่อมสภาพใช้งานไม่เท่ากัน ผู้ใช้งานควรตรวจสอบแผงกรองอากาศแต่ละประเภทที่นำมาใช้งานให้ครบถ้วน เพื่อคงประสิทธิภาพในการกรองสิ่งปนเปื้อนในอากาศของระบบปรับอากาศให้สมบูรณ์ มิเช่นนั้นอาจเป็นผลทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อทางอากาศสูงขึ้น

อนึ่ง เนื่องจากแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (HEPA Filter) มีประสิทธิภาพในการกรองอากาศที่อนุภาคขนาด 0.3 ไมโครเมตร ซึ่งเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กมาก ในระหว่างการขนส่งและติดตั้งอาจเกิดเหตุไม่คาดคิด ทำให้แผงกรองอากาศชำรุดหรือการติดตั้งไม่สมบูรณ์ เพื่อลดความเสี่ยงในการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคจึงควรทำการทดสอบการรั่วของแผงกรองอากาศ โดยการทดสอบแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูงหลังจากติดตั้งแล้วเสร็จ

หากมีการใช้งานแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (HEPA Filter) นั้น ควรติดตั้งแผงกรองอากาศชั้นต้นและแผงกรองอากาศชั้นกลาง เพื่อกรองอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ออกจากอากาศไปก่อนแล้วจึงกรองด้วยแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง เพื่อยืดอายุการใช้งานของแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง โดยมีผลการวิจัยชี้ชัดว่าหากติดตั้งแผงกรองอากาศชั้นต้นคู่กับแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูงจะทำให้ยืดอายุการใช้งานแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูงได้มากขึ้นอีกร้อยละ 25 และหากติดตั้งแผงกรองอากาศชั้นกลางจะทำให้ยืดอายุการใช้งานแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูงได้เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 90

#### 4.4 การทำลายเชื้อด้วยแสงอัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet Germicidal Irradiation: UVGI)

เชื้อวัณโรคจะตายต่อเมื่อถูกแสงอัลตราไวโอเล็ตที่นานเพียงพอ แต่สิ่งที่จะต้องพิจารณาถึง คือ ผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้นได้ เช่น มีปฏิกิริยาต่อตา และผิวหนังอย่างเฉียบพลันหรือเรื้อรัง แก่บุคคลที่สัมผัสมากเกินไป ควรฉายแสงที่ส่วนบนของห้องอย่างต่อเนื่องโดยมีเครื่องบังแสงไม่ให้ลงมาด้านล่าง เพื่อป้องกันอันตราย วิธีการใช้ UVGI สามารถศึกษาแนวทางการใช้งานและวิธีการติดตั้งจากบริษัทผู้ผลิต วิธีการรักษาความสะอาด วิธีการบำรุงรักษา และการติดตามการใช้ด้วยความระมัดระวัง ซึ่งอาจจะปรับใช้ได้หลายรูปแบบ เช่น ใช้ใน both ของการเก็บเสมหะ ใช้ UVGI ร่วมกับระบบอื่น ๆ เป็นต้น ปัจจุบันพบว่าการฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตสามารถกระทำได้ ดังนี้

- การทำลายเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตโดยตรง (direct ultraviolet germicidal irradiation fixture) เป็นการทำลายเชื้อในบริเวณห้องหรือพื้นที่เสี่ยง โดยแขวนหลอด UV ไว้บนเพดานให้รังสีอัลตราไวโอเล็ตกระจายไปทั่วห้อง จะใช้ในพื้นที่ที่ไม่มีผู้ป่วยอยู่
- การทำลายเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตในพื้นที่ส่วนบนของห้อง (upper room or shielded ultraviolet germicidal irradiation fixture) ใช้ทำลายเชื้อวัณโรค ซึ่งอยู่ในลักษณะละอองฝอยเสมหะที่ลอยขึ้นด้านบนจะถูกทำลายโดยรังสีอัลตราไวโอเล็ต ซึ่งแผ่ออกจากหลอดรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่แขวนอยู่ อากาศด้านบนซึ่งเชื้อถูกทำลายแล้วจะไหลเวียนกลับมาแทนที่อากาศด้านล่าง หลอดรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่ใช้จะต้องมีโคมครอบรับเพื่อป้องกันมิให้รังสีแผ่โดยตรงลงมา

ด้านล่าง สำหรับโคมด้านบนเปิดออกเพื่อให้รังสีแผ่ขึ้นบนและด้านข้าง ด้วยวิธีนี้เราสามารถเปิดหลอดรังสีอัลตราไวโอเล็ตได้แม้ขณะเมื่อมีคนอยู่ในห้อง โดยไม่จำเป็นต้องใช้แว่นหรือเครื่องป้องกันใด ๆ

- เครื่องทำลายเชื้อโรคในอากาศด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตแบบระบบปิด (UV Fan) เป็นวิธีทำลายเชื้อโรคในอากาศด้วยระบบแสงอัลตราไวโอเล็ตระบบปิด สามารถเปิดใช้งานได้ตลอดเวลาขณะทำงานอยู่ในห้อง เหมาะสำหรับลดการปนเปื้อนของเชื้อในอากาศ เช่น หอผู้ป่วยวิกฤติ ห้องผ่าตัด ห้องตรวจโรค ห้องฉุฉิน เป็นต้น ด้วยการทำงานแบบระบบปิด (closed cycle) ใช้ระบบพัดลมดูดอากาศภายนอก เข้าสู่ตัวเครื่องทางด้านหน้า อากาศจะไหลผ่านแสงอัลตราไวโอเล็ต หลังจากนั้น อากาศจะไหลผ่านออกสู่ภายนอก ทางด้านหน้าของตัวเครื่อง
- การทำลายเชื้อโรคด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตในห้องปฏิบัติการ เช่น ตู้ชีวนิรภัย (biological safety cabinet : BSC) และตู้ย้อมสีสไลด์ ที่มีการออกแบบเพื่อป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรคจากตัวอย่างหรือสารทดลองสู่สภาวะแวดล้อม และผู้ปฏิบัติงาน โดยจะมีพัดลมที่มีแรงดูด ดูดเชื้อโรคขณะปฏิบัติงาน ผ่านหลอดรังสีอัลตราไวโอเล็ตเพื่อฆ่าเชื้อก่อนปล่อยออกสู่ภายนอกอาคาร
- การทำลายเชื้อโรคด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตในตู้เก็บเสมหะ ที่เป็นการทำลายเชื้อไวรัสโรค ซึ่งเป็นละอองฝอยเสมหะที่เกิดจากการขากเสมหะ จะถูกทำลายโดยรังสีอัลตราไวโอเล็ต ซึ่งแผ่ออกจากหลอดรังสีที่ติดตั้งในตู้เก็บเสมหะ ซึ่งหลอดรังสีอัลตราไวโอเล็ตจะทำงานหลังจากผู้ป่วยขากเสมหะเสร็จและไม่มีความอยู่ในตู้เก็บเสมหะ

การทำลายเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตในอากาศอย่างต่อเนื่อง ซึ่งอากาศด้านบนของห้องที่ถูกฉายแสงตลอดเวลา จะช่วยป้องกันบุคลากรที่อยู่ในห้องเดียวกับผู้ป่วยที่กำลังแพร่เชื้อ แต่โครงสร้างบางอย่าง (เช่น ความสูงของเพดาน) อาจจะเป็นข้อจำกัดในการใช้งาน เพื่อให้เกิดประโยชน์ควรคำนึงถึงสถานที่ติดตั้งมุมรับแสงที่เพียงพอ คุณภาพของ UVGI ก็เป็นเรื่องสำคัญ โดยทั่วไปจะมีอายุการใช้งาน 5,000 - 10,000 ชั่วโมง (7 - 14 เดือน) หลังจากนั้นคุณภาพจะลดลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นควรมีผู้รับผิดชอบในการดูแลทำความสะอาดและตรวจสอบคุณภาพอย่างสม่ำเสมอ การกำหนดรูปแบบการไหลเวียนของอากาศที่ดีและเหมาะสมร่วมกับการใช้ UVGI ที่ถูกต้องเพียงพอ จะมีผลต่อการทำลายเชื้อไวรัสโรคได้มากที่สุด

การประยุกต์ใช้วิธีการทำลายเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตจะต้องมีการตรวจวัดปริมาณความเข้มรังสี กำหนดเวลาการเปิดโคมรังสีอัลตราไวโอเล็ตให้เพียงพอต่อการทำลายเชื้อไวรัสโรคและไม่เป็นอันตรายต่อผู้ป่วย/ผู้ปฏิบัติงาน เนื่องจากการใช้รังสีอัลตราไวโอเล็ตอาจมีผลข้างเคียง เช่น การระคายเคืองต่อตา และผิวหนังของผู้ป่วย เป็นต้น และบุคลากรที่สัมผัสกับรังสีอัลตราไวโอเล็ตมากเกินไป จึงควรมีการตรวจปริมาณการสัมผัสรังสีอัลตราไวโอเล็ตของผู้ใช้งานอาคาร ให้อยู่ภายในปริมาณที่เหมาะสม ทั้งนี้ผลของการทำลายเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตไม่สามารถนำมาเทียบเคียงได้กับการกำหนดให้มีอัตราการถ่ายเทอากาศที่เหมาะสม ดังนั้นจึงควรเลือกใช้ในกรณีที่เหมาะสม

## 4.5 การควบคุมสิ่งแวดล้อมในห้องตรวจผู้ป่วยนอก

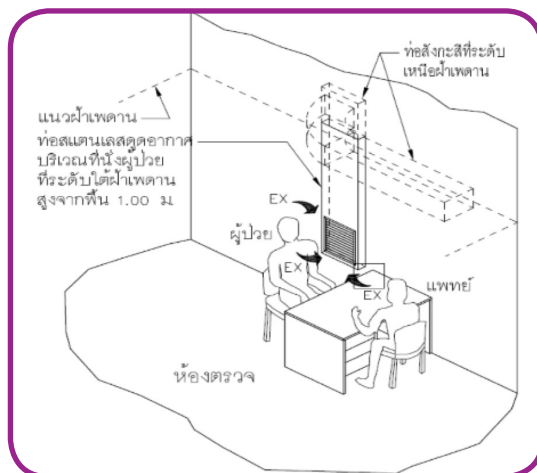
พื้นที่ห้องตรวจผู้ป่วยนอกโดยทั่วไปมักจะมีผู้มารับบริการมาก นอกจากจะต้องคำนึงถึงการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศแล้ว ยังต้องคำนึงถึงการถ่ายเทอากาศเพื่อลดปริมาณการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในพื้นที่ และการควบคุมอุณหภูมิเพื่อความสบายของผู้มารับบริการด้วย

แต่เนื่องจากมาตรฐานการออกแบบติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศโดยทั่วไปของห้องตรวจผู้ป่วยนอก จะมีได้ยัดถือผู้ป่วยติดเชื้ทางอากาศเป็นสำคัญ ดังนั้น กระบวนการคัดกรองผู้ป่วยเพื่อแยกประเภทผู้ป่วยจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง และสถานพยาบาลต่างๆ อาจพิจารณาพื้นที่นั่งรอตรวจ และห้องตรวจของผู้ป่วยติดเชื้ทางอากาศจากพื้นที่อื่น ๆ

โดยทั่วไปห้องตรวจผู้ป่วยนิยมติดตั้งระบบระบายอากาศเพียงอย่างเดียวโดยไม่ติดตั้งระบบปรับอากาศ แต่หากมีสถานพยาบาลใดต้องการติดตั้งระบบปรับอากาศสำหรับห้องตรวจผู้ป่วยนอกก็มักจะติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแขวนใต้ฝ้าเพดานหรือแบบติดตั้ง ซึ่งมีได้มีแผงกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด พื้นที่ห้องตรวจผู้ป่วยนอกควรคำนวณและออกแบบระบบระบายอากาศให้เหมาะสมกับการใช้งาน เพื่อลดความเสี่ยงต่อการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ

นอกจากนี้ สถานพยาบาลแต่ละแห่งอาจพิจารณาแยกพื้นที่รอตรวจของผู้ป่วยที่เป็นโรคติดเชื้ระบบทางเดินหายใจ ซึ่งสามารถแพร่เชื้อทางอากาศออกจากพื้นที่ผู้ป่วยทั่วไป และติดตั้งระบบระบายอากาศสำหรับพื้นที่รอตรวจ และภายในห้องตรวจเพื่อควบคุมทิศทางลมของอากาศและป้องกันการติดเชื้จากผู้ป่วยสู่บุคลากรสาธารณสุข ดังแสดงรายละเอียดเบื้องต้นดังภาพที่ 10

ภาพที่ 10 โดอะแกรมตัวอย่างการติดหน้าการระบายอากาศใกล้กับผู้ป่วย



## ภาพที่ 11 ตัวอย่างตำแหน่งหน้าการระบายอากาศด้านหลังศีรษะผู้ป่วยในโรค

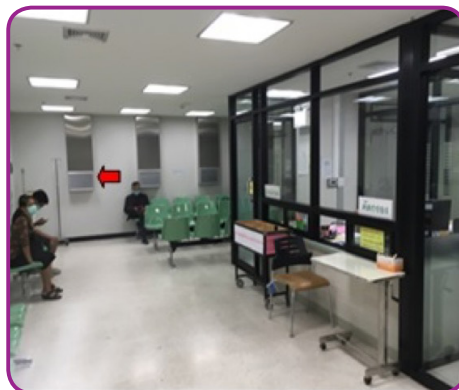


### 4.6 การควบคุมสิ่งแวดล้อมในคลินิกทันโรค

คลินิกทันโรคสามารถใช้ระบบระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติหากสถานที่ตั้งของคลินิกอยู่ในตำแหน่งที่เอื้อต่อทิศทางการไหลของอากาศ แต่หากไม่สามารถระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติได้ การติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศเพื่อควบคุมทิศทางการไหลของอากาศภายในพื้นที่คลินิกจะมีประสิทธิภาพในการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อสูงกว่า การคำนวณออกแบบควรคำนึงถึงการปฏิบัติงานของบุคลากรทางการแพทย์และสาธารณสุขในพื้นที่โดยรวมทั้งหมด เพื่อให้ทิศทางการไหลของอากาศ และการควบคุมแรงดันภายในพื้นที่เหมาะสมสอดคล้องกับการปฏิบัติงาน

ระบบปรับอากาศสำหรับคลินิกทันโรคสามารถติดตั้งได้ทั้งระบบหมุนเวียนอากาศหรือระบบเติมอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกร้อยละ 100 โดยควรคำนวณเปรียบเทียบระหว่างอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าในการใช้งานระบบและงบประมาณในการติดตั้งระบบปรับอากาศ เนื่องจากระบบปรับอากาศแบบหมุนเวียนอากาศจะต้องติดตั้ง HEPA Filter ในระบบทำให้มีงบประมาณในการติดตั้งสูงแต่อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าจะต่ำกว่าระบบเติมอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกร้อยละ 100 ที่มีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงกว่าแต่มีงบประมาณติดตั้งระบบต่ำกว่า

## ภาพที่ 12 การติดตั้งระบบระบายอากาศสำหรับพื้นที่นั่งรอตรวจผู้ป่วยภายในคลินิกทันโรค (ตามลูกศร)





ภาพที่ 13 ตัวอย่างตำแหน่งหน้าการระบาย  
อากาศภายในห้องตรวจผู้ป่วยวัณโรค



ภาพที่ 14 ตัวอย่างการควบคุมแรงดันภายใน  
ห้องตรวจให้น้อยกว่าพื้นที่โดยรอบ

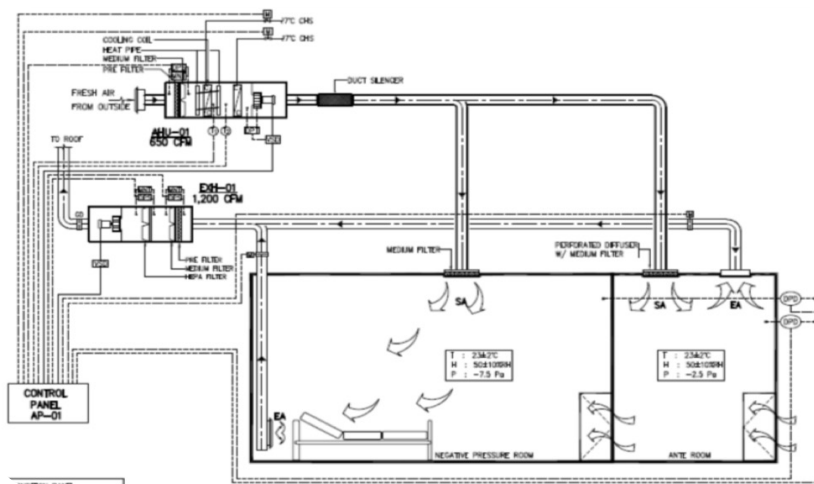


#### 4.7 ห้องแยกผู้ป่วยวัณโรคหรือโรคติดเชื้อระบบทางเดินหายใจ (Airborne Infection Isolation Room : AIIR)

ห้องแยกผู้ป่วยวัณโรคหรือโรคติดเชื้อระบบทางเดินหายใจออกแบบเพื่อป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศจากภายในห้องสู่พื้นที่ส่วนอื่น ๆ ของสถานพยาบาล

หากอากาศระบายทิ้งออกจากห้อง อยู่ห่างจากพื้นที่สาธารณะที่มีผู้ใช้งาน หรือช่องเปิดสำหรับรับอากาศเข้าสู่ภายในอาคารมากกว่า 25 ฟุต สามารถระบายทิ้งสู่บรรยากาศได้โดยตรงโดยไม่ผ่านแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (HEPA Filter)

ภาพที่ 15 โดอะแกรมแสดงระบบปรับอากาศและระบายอากาศ  
สำหรับห้องแยกผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศที่ควบคุมสภาวะอากาศภายในห้องเต็มรูปแบบ



ห้องแยกผู้ป่วยวัณโรคหรือโรคติดเชื้อระบบหายใจที่แพร่เชื้อทางอากาศที่ควบคุมสภาวะอากาศภายในห้องเต็มรูปแบบ (Full Option) มีลักษณะดังนี้

- 1) ควบคุมอัตราการถ่ายเทอากาศผ่านห้องไม่น้อยกว่า 12 รอบต่อชั่วโมง (Air change per hour : ACH)
- 2) ควบคุมแรงดันอากาศภายในห้องเป็นลบไม่น้อยกว่า 2.5 Pascal
- 3) ควบคุมอุณหภูมิภายในห้องระหว่าง 21 – 24 °C
- 4) ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องไม่เกินร้อยละ 60 RH
- 5) อากาศที่ระบายทิ้งผ่าน HEPA Filter ก่อนปล่อยออกสู่บรรยากาศภายนอก

ในกรณีที่อยู่ในสถานพยาบาลไม่มีห้องแยกโรคผู้ป่วยวัณโรคหรือโรคติดเชื้อทางเดินหายใจที่ติดตั้งระบบ Negative Pressure ไว้ สามารถจัดเตรียมพื้นที่ห้องผู้ป่วยพิเศษเป็นห้องแยกโรคได้ โดยให้ผู้ป่วยอยู่ในห้องเพียงคนเดียว หากทิศทางการไหลของลมจากภายนอกเข้าด้านหน้าและไหลออกจากห้องทางด้านหลังสามารถเปิดประตูและหน้าต่างเพื่อให้เกิดการถ่ายเทอากาศภายในห้องได้ แต่หากการไหลของลมภายนอกเข้าจากด้านหลังห้องและไหลออกทางด้านหน้า ไม่เหมาะที่จะเปิดประตู-หน้าต่างทิ้งไว้ เพราะอากาศที่ปนเปื้อนจากห้องผู้ป่วยจะไหลสู่บริเวณที่บุคลากรทางการแพทย์สัญจรหรือทำงาน

ไม่แนะนำให้เปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศภายในห้องผู้ป่วยหากใช้ในการรองรับผู้ป่วยวัณโรคหรือโรคติดเชื้อระบบทางเดินหายใจ หากภายในห้องมีอุณหภูมิสูงมากจนทำให้ผู้ป่วยเกิดความรู้สึกอึดอัด สามารถเปิดเครื่องปรับอากาศได้ในขณะที่ผู้ป่วยอยู่ลำพัง และเมื่อบุคลากรสาธารณสุขต้องการเข้าไปในห้องผู้ป่วย จะต้องปิดสวิทช์เครื่องปรับอากาศก่อนทุกครั้ง นอกจากนี้ยังต้องล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศทั้งเครื่องทุกครั้ง ที่จำหน่ายผู้ป่วยวัณโรคหรือโรคติดเชื้อระบบทางเดินหายใจออกจากห้อง

### ข้อพิจารณาเกี่ยวกับห้องแยกผู้ป่วยวัณโรค

1) การหมุนเวียนอากาศภายในห้องไม่ให้หมุนเวียนอากาศภายในห้องแยกผู้ป่วย แต่ถ้าจำเป็นต้องหมุนเวียนผ่านแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (HEPA Filter) เท่านั้น

2) **พื้นที่รั่วของห้อง** กำหนดให้ห้องมีพื้นที่รั่วไหลของอากาศไม่เกิน 0.5 ตารางฟุต ในทางปฏิบัติอาจจะระบุให้พยายามอุดปิดรอยรั่วต่าง ๆ เพื่อให้สามารถควบคุมแรงดันภายในห้องให้น้อยกว่าภายนอกให้ได้เท่านั้น

3) **จำนวนผู้ป่วยภายในห้อง** ห้องแยกผู้ป่วยวัณโรค ควรออกแบบสำหรับรองรับผู้ป่วยเพียงรายเดียว ไม่ควรรองรับผู้ป่วยหลายรายภายในห้องเดียวกัน

4) **Anteroom** กำหนดให้มีพื้นที่เพียงพอสำหรับรองรับการทำงานและเครื่องมือที่จะต้องผ่านเข้าออกห้องได้ หรือมีพื้นที่กึ่งกลางระหว่างภายนอกและภายในห้องที่มีความเสี่ยงต่อการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ เพื่อป้องกันการแพร่กระจายเชื้อระหว่างที่มีการเปิด-ปิดประตูห้อง

### 5) ตำแหน่งหน้ากการระบายอากาศออกจากห้อง

มาตรฐานสากลกำหนดให้ตำแหน่งของหน้ากการระบายอากาศออกจากห้องอยู่ที่ผนังด้านหลังหัวเตียงผู้ป่วยหรือฝ้าเพดานเหนือเตียงผู้ป่วย มิได้กำหนดให้ต้องอยู่สูงจากพื้น 10 เซนติเมตรแต่ประการใด

### ภาพที่ 16 ตำแหน่งหน้ากการระบายอากาศที่หัวเตียงผู้ป่วย (ตามลูกศร)



6) อากาศระบายทิ้งจากห้องน้ำสำหรับผู้ป่วยวัณโรคหรือโรคติดเชื้อทางอากาศ ต้องควบคุมคุณภาพ เช่นเดียวกับอากาศที่ระบายออกจากห้องผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศ ไม่สามารถระบายทิ้งแบบห้องน้ำทั่วไปได้

#### 7) ระยะเวลาที่ต้องเปิดระบบไว้หลังจากผู้ป่วยรายเดิมออกจากห้อง

ในกรณีที่ผู้ป่วยรายเดิมออกจากห้องไปแล้ว การจะรับผู้ป่วยรายใหม่นั้นขอแยกเป็น 2 กรณี ดังนี้

- ห้องผู้ป่วยติดตั้งระบบ Negative Pressure หลังจากผู้ป่วยรายเดิมออกจากห้องไปแล้ว ให้เปิดระบบทิ้งไว้ตามระยะเวลาที่แนะนำในตารางของ CDC 2003 ดังแสดงรายละเอียดตามตารางที่ 1 ทั้งนี้ ระยะเวลาจะขึ้นอยู่กับอัตราการหมุนเวียนอากาศผ่านห้องผู้ป่วย
- ห้องผู้ป่วยที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศทั่วไป หลังจากผู้ป่วยรายเดิมออกจากห้องไปแล้ว ให้ล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศโดยล้างน้ำยาทำความสะอาดทั้งตัวเครื่องและคอยล์ทำความเย็นทั้งหมด หลังจากล้างทำความสะอาดทั้งหมดแล้ว สามารถรับผู้ป่วยรายใหม่ได้ตามปกติ

ตารางที่ 1 อัตราการหมุนเวียนของอากาศต่อชั่วโมงและระยะเวลาที่ใช้ในการกำจัดอากาศเสีย (Air Changes/hour (ACH) and Time required for airborne-contaminant Removal Efficiencies of 99% and 99.9%)

ACH	Time (mins.) required for removal:	
	99% efficiency	99.9% efficiency
2	138	207
4	69	104
6	46	69
8	35	52
10	28	41
12	23	35
15	18	28
20	14	21
50	6	8

ที่มา : The American Institute of Architects and the Facilities Guidelines Institute. Guidelines for Design and Construction of Hospital and Healthcare Facilities. (2001)

### 4.8 การควบคุมสิ่งแวดล้อมในแผนกรังสีวิทยา (Radiology)

ห้องรังสีวิทยาโดยทั่วไปในประเทศไทยปัจจุบัน นิยมติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแขวนใต้ฝ้าเพดานหรือแบบติดผนัง ซึ่งไม่สามารถติดตั้งแผงกรองอากาศชั้นต้นที่มีประสิทธิภาพ

ควรแยกห้องรังสีวิทยาสำหรับผู้ป่วยอื่นกับผู้ป่วยวัณโรคหรือโรคติดเชื้อทางทางเดินหายใจ และติดตั้งระบบระบายอากาศที่ดี รวมถึงห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าผู้ป่วยด้วยเช่นเดียวกัน

อากาศที่ระบายทิ้งจากห้องรังสีวิทยาที่รองรับผู้ป่วยวัณโรคหรือโรคติดเชื้อทางอากาศ อาจไม่จำเป็นต้องผ่านการกรองอากาศด้วยแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (HEPA Filter) เพื่อประหยัดงบประมาณก่อสร้าง แต่ต้องนำไปทิ้งให้ระยะที่ห่างจากพื้นที่ใช้งานหรือพื้นที่สาธารณะโดยทั่วไปอย่างน้อย 8 เมตร

### ภาพที่ 17 ตัวอย่างห้องรังสีวิทยาที่ติดตั้ง หน้าการระบายอากาศตำแหน่งที่ผู้ป่วยยืน (ตามลูกศร)



#### 4.9 การควบคุมสิ่งแวดล้อมในห้องปฏิบัติการ (Laboratory)

ห้องปฏิบัติการสำหรับตรวจหาหรือเพาะเชื้อวัณโรคจะต้องควบคุมแรงดันอากาศภายในห้องให้น้อยกว่าภายนอก และต้องคำนวณอัตราการระบายอากาศทั้งของห้องปฏิบัติการและตู้ชีวนิรภัยไปพร้อมกัน ทั้งนี้ตู้ชีวนิรภัยประเภทต่าง ๆ มีข้อกำหนดในการใช้งานและการระบายอากาศที่แตกต่างกัน จึงควรตรวจสอบประเภทให้ถูกต้องชัดเจน เพื่อให้ระบบระบายอากาศสามารถทำงานได้อย่างเหมาะสม

การใช้งานห้องปฏิบัติการสำหรับเชื้อวัณโรคนั้น นอกจากควรคำนึงถึงการควบคุมแรงดันอากาศของแต่ละห้องให้สัมพันธ์กันแล้ว ควรคำนึงถึงเส้นทางสัญญาณต่าง ๆ ของบุคคลากร สิ่งส่งตรวจ และขยะติดเชื้อที่จะเข้า-ออก จากพื้นที่ห้องปฏิบัติการด้วย เพื่อลดความเสี่ยงต่อการแพร่กระจายเชื้อให้น้อยที่สุด

#### ตู้ชีวนิรภัย (biological safety cabinet : BSC)

ตู้ชีวนิรภัย หรือที่เรียกง่าย ๆ ว่า safety cabinet มักถูกเข้าใจผิดเรียกว่าตู้ปลอดเชื้อ ซึ่งตู้ชีวนิรภัยมีคุณสมบัติที่สำคัญแตกต่างกับตู้ปลอดเชื้อโดยสิ้นเชิง โดยตู้ชีวนิรภัยออกแบบแรกเริ่มเพื่อป้องกันการแพร่กระจาย

ของเชื้อโรคจากสิ่งส่งตรวจหรือสารทดลองสู่สิ่งแวดล้อม จากนั้นได้มีการพัฒนาเพื่อป้องกันการติดเชื้อสู่ผู้ปฏิบัติงานเพิ่มขึ้น ในปัจจุบันตู้ชีวนิรภัยสามารถป้องกันการแพร่กระจายเชื้อสู่ผู้ปฏิบัติงาน และสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังสามารถป้องกันการปนเปื้อนต่อตัวอย่างหรือสารทดลองภายในตู้ชีวนิรภัยได้อีกด้วย

ตู้ชีวนิรภัยแบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลัก คือ

1) BSC class I เป็นตู้ชีวนิรภัยที่ป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจากตัวอย่างหรือสารทดลองภายในตู้สู่ผู้ใช้งานและสิ่งแวดล้อมเท่านั้น แต่ไม่ป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมภายนอกตู้สู่ตัวอย่างหรือสารทดลอง

2) BSC class II เป็นตู้ชีวนิรภัยที่ป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจากสิ่งส่งตรวจหรือสารทดลองภายในตู้สู่ผู้ใช้งานและสิ่งแวดล้อม และยังป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมภายนอกตู้สู่ตัวอย่างหรือสารทดลองได้อีกด้วย แบ่งออกเป็นประเภทย่อยอีก 4 ประเภทประกอบด้วยชนิด A1 A2 B1 และ B2 ซึ่งแต่ละประเภทจะมีข้อแตกต่างเพื่อให้เหมาะสมกับการปฏิบัติงานแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับตัวอย่างหรือสารทดลองที่จะนำมาใช้งานภายในตู้

3) BSC class III เป็นตู้ชีวนิรภัยที่ป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจากสิ่งส่งตรวจหรือสารทดลองภายในตู้สู่ผู้ใช้งานและสิ่งแวดล้อม และป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมภายนอกตู้สู่ตัวอย่างหรือสารทดลองแบบเดียวกับตู้ class II แต่เพิ่มระดับการป้องกันให้สูงขึ้นด้วยโครงสร้างตู้ที่ปิดสนิทไม่มีช่องเปิด การปฏิบัติงานภายในตู้ class III จะผ่านถุงมือยางเพื่อป้องกันการสัมผัสกับอากาศภายในตู้โดยตรง มักนำมาใช้งานกับเชื้อโรคอันตรายสูงสุดหรือเชื้อโรคที่ยังไม่สามารถระบุชนิดหรือความอันตรายได้

เนื่องจากตู้ชีวนิรภัยมีหลายประเภท จึงควรเลือกชนิดของตู้ให้เหมาะสมกับตัวอย่างหรือสารต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้งาน และต้องพิจารณาการระบายอากาศออกจากตู้ให้เหมาะสมกับชนิดของตู้ได้รอบคอบ เพื่อป้องกันความเสี่ยงจากการกระจายของเชื้อโรคจากตัวอย่างหรือสารทดลอง

ตู้ชีวนิรภัย จะต้องได้รับการตรวจประเมินรับรองสภาพการทำงานตู้ (validation) หรือเรียกกันโดยส่วนใหญ่ว่า certify ตู้ตามมาตรฐานสากล โดยจะต้องตรวจสอบสภาพตู้และการทำงานของตู้ ณ วันติดตั้ง และหลังจากนั้นต้องทำการประเมินอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

ตู้ชีวนิรภัยที่ใช้ในห้องปฏิบัติการที่ใช้ตรวจเสมหะหรือสิ่งส่งตรวจอื่น ๆ ของผู้ป่วยวัณโรค ควรใช้ตู้ชีวนิรภัย class II หรือ class III

#### 4.10 การควบคุมสิ่งแวดล้อมในห้องฉุกเฉิน (Emergency room)

ห้องฉุกเฉินจะเป็นพื้นที่รองรับผู้ป่วยหลากหลายประเภท สถานพยาบาลแต่ละแห่งจึงควรพิจารณาคัดกรองผู้ป่วยผ่านระบบคัดกรองอย่างเข้มงวด เพื่อลดความเสี่ยงที่จะแพร่กระจายเชื้อวัณโรคภายในพื้นที่ห้องฉุกเฉิน เนื่องจากโดยทั่วไปจะไม่ได้ออกแบบติดตั้งแผงกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงพอที่จะกรองเชื้อวัณโรคได้

ห้องฉุกเฉินควรติดตั้งระบบระบายอากาศให้มีประสิทธิภาพอย่างเพียงพอ หากเป็นไปได้ ควรมีห้องแยกภายในห้องฉุกเฉินสำหรับรองรับผู้ป่วยวัณโรคหรือโรคติดเชื้อระบบทางเดินหายใจโดยเฉพาะ โดยสามารถเลือกพื้นที่และติดตั้งระบบระบายอากาศที่ใช้งบประมาณไม่สูงมากนัก เนื่องจากสามารถใช้มวลอากาศเย็น

จากภายในพื้นที่ของห้องฉุกเฉินซึ่งเป็นพื้นที่ปรับอากาศอยู่แล้วมาผ่านพื้นที่รองรับผู้ป่วยวัณโรคหรือโรคติดเชื้อระบบทางเดินหายใจได้ ทำให้สามารถประหยัดพลังงานในการใช้งานระบบระบายอากาศหรือระบบ Negative Pressure ได้

### ภาพที่ 18 ห้องแยกในห้องฉุกเฉิน



#### 4.11 การควบคุมสิ่งแวดล้อมในหออภิบาลผู้ป่วย (Intensive case unit)

เนื่องจากมาตรฐานงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศสำหรับพื้นที่หออภิบาลผู้ป่วยหนัก จะคำนึงถึงการป้องกันการติดเชื้อของผู้ป่วยที่มีภูมิคุ้มกันต่ำกว่าปกติ จึงกำหนดให้มีความดันอากาศภายในห้องให้สูงกว่าบริเวณรอบ ๆ ดังนั้นจึงไม่ควรนำผู้ป่วยวัณโรคเข้าไปดูแลภายในพื้นที่เดียวกันกับผู้ป่วยทั่วไป ควรเตรียมพื้นที่ห้องแยกโรคไว้รองรับเฉพาะผู้ป่วยวัณโรคหรือโรคติดเชื้อทางอากาศไว้ภายในหออภิบาลผู้ป่วยอย่างน้อย 1 ห้อง โดยข้อกำหนดในการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ จะเป็นไปตามมาตรฐานของห้องแยกโรคผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศ

หออภิบาลผู้ป่วยหนักอาจเป็นหอผู้ป่วยรวม หรือแยกผู้ป่วยแต่ละรายแยกห้องขึ้นอยู่กับงบประมาณและสถานที่ก่อสร้าง แต่หากระบบปรับอากาศติดตั้งเป็นแบบระบบปรับอากาศรวม การก่อสร้างแบบหอผู้ป่วยรวมหรือห้องผู้ป่วยแยกห้องก็จะได้คุณภาพอากาศภายในพื้นที่แบบเดียวกัน เนื่องจากอากาศจากทั้งหอผู้ป่วยจะเข้าไปรวมกันที่เครื่องปรับอากาศ ก่อนจ่ายเข้าสู่หอผู้ป่วยต่อไป การแยกห้องผู้ป่วยจึงเป็นการแยกผู้ป่วยเพื่อป้องกันการติดเชื้อแบบ Contact หรือ Droplet เป็นหลัก ไม่สามารถป้องกันการติดเชื้อทางอากาศ (Airborne) ได้

หากต้องการก่อสร้างหออภิบาลผู้ป่วยหนักให้เป็นห้องแยกผู้ป่วยทั้งหมด และต้องการให้ระบบปรับอากาศของห้องผู้ป่วยแต่ละห้องแยกเป็นอิสระต่อกัน จะทำให้การก่อสร้างมีค่าใช้จ่ายสูงขึ้นมา เพราะระบบปรับอากาศสำหรับหออภิบาลผู้ป่วยหนักตามมาตรฐานจะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศชั้นกลางประสิทธิภาพ MERV14 (Medium Filter) ทำให้ไม่สามารถติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนธรรมดาสำหรับห้องผู้ป่วยแต่ละห้องได้ ก่อนการก่อสร้างหออภิบาลผู้ป่วยหนักจึงควรคำนึงถึงประเภทผู้ป่วยที่จะต้องให้บริการเป็นอย่างดี

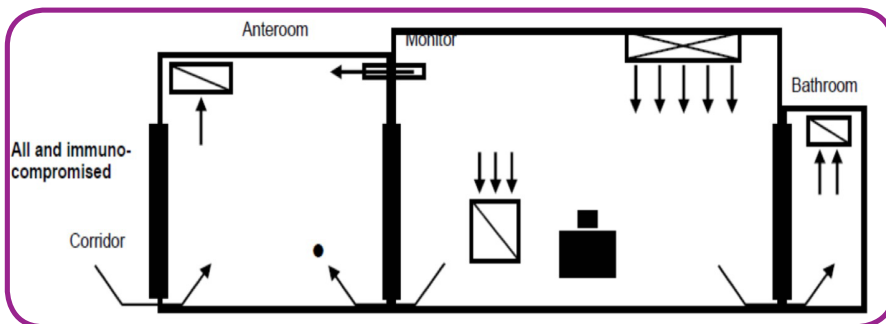
## ภาพที่ 19 หออภิบาลผู้ป่วยหนักแบบแยกห้องผู้ป่วย



### 4.12 การควบคุมสิ่งแวดล้อมในห้องผ่าตัด (Operating room)

เนื่องจากมาตรฐานงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศสำหรับห้องผ่าตัด จะคำนึงถึงการป้องกันการติดเชื้อของผู้ป่วยระหว่างการผ่าตัด ห้องผ่าตัดจึงควบคุมแรงดันภายในห้องให้มากกว่าภายนอก (Positive Pressure) หากทำการผ่าตัดผู้ป่วยติดเชื้อระบบทางเดินหายใจจะทำให้มีความเสี่ยงที่เชื้อจะกระจายออกจากห้องด้วยสถานะแรงดันภายในห้องที่มากกว่าภายนอก แต่ไม่ควรปรับแรงดันภายในห้องผ่าตัดให้น้อยกว่าภายนอก (Negative Pressure) เนื่องจากจะทำให้เชื้อโรคจากภายนอกเข้าไปในห้องผ่าตัดและมีความเสี่ยงที่จะส่งผลกระทบต่อแผลผ่าตัดได้ จึงควรพิจารณาจัดสร้าง Anteroom ก่อนเข้าห้องผ่าตัด เพื่อเป็นพื้นที่ป้องกันระหว่างห้องผ่าตัดและภายนอก โดยจำแนกประเภทผู้ป่วยตามมาตรฐาน CDC 2003 เป็นผู้ป่วยติดเชื้อระบบทางเดินหายใจและภูมิคุ้มกันต่ำในคนเดียวกัน โดยควบคุมแรงดันอากาศภายในห้องผ่าตัดให้มากกว่าพื้นที่โดยรอบเพื่อป้องกันฝุ่นละอองและเชื้อโรคจากภายนอกเข้าไปในห้องผ่าตัด และควบคุมแรงดันอากาศภายใน Anteroom ให้น้อยกว่าพื้นที่โดยรอบเพื่อป้องกันการแพร่กระจายเชื้อระบบทางเดินหายใจจากห้องผ่าตัดออกสู่ภายนอก ดังแสดงเงื่อนไขการควบคุมแรงดันอากาศภายในห้องดังภาพที่ 20

### ภาพที่ 20 การควบคุมแรงดันภายในห้องที่มีผู้ป่วยโรคติดเชื้อระบบทางเดินหายใจและภูมิคุ้มกันต่ำและ Anteroom





โดยสามารถพิจารณาพื้นที่ของห้องผ่าตัดทั้งหมดที่ใช้งานอยู่ และกำหนดให้มีห้องที่สามารถจัดสร้าง Anteroom ไว้รองรับการผ่าตัดผู้ป่วยวัณโรคหรือโรคติดเชื้อระบบทางเดินหายใจได้ โดยไม่จำเป็นจะต้องจัดทำห้องผ่าตัดทุกห้องสามารถรองรับการผ่าตัดผู้ป่วยติดเชื้อระบบทางเดินหายใจได้ทั้งหมด

### ภาพที่ 21 ตำแหน่งหน้ากากจ่ายอากาศและหน้ากากลมกลับเพื่อให้เกิด การไหลไล่เคียง Laminar Flow บริเวณพื้นที่ผ่าตัด



#### 4.13 การควบคุมสิ่งแวดล้อมในห้องส่องกล้อง (Endoscopy unit)

เนื่องจากการส่องกล้องระบบทางเดินหายใจ จะต้องมีบุคลากรทางการแพทย์ยืนอยู่ด้านหลังศีรษะผู้ป่วย ตำแหน่งของหน้ากากระบายอากาศออกจากห้อง จึงควรพิจารณาจากลักษณะของห้อง ตำแหน่งเตียง ตำแหน่งของเครื่องมือแพทย์ต่าง ๆ เพื่อไม่ให้ขวางทิศทางการไหลของอากาศผ่านผู้ป่วยไปยังหน้ากากระบายอากาศ

เนื่องจากประเทศไทยอยู่ภูมิภาคอากาศร้อนชื้น หากไม่ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องแต่ควบคุมแรงดันภายในห้องให้น้อยกว่าภายนอก จะทำให้เกิดปัญหามีหยดน้ำจับพื้นผิวต่างๆภายในห้องโดยเฉพาะหัวจ่ายลมเย็นได้ เนื่องจากอากาศที่ไหลเข้าสู่ภายในห้องจะเป็นอากาศร้อนชื้น จึงควรควบคุมระดับความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องให้ไม่เกินร้อยละ 60 RH ป้องกันปัญหาน้ำหยดและเกิดเชื้อราตามมาจากการใช้งานระบบปรับอากาศและระบบ Negative Pressure

#### 4.14 การควบคุมสิ่งแวดล้อมในห้องชันสูตรศพ (Autopsy)

สำหรับห้องชันสูตรศพ นอกจากจะต้องควบคุมสภาวะอากาศให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานต่าง ๆ ตามข้อกำหนดแล้ว ยังต้องออกแบบระบบระบายอากาศให้สอดคล้องกับชนิดและลักษณะการใช้งานของเตียงชันสูตรด้วย

มาตรฐานระบบปรับอากาศสำหรับห้องชันสูตรนี้ จากข้อกำหนดในมาตรฐานจะเห็นได้ว่ามาตรฐานไม่กำหนดให้ต้องควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องแต่ประการใด แต่เนื่องจากประเทศไทยอยู่ภูมิภาคอากาศร้อนชื้น หากไม่ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องแต่ควบคุมแรงดันภายในห้องให้น้อยกว่าภายนอก จะทำให้เกิดปัญหาหยดน้ำจับพื้นผิวต่าง ๆ ภายในห้องโดยเฉพาะหัวจ่ายลมเย็นได้ เนื่องจากอากาศที่ไหลเข้าสู่ภายในห้องจะเป็นอากาศร้อนชื้น จึงควรควบคุมระดับความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องให้ไม่เกินร้อยละ 60 RH เพื่อเป็นการป้องกันปัญหาน้ำหยดและเกิดเชื้อราตามมาจากการใช้งานระบบปรับอากาศและระบบ Negative Pressure

นอกจากนี้ เตียงชันสูตรที่ใช้งานโดยทั่วไปจะมี 2 แบบ คือแบบตั้งกลางห้อง และแบบตั้งติดผนังห้อง ซึ่งทั้ง 2 แบบ จะมีตำแหน่งของการระบายอากาศที่เตียงชันสูตรแตกต่างกัน การเตรียมระบบท่อระบายอากาศจึงต้องคำนึงถึงประเภทของเตียงชันสูตรด้วย เนื่องจากท่อระบายอากาศต้องการพื้นที่และตำแหน่งติดตั้งเฉพาะตัว หากเตรียมไว้ไม่เหมาะสมกับชนิดของเตียงชันสูตร จะทำให้แก้ไขภายหลังได้ค่อนข้างยาก

# บทที่ 5

## มาตรการป้องกันส่วนบุคคล (Personal protection)

การใช้อุปกรณ์ป้องกันร่างกายส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment: PPE) เป็นการดำเนินการเพื่อลดความเสี่ยงต่อการได้รับเชื้อวัณโรคของบุคลากรในหน่วยงาน ที่ให้การตรวจวินิจฉัยหรือรักษาผู้ที่สงสัยว่าป่วยเป็นวัณโรคหรือผู้ป่วยวัณโรค โดยมีหลักการใช้ดังนี้

### 5.1 หลักการใช้อุปกรณ์ป้องกันร่างกายส่วนบุคคล

- 1) ควรใช้อุปกรณ์ป้องกันร่างกายส่วนบุคคล เฉพาะในกรณีที่มีข้อบ่งชี้เท่านั้น
- 2) เลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันร่างกายส่วนบุคคลให้เหมาะสมแก่งาน การเลือกใช้อุปกรณ์แต่ละชนิดขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ว่าต้องการป้องกันใครและอวัยวะส่วนใด ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความรู้ ความเข้าใจว่ากิจกรรมการดูแลแต่ละอย่างมีความเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อโรคหรือสารพิษหรือไม่ และช่องทางใด
- 3) เลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันที่มีขนาดที่เหมาะสมกับผู้สวมใส่ เพื่อให้ได้ผลดีในด้านการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อและสะดวกต่อการปฏิบัติงาน
- 4) มีการหมั่นเวียนและการกำจัดอุปกรณ์ป้องกันร่างกายส่วนบุคคลอย่างเหมาะสม

### 5.2 อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ (Respiratory protection)

1) หน้ากากอนามัย (surgical mask) มี 2 ลักษณะ ได้แก่ แบบผ้าและแบบใยสังเคราะห์ ประสิทธิภาพในการกรองขนาด 1 - 5 ไมโครเมตร มีประโยชน์ในการช่วยลดการแพร่กระจายเชื้อจากผู้สวมใส่ คือ ผู้ป่วยวัณโรคไปสู่บุคคลรอบข้างโดยทำให้เสมหะ หรือน้ำลายที่มีเชื้อวัณโรคติดอยู่ที่หน้ากากอนามัย แต่ไม่สามารถป้องกันการรับเชื้อวัณโรคได้ถ้าให้บุคลากรสวมใส่ ดังนั้นจึงควรจัดหาหน้ากากอนามัยให้แก่ผู้ป่วยที่มีอาการทางระบบทางเดินหายใจ/สงสัยป่วยเป็นวัณโรค (ก่อนการวินิจฉัย) และผู้ป่วยที่รู้แน่ชัดว่าเป็นวัณโรค โดยให้เปลี่ยนหน้ากากอนามัยทันทีเมื่อเปื้อนหรือชื้นแฉะและใช้เฉพาะบุคคล รวมถึงต้องล้างมือก่อนและหลังการใช้งานทุกครั้ง

## ภาพที่ 22 หน้ากากอนามัย



## ภาพที่ 23 วิธีการใส่หน้ากากอนามัย

1. ล้างมือก่อนสวมหน้ากากอนามัยทุกชนิด
2. เอาสี่เหลี่ยมด้านนอก สีจางอยู่ชิดจมูก
3. ด้านที่มีเส้นลวดโลหะจะอยู่บนสันจมูก
4. สายรัดหรือยางที่ไว้สำหรับคล้องควรจะรัดให้พอดี และอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม
5. ดึงหน้ากากให้คลุม จมูก ปาก และคาง
6. ให้กดโลหะบนหน้ากากแนบสนิทกับสันจมูก



2) หน้ากากกรองอนุภาค เป็นอุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจชนิดกรองพิเศษ สามารถป้องกันการสูดอากาศที่ปนเปื้อนด้วย Droplet nuclei ได้ เช่น N95 โดยกรองเชื้ออนุภาคขนาด 1 ไมครอนเมตร ได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 สวมใส่ทุกครั้งก่อนการเข้าไปดูแลผู้ป่วย โดยต้องมีการตรวจสอบการแนบสนิทกับใบหน้า (Fit Check) ทุกครั้ง และห้ามสวมหน้ากากกรองอนุภาคชนิด N95 ทับหน้ากากอนามัย เพราะการสวมทับจะทำให้มีรอยรั่ว (Face-seal leakage) ทำให้ลดประสิทธิภาพในการป้องกัน ควรเปลี่ยนหน้ากากกรองอนุภาคใหม่ทันทีเมื่อเปื้อน ชื้นแฉะ มีกลิ่นเหม็น หรือสูญเสียรูปร่าง และใช้เฉพาะบุคคล ซึ่งเป็นอุปกรณ์ชนิดใช้ครั้งเดียวทิ้ง กรณีที่มีความจำเป็นต้องใช้ซ้ำภายหลังต้องใช้ความระมัดระวัง

## ภาพที่ 24 หน้ากากกรองอนุภาค



## ภาพที่ 25 วิธีการใส่หน้ากากกรองอนุภาค

1. นำหน้ากากใส่ไว้ในถุงมือให้เชือกทั้งสองเส้นอยู่หลังมือ			2. ประคบหน้ากากเข้ากับใบหน้า ให้แถบออลูมิเนียมอยู่บนสันจมูกและส่วนล่างคลุมคาง
3. ดึงสายรัดเส้นบนไปด้านหลังศีรษะ โดยพาดเฉียงเหนือโหนุ			4. ดึงสายรัดเส้นล่างไปรัดบริเวณต้นคอ จัดสายรัดให้เรียบร้อย
5. ขยับหน้ากากและใช้นิ้วรัดแถบออลูมิเนียมให้แนบกับสันจมูก			6. Mask Fit check -หายใจเข้า mask ยุบตัว -หายใจออก mask พองตัว ไม่มีลมรั่วซึม

### บุคคลากรสาธารณสุขควรสวมใส่หน้ากากกรองอนุภาคเมื่อ

- ให้บริการตรวจรักษาผู้ป่วยที่มีอาการสงสัยวัณโรคห้องตรวจผู้ป่วยนอกหรือตรวจผู้ป่วยวัณโรคที่คลินิกวัณโรค
- ดูแลรักษาผู้ป่วยวัณโรคในห้องแยก
- หัตถการที่ทำให้เกิดละอองฝอยของเสมหะฟุ้งกระจายซึ่งทำให้แพร่เชื้อได้ เช่น การใส่ท่อช่วยหายใจ (endotracheal intubation) การกระตุ้นการไอเพื่อขับเสมหะ (sputum induction) การดูดเสมหะ (suction) การพ่นยา เป็นต้น
- ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ
- ส่องกล้องตรวจหลอดลม
- ผ่าตัดผู้ป่วยวัณโรค
- ชั้นสูตรศพผู้ป่วยวัณโรค

### 5.3 การทดสอบการแนบสนิทของหน้ากากกรองอนุภาค (Fit testing: FT)

การทดสอบการแนบสนิทหรือความกระชับของหน้ากากกรองอนุภาค เป็นวิธีการตรวจสอบว่าหน้ากากกรองอนุภาคขนาดใดเข้ากันกับใบหน้าและปิดผนึกอย่างเหมาะสมกับใบหน้าของผู้สวมใส่ และเพื่อให้ความมั่นใจแก่ผู้ใช้ว่าสามารถใช้ได้อย่างเหมาะสมและเพิ่มความปลอดภัย

**การทดสอบเชิงคุณภาพ Qualitative fit testing** เป็นการทดสอบที่ให้ผลผ่านหรือไม่ผ่าน โดยให้ผู้สวมใส่หน้ากากประเมินการรั่วของสารทดสอบตัวอย่างผ่านเข้ามาทางขอบหน้ากากล ซึ่งจะทดสอบด้วยสารให้รสชาติหวาน จากซัคคาริน (Saccharin) หรือสารที่ให้รสชาติขมจาก Bitrex™ (Denatonium Benzoate) ก่อนการทดสอบการแนบสนิทของหน้ากากกรองอนุภาคจะต้องทดสอบประสาทสัมผัส (sensitivity test) และตรวจสอบการผนึกแนบสนิทของหน้ากากกับใบหน้า (seal check) (รายละเอียดการทดสอบดังกล่าวพบที่ 6)

## บทที่ 6

### การเฝ้าระวัง การติดเชื้อ และการป่วยเป็นวัณโรคของบุคลากร

ปัญหาการเกิดวัณโรคในกลุ่มเสี่ยงที่เป็นบุคลากรสาธารณสุขนั้น มีความเสี่ยงต่อการป่วยเป็นวัณโรคสูงกว่าประชาชนทั่วไปถึง 3 เท่า อาจมีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพและการปฏิบัติงานของบุคลากร ปัจจุบันพบผู้ป่วยวัณโรค และผู้ป่วยวัณโรคที่ยาหลายขนานมาใช้บริการที่สถานพยาบาลเพิ่มมากขึ้น เพราะกลุ่มบุคลากรเหล่านี้สัมผัสโดยตรงกับผู้ป่วยที่มารับบริการที่มีการระบาดของวัณโรค ซึ่งการแพร่กระจายของเชื้อวัณโรคเกิดได้ใน 3 รูปแบบใหญ่ ๆ คือจากผู้ป่วยวัณโรคสู่ผู้ป่วยอื่น จากผู้ป่วยวัณโรคสู่บุคลากร และจากบุคลากรแพร่กระจายสู่ผู้ป่วยและผู้ร่วมงาน การแพร่กระจายเชื้อวัณโรคในสถานพยาบาลอาจมีสาเหตุมาจาก การวินิจฉัยล่าช้า การรักษาล่าช้า การแยกผู้ป่วยไม่ได้มาตรฐาน และการใช้เครื่องป้องกันร่างกายส่วนบุคคล (PPE) ที่ไม่เหมาะสมในระหว่างการทำหัตถการที่มีความเสี่ยงสูงต่อการสูดหายใจเอาเชื้อวัณโรคเข้าสู่ร่างกาย

บุคลากรสาธารณสุขมีความเสี่ยงต่อการได้รับเชื้อวัณโรคจากการปฏิบัติหน้าที่สูงกว่าประชากรทั่วไป โดยปริมาณความเสี่ยงนั้นขึ้นอยู่กับมาตรการป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคของสถานพยาบาล ขนาดของสถานพยาบาล ลักษณะงานที่ให้บริการ ระยะเวลาที่ทำงาน จำนวนผู้ป่วยวัณโรคระยะแพร่เชื้อที่มาตรวจ บริเวณที่มีโอกาสเกิดการแพร่กระจายเชื้อสูงได้แก่ ห้องฉุกเฉิน (ER) หออภิบาลผู้ป่วยวิกฤต (ICU) ห้องตรวจผู้ป่วยนอก ห้องตรวจผู้ป่วยโรคทางเดินหายใจ หรือคลินิกวัณโรค เป็นต้น

เมื่อบุคลากรสาธารณสุขเกิดการป่วยเป็นวัณโรคแล้ว ย่อมมีผลกระทบเกิดขึ้นหลายด้านทำให้บุคลากรต้องหยุดพักงาน ทำให้ขาดอัตรากำลังในการปฏิบัติงาน ดังการศึกษาสภาพการณ์เจ็บป่วยของบุคลากรสาธารณสุขในสถานพยาบาลแห่งหนึ่งในประเทศไทยพบว่า บุคลากรที่ป่วยและมีอาการของวัณโรคมีการลาพักงานโดยเฉลี่ยเป็นเวลา 14 วันต่อคน หรือคิดเป็นร้อยละ 1.3 ของการลางานทั้งหมด นอกจากนี้โรงพยาบาลต้องเสียค่าใช้จ่ายในการรักษาบุคลากร เสียค่าใช้จ่ายในการควบคุมและป้องกันการแพร่กระจายเชื้อวัณโรค อีกทั้งบุคลากรที่ป่วยยังอาจแพร่กระจายเชื้อไปสู่เพื่อนร่วมงาน และผลกระทบที่สำคัญที่สุดคือ การเสียชีวิตของบุคลากรจากการป่วยเป็นวัณโรค การเฝ้าระวังการติดเชื้อ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญ เนื่องจากทำให้ลดการติดเชื้อวัณโรคและทราบข้อมูลการติดเชื้อ เกี่ยวกับขนาดและความสำคัญของปัญหาการติดเชื้อวัณโรคของบุคลากร เพื่อนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในการแก้ไขปัญหาการป่วยเป็นวัณโรคได้

## 6.1 การเฝ้าระวังการติดเชื้อและการป่วยของบุคลากรสาธารณสุข

บุคลากรสาธารณสุข เป็นผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการรับเชื้อจากอากาศระหว่างการปฏิบัติงาน ต้องมีมาตรการในการเฝ้าระวังและป้องกัน ดังนี้

1. มีความรู้เกี่ยวกับวัณโรค ลักษณะการแพร่เชื้อ และแนวทางการป้องกัน

2. บุคลากรที่เริ่มทำงานในสถานพยาบาล ควรได้รับการตรวจคัดกรองหาวัณโรคด้วยการถ่ายภาพรังสีทรวงอกทุกราย โดยไม่ต้องรอการตรวจสุขภาพประจำปี ถ้าไม่พบการป่วยเป็นวัณโรค แนะนำให้ตรวจหาการติดเชื้อวัณโรคแฝง (Latent tuberculosis infection : LTBI)

การทดสอบการติดเชื้อวัณโรค มี 2 วิธี ดังนี้

**1) ทดสอบทูเบอร์คูลิน (Tuberculin skin testing)** ซึ่งทำโดยการฉีดโปรตีนสกัดจากเชื้อวัณโรค เรียกว่า พีพีดี (PPD, purified protein derivative) ขนาดประมาณ 0.1 มิลลิลิตร เข้าในชั้นผิวหนังบริเวณท้องแขน (Intradermal) หลังจากนั้น 48 และ 72 ชั่วโมง จะทำการวัดขนาดรอยนูนบริเวณที่ฉีดยาเข้าชั้นผิวหนัง

- ถ้าผลทูเบอร์คูลิน มากกว่าหรือเท่ากับ 10 มิลลิเมตร แสดงว่าเคยรับเชื้อวัณโรค
- ถ้าผลทูเบอร์คูลิน น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร อาจตรวจซ้ำหลังจากนั้น 1-3 สัปดาห์ (two-step test) ถ้าครั้งที่ 2 เป็นบวก แสดงว่าเป็น boosted reaction ให้เฝ้าระวังการป่วยเป็นวัณโรค และป้องกันการรับเชื้อใหม่ ควรตรวจร่างกายทุก 6 เดือนถึง 1 ปี ถ้าครั้งที่ 2 เป็นลบ แสดงว่ายังไม่เคยรับเชื้อวัณโรค

**2) Interferon-gamma release assay: IGRA** เป็นการตรวจเลือดโดยวัดระดับสาร interferon-gamma ที่เพิ่มขึ้นจากเชื้อวัณโรค เพื่อช่วยในการวินิจฉัยการติดเชื้อหรือได้รับเชื้อวัณโรค แต่ไม่สามารถแยกแยะระหว่างการติดเชื้อชนิด Latent Tuberculosis infection จาก TB reactivation ได้ ปัจจุบันการตรวจ IGRA มี 2 แบบคือ Quantiferon-Gold In Tube หรือ QFT-Gold plus และ T-SPOT TB

ถ้าผลทูเบอร์คูลินหรือ IGRA เป็นบวก แสดงว่าติดเชื้อแล้ว ให้เฝ้าระวังการป่วยเป็นวัณโรคและป้องกันการรับเชื้อใหม่ ควรตรวจร่างกายทุก 6 เดือนถึง 1 ปี

ถ้าผลทูเบอร์คูลินหรือ IGRA เป็นลบ ให้ทดสอบซ้ำอีกภายใน 1-2 ปี ถ้าผลภายหลังเป็นบวกแสดงว่ามีการรับเชื้อใหม่ และตรวจร่างกายแล้วไม่พบการป่วยเป็นวัณโรค อาจพิจารณาให้ยาป้องกันวัณโรคตามความเหมาะสมเฉพาะรายโดยคำนึงถึงประโยชน์และความเสี่ยง

สำหรับบุคลากรที่ปฏิบัติงานทั่วไปในสถานบริการสาธารณสุข ควรได้รับการตรวจภาพรังสีทรวงอกปีละ 1 ครั้ง ส่วนบุคลากรที่ปฏิบัติงานสัมผัสกับผู้ป่วยโดยตรงควรได้รับการตรวจภาพรังสีทรวงอก ทุก 6 เดือน เพื่อเฝ้าระวังการป่วยของบุคลากร



## 6.2 แนวทางการดำเนินงานเมื่อบุคลากรป่วยเป็นวัณโรค

- แนวทางการดูแลรักษาไม่ต่างจากผู้ป่วยวัณโรคทั่วไป พิจารณาให้หยุดพักงานอย่างน้อย 2 อาทิตย์ หรือจนกว่าเสมหะตรวจไม่พบเชื้อ แล้วแต่แพทย์พิจารณาตามความเหมาะสม โดยขึ้นกับตำแหน่งงาน และแผนกที่ทำงาน
- ควรมีการให้ความรู้แก่ผู้ร่วมงานเรื่องการแพร่เชื้อ รวมไปถึงการป้องกันการติดเชื้อ เพื่อลดการตีตรา (stigma) และแบ่งแยกผู้ป่วยวัณโรคในหน่วยงานนั้น ๆ
- การรายงานผลการดำเนินงาน เป็นการเฝ้าระวังการติดเชื้อและการป่วยเป็นวัณโรค พร้อมทั้งนำมาใช้ในการประเมินความเสี่ยง เพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหา ปรับปรุง พัฒนาการดำเนินงาน การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อในสถานพยาบาล ซึ่งมีตัวชี้วัดหลัก ๆ ในการรายงานดังนี้ จำนวนบุคลากรทั้งหมด จำนวนบุคลากรที่ได้รับการคัดกรองเพื่อค้นหาการติดเชื้อวัณโรค จำนวนที่ได้รับการคัดกรองเพื่อค้นหาการป่วยเป็นวัณโรค จำนวนบุคลากรที่ป่วยเป็นวัณโรค พร้อมทั้งจำแนกตามแผนกที่ทำงาน
- กรณีที่บุคลากรป่วยจากการปฏิบัติงาน สามารถขอรับเงินช่วยเหลือเบื้องต้นตามที่กฎหมายกำหนด



# บทที่ 7

## การป้องกันควบคุมการแพร่กระจาย เชื้อวัณโรคในครอบครัวและชุมชน

ผู้ป่วยวัณโรคสามารถแพร่กระจายให้แก่ผู้อื่นที่ใกล้ชิดได้ ตั้งแต่เริ่มมีอาการจนกระทั่งได้รับการวินิจฉัย และรักษาด้วยสูตรยาที่มีประสิทธิภาพและไม่พบเชื้อในเสมหะ ระยะเวลาจะสั้นหรือนานขึ้นกับว่าผู้ป่วยเข้าสู่ระบบบริการสุขภาพ เพื่อรับการวินิจฉัยเร็วหรือช้า การวินิจฉัยโดยทีมสุขภาพรวดเร็วแค่ไหน ประสิทธิภาพของยาที่ใช้รักษา ป่วยจากเชื้อที่ไวต่อยา หรือเชื้อดื้อยา เนื่องจากผู้ป่วยทั่วไปหลังเริ่มรักษา ส่วนใหญ่ต้องใช้เวลอย่างน้อย 2 สัปดาห์ - 2 เดือน ส่วนผู้ป่วยดื้อยาหลายขนานอาจต้องใช้เวลาอย่างน้อย 2 - 6 เดือน จึงจะพ้นระยะแพร่เชื้อ

ดังนั้นบุคคลใกล้ชิดผู้ป่วยจึงมีโอกาสรับเชื้อจากผู้ป่วย โดยเฉพาะผู้สัมผัสร่วมบ้าน ผู้สัมผัสใกล้ชิดอื่น ๆ รวมทั้งการปกป้องชุมชนที่ผู้ป่วยอาศัยอยู่ด้วยให้ปลอดภัย

แนวทางการควบคุมป้องกันตามมาตรการต่าง ๆ ดังนี้

### 7.1 มาตรการด้านการบริหารจัดการ

1) ค้นหาผู้ป่วยวัณโรคในครอบครัวและชุมชนให้พบโดยเร็ว โดยเฉพาะกลุ่มที่มีความเสี่ยง เช่น ผู้สัมผัสร่วมบ้านหรือสัมผัสใกล้ชิด ผู้ติดเชื้อเอชไอวี ผู้สูงอายุที่ไม่มีโรคร่วม (ติดเตียงหรือติดบ้าน) ผู้ติดเชื้อเรื้อรัง ผู้ติดยาเสพติด เป็นต้น

2) เมื่อพบผู้ป่วยวัณโรค ให้การดูแลและแนะนำการปฏิบัติตัวดังนี้

- ให้การรักษาที่ได้มาตรฐานและมีประสิทธิภาพ เป็นวิธีที่จะตัดวงจรการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคโดยเร็ว
- ให้ผู้ป่วยดูแลตนเองให้แข็งแรง ออกกำลังกาย พักผ่อนให้เพียงพอ รับประทานอาหารที่มีประโยชน์ ใช้ช้อนกลาง เมื่อกินอาหารร่วมกับผู้อื่น งดสูบบุหรี่ เลิกดื่มสุรา
- ผู้ป่วยควรอยู่ในห้องที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี มีแสงแดดส่องถึง ซักผ้าเช็ดหน้าและเสื้อผ้าด้วยผงซักฟอกและผึ่งแดดให้แห้ง
- เมื่อผู้ป่วยไอหรือจามให้ใช้กระดาษทิชชูหรือผ้าเช็ดหน้าปิดปากและจมูกทุกครั้ง และทิ้งในถังขยะที่มีถุงรองรับและมีฝาปิด ล้างมือให้สะอาดบ่อย ๆ บ้วนเสมหะในภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิด ทำลายโดยการเผาทุกวัน หรือบ้วนเสมหะในโถส้วมชักโครก

3) ผู้ป่วยหลีกเลี่ยงการคลุกคลีใกล้ชิดกับบุคคลอื่นในช่วงระยะแพร่เชื้อ อย่างน้อย 2 สัปดาห์ หรือจนกว่าจะตรวจไม่พบเชื้อในเสมหะ

- บุคคลในครอบครัว โดยเฉพาะเด็ก ผู้สูงอายุ หรือคนที่มีโรคหรือภาวะเสี่ยงต่อวัณโรค โดยแยกห้องนอน
- บุคคลอื่น ๆ ในชุมชน
- ถ้าผู้ป่วยต้องทำงานในที่ทำงานที่มีความเสี่ยงต่อการแพร่กระจายเชื้อ ควรให้หยุดงาน
- ควรหลีกเลี่ยงการเข้าไปในสถานที่ที่มีลักษณะปิด (close space) และมีคนแออัด เช่น สถานบันเทิง โรงภาพยนตร์ ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น
- ควรหลีกเลี่ยงการโดยสารสาธารณะที่ติดเครื่องปรับอากาศ เช่น รถโดยสารปรับอากาศ รถแท็กซี่ เครื่องบิน เป็นต้น

4) แนะนำผู้สัมผัสร่วมบ้านและผู้สัมผัสใกล้ชิดไปรับการคัดกรองและตรวจหาวัณโรคอย่างสม่ำเสมอทุก 6 เดือน เป็นเวลา 2 ปี และหลังจากนั้นประจำปี

## 7.2 มาตรการควบคุมสิ่งแวดล้อม

- จัดที่อยู่อาศัยและสิ่งแวดล้อมภายในบ้านหรือที่ทำงาน โดยเปิดประตูหน้าต่างให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก
- นำที่นอน หมอน มุ้ง ผึ่งแสงแดด เสมอ ๆ
- รักษาบ้านเรือน/ที่ทำงานให้สะอาด และพยายามให้แสงแดดส่องถึง

## 7.3 มาตรการป้องกันส่วนบุคคล

ในระยะแพร่เชื้อ และ/หรือ มีอาการไอ จาม แนะนำผู้ป่วยให้สวมหน้ากากอนามัยเมื่อต้องอยู่กับผู้อื่น เช่น เมื่อมีญาติหรือคนรู้จักมาเยี่ยมที่บ้าน ในที่ทำงานที่มีเพื่อนร่วมงานในห้องเดียวกัน หรือเมื่อจำเป็นต้องเดินทางออกนอกบ้านโดยใช้รถโดยสารสาธารณะ หรืออยู่ในชุมชนที่มีผู้คนมากและเป็นสถานที่ที่ปิด ซึ่งหมายถึงสถานที่ที่มีการติดเครื่องปรับอากาศ เช่น ห้างสรรพสินค้า โรงภาพยนตร์ ร้านอาหาร เป็นต้น

### กรณีมีผู้ป่วยวัณโรคในที่ทำงานหรือโรงเรียน

- ควรให้ผู้ป่วยที่สามารถแพร่เชื้อได้ หยุดงานหรือหยุดเรียนเพื่อรักษาและลดการแพร่กระจายเชื้อในสถานที่ทำงาน/สถานศึกษา เป็นเวลาอย่างน้อย 2 สัปดาห์ (กรณี ผู้ป่วยวัณโรคคือยาหลายขนาน ควรหยุดงานหรือหยุดเรียนจนกว่าจะเสมหะตรวจไม่พบเชื้อ)
- กรณีสถานประกอบการ นายจ้างต้องจ่ายเงินเดือน ในช่วงเวลาที่หยุดงาน และไม่สามารถเลิกจ้างด้วยเหตุที่ป่วยเป็นวัณโรค

- ควรทำความสะอาดห้องทำงานหรือห้องเรียนที่พบผู้ป่วยวัณโรค เช่น เปิดประตู-หน้าต่างระบายอากาศ ล้างแอร์ ทำความสะอาดผ้าม่าน
- แนะนำให้ผู้สัมผัสใกล้ชิด ซึ่งได้แก่คนที่ทำงานในห้องเดียวกัน หรือนักเรียนในห้องเดียวกันตรวจหาวัณโรค (contact investigation)
- ให้ความรู้ความเข้าใจแก่ผู้สัมผัส และผู้ที่เกี่ยวข้อง ให้กำลังใจในการรักษา ไม่แสดงความรังเกียจต่อผู้ป่วย เพื่อลดการตีตรา (stigma)



## บทที่ 8

### การป้องกันการแพร่กระจาย เชื้อวัณโรคในเรือนจำ/ทัณฑสถาน

เรือนจำ/ทัณฑสถานเป็นสถานที่เสี่ยงต่อวัณโรค เนื่องจากมีความชุกของวัณโรคในผู้ต้องขังสูงกว่าประชากรทั่วไป 6-10 เท่า ทั้งนี้ด้วยปัจจัยหลายด้านรวมกัน คือ ความแออัด การเป็นสถานที่ปิด การระบายอากาศไม่ดี และการมีประชากรที่มีภาวะเสี่ยงต่อวัณโรค เช่น ผู้ติดเชื้อมาแล้ว ผู้ติดยาเสพติด ผู้ที่มีภาวะขาดสารอาหาร ฯลฯ รวมถึงข้อจำกัดในการเข้าถึงบริการสุขภาพที่รวดเร็วและทั่วถึง ทำให้ผู้ต้องขังป่วยเป็นวัณโรคในอัตราสูง และมีโอกาสเกิดการแพร่กระจายเชื้อได้ง่ายและรวดเร็ว

#### 8.1 การประเมินความเสี่ยงการแพร่กระจายเชื้อในเรือนจำ/ทัณฑสถาน

8.1.1 ประเมินความเสี่ยงการแพร่กระจายเชื้อในเรือนจำ/ทัณฑสถานโดยทบทวนสถานการณ์ความชุกของวัณโรค รวบรวมข้อมูลสถิติการป่วยเป็นวัณโรคในเรือนจำในช่วงปีที่ผ่านมา รายละเอียดของผู้ป่วยแต่ละราย เช่น อายุ เพศ ระยะเวลาถูกคุมขังนานเท่าใด อยู่เรือนนอนใด ประวัติการเจ็บป่วยด้วยอาการไอ ผลเสมหะตรวจพบเชื้อวัณโรคหรือไม่ ผลการทดสอบความไวต่อยามีเชื้อดื้อยาหรือไม่ สูตรการรักษาและผลการรักษาเป็นอย่างไร เป็นต้น

1) ประเมินบุคคลที่เสี่ยงต่อการรับเชื้อ บุคคลที่อยู่ในเรือนจำทุกคนเสี่ยงต่อการรับเชื้อ

- ผู้ต้องขังอื่นในเรือนจำ/ทัณฑสถาน ถ้าอยู่เรือนนอนเดียวกับผู้ป่วยวัณโรคจะเสี่ยงสูงกว่า
- บุคลากรที่ทำงานในเรือนจำ/ทัณฑสถาน ถ้าใช้เวลาทำงานเกี่ยวข้องกับใกล้ชิดกับผู้ป่วยมากก็จะเสี่ยงมากกว่า เช่น เจ้าหน้าที่พยาบาลเรือนจำ เจ้าหน้าที่ราชทัณฑ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมตัวผู้ต้องขังประจำแดนต่าง ๆ เจ้าหน้าที่ราชทัณฑ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมตัวผู้ต้องขังไปศาล เป็นต้น

2) ประเมินความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งเรือนจำ/ทัณฑสถานส่วนใหญ่มีข้อจำกัดโดยโครงสร้างและการจัดการ จึงควรแก้ไขข้อจำกัดด้วยการบริหารจัดการ ดังนี้

- การพิจารณาความแออัด โดยคำนวณจากจำนวนผู้ต้องขังต่อขนาดของห้องขัง หากพบมีปริมาณมากเกินไป ต้องหามาตรการในการระบายหรือเกลี่ยย้าย แต่หากไม่สามารถดำเนินการได้ให้นำมาตรการด้านการคัดกรองผู้มีอาการสงสัย การแยกผู้ป่วย การระบายอากาศ ฯลฯ มาดำเนินการอย่างเคร่งครัด
- การคัดกรองผู้ต้องขังที่มีอาการสงสัยวัณโรค

- การแยกห้องผู้ที่มีอาการสงสัยหรือผู้ป่วยวัณโรค
- การดูแลทำความสะอาดเรือนนอน
- การระบายอากาศ ถูกต้องในหลักการและเพียงพอ มีแสงแดดส่องถึง
- การติดตั้งอุปกรณ์ เช่น พัดลม เพื่อเพิ่มการหมุนเวียนของอากาศอย่างถูกต้อง ในหลักการและเพียงพอ เป็นต้น

## 8.2 มาตรการการป้องกันการแพร่กระจายและติดเชื้อวัณโรคในเรือนจำ/ทัณฑสถาน

มาตรการป้องกันการแพร่กระจายและติดเชื้อวัณโรคในเรือนจำหรือทัณฑสถาน ใช้หลักการเหมือนกันกับในสถานพยาบาล โดยมี 3 มาตรการ แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

### 1. ผู้ต้องขังในเรือนจำ/ทัณฑสถาน

1.1. มาตรการด้านการบริหารจัดการ หลักการทั่วไป ได้แก่ การค้นหาผู้ป่วยอย่างรวดเร็ว แยกผู้ป่วยแยกห้อง/พื้นที่ การวินิจฉัยโรคโดยเร็ว ให้การรักษาตามมาตรฐานและมีประสิทธิภาพ

- มีมาตรการตรวจหาการป่วยเป็นวัณโรคในผู้ต้องขังที่อยู่ในเรือนจำ/ทัณฑสถาน
  - คัดกรองวัณโรคตั้งแต่แรกจับตัวเข้าคุมขัง โดยการสอบถามประวัติการรักษาวัณโรค ผู้ต้องขังบางรายหากป่วยเป็นวัณโรคอยู่ก่อนแล้วจะได้รับการรักษาอย่างต่อเนื่องทันที แต่ถ้าไม่เคยรักษามาก่อนควรมีการคัดกรองโรค อย่างน้อยคัดกรองอาการสงสัยวัณโรค
  - ในระหว่างการต้องโทษคุมขัง ควรมีระบบคัดกรองผู้มีอาการสงสัยวัณโรคอย่างสม่ำเสมอ อย่างน้อยทุก 3 เดือน หรือมีอาสาสมัครที่เป็นผู้ต้องขังซึ่งได้รับการอบรมคอยสังเกตอาการเพื่อเฝ้าระวังโรค เมื่อพบมีอาการสงสัยวัณโรค ให้รีบแจ้งเจ้าหน้าที่หรือพยาบาลเรือนจำ เพื่อตรวจวินิจฉัยอย่างรวดเร็วต่อไป
- ควรมีการแยกผู้ที่สงสัยว่าเป็นวัณโรคและผู้ป่วยวัณโรค ถ้ามีผู้ป่วยวัณโรคคือยาหลายขนานต้องแยกจากผู้ป่วยวัณโรคอื่น ๆ ด้วยการอยู่ห้องแยกจนกว่าจะตรวจไม่พบเชื้อ โดยสภาพห้องแยกควรมีลักษณะเพดานสูง การระบายอากาศที่ดี
- เรือนจำที่มีความซุกซนของการติดเชื้อเอชไอวีสูง มีผู้ที่ติดเชื้อเอชไอวีและผู้ที่มีภาวะภูมิคุ้มกันต่ำจากสาเหตุต่าง ๆ ควรแยกอาคารพักจากผู้สงสัยว่าเป็นวัณโรคหรือผู้ป่วยวัณโรค
- บุคลากร หรือผู้ที่พำนักอยู่ในเรือนจำ/ทัณฑสถาน ควรได้รับข้อมูลและการให้คำปรึกษาเพื่อให้ตระหนักถึงความสำคัญของการตรวจหาสถานะการติดเชื้อเอชไอวีร่วมด้วย นอกเหนือจากการคัดกรองวัณโรค และหากได้รับการวินิจฉัยว่าติดเชื้อเอชไอวีควรได้รับข้อมูลเกี่ยวกับการป้องกันการติดเชื้อวัณโรค รวมทั้งการคัดกรองการติดเชื้อวัณโรคเป็นระยะ
- ผู้ป่วยที่มีอาการสงสัยวัณโรคควรได้รับการวินิจฉัยโดยเร็ว
  - ด้วยการวินิจฉัยด้วยการถ่ายภาพรังสีทรวงอก ซึ่งมีความไวสูง
  - ตรวจเสมหะ direct smear ทุกราย เพื่อตรวจหาเชื้อ



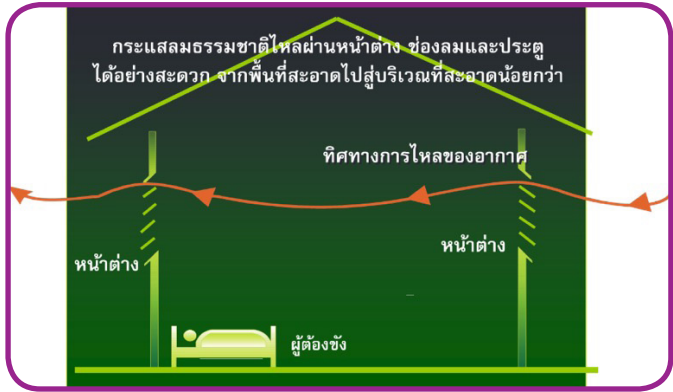
- ตรวจสอบด้วยวิธีอนุชีววิทยา ถ้าตรวจ direct smear ไม่พบเชื้อ
- ตรวจทดสอบความไวต่อยา (DST) เพื่อตรวจวินิจฉัยวัณโรคคือยา
- รักษาอย่างมีประสิทธิภาพ
  - ด้วยสูตรยามาตรฐาน เช่นเดียวกับผู้ป่วยอื่น ๆ ที่อยู่ภายนอกเรือนจำ
  - ด้วยการสังเกตการณ์กลืนยาต่อหน้าเจ้าหน้าที่หรือผู้ช่วยเหลือ (Directly observed treatment ; DOT)
- จัดสถานที่สำหรับซักเสมหะเก็บตรวจเชื้อให้เหมาะสม ในที่โล่ง แสงแดดส่องถึง และมีอ่างล้างมือ
- บ้วนเสมหะลงกระป๋องที่มีสารละลายทำลายเชื้อ เช่น น้ำผสมผงซักฟอก หรือน้ำยาฆ่าเชื้อ เททิ้งลงโถส้วมทุกวันหรือทิ้งในถุงขยะติดเชื้อ (ถุงสีแดง)
- ผู้ต้องขังที่ป่วยเป็นวัณโรคควรสวมหน้ากากอนามัยทุกครั้งเมื่อต้องอยู่ร่วมกับผู้อื่น
- ในกรณีที่ต้องขังพันโทษหรือย้ายเรือนจำก่อนรักษาวัณโรคครบ (early release cases) ควรมีระบบในการส่งต่อการรักษาเพื่อให้ผู้ต้องขังป่วยได้รับการดูแลอย่างต่อเนื่องเหมาะสม

## 1.2 มาตรการควบคุมสิ่งแวดล้อม

มาตรการควบคุมสิ่งแวดล้อม เป็นมาตรการที่สองรองจากมาตรการด้านการบริหารจัดการ เนื่องจากภายในเรือน/ทัณฑสถานส่วนใหญ่ เป็นพื้นที่ปิดมีความเสี่ยงต่อการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคสูงและไม่เหมาะกับการติดตั้งระบบปรับอากาศ การติดตั้งระบบระบายอากาศจึงควรคำนวณออกแบบที่อัตราการระบายอากาศมากกว่า 30 ACH เพื่อให้ผู้ป่วยภายในพื้นที่ไม่รู้สึกร้อนจนเกินไป นอกจากนี้ วัสดุที่ติดตั้งภายในพื้นที่ห้องแยกผู้ป่วยควรใช้วัสดุที่ไม่ใช่โลหะ และไม่มีส่วนผสม เพื่อลดความเสี่ยงต่อการนำไปใช้ผิดวัตถุประสงค์ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องพิจารณาการใช้วิธีทำลายเชื้อในอากาศ โดยอาศัยมาตรการควบคุมด้านวิศวกรรม ดังนี้

- เบื้องต้นควรจัดสถานที่ให้เหมาะสมกับการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ และให้แสงแดดส่องถึง
- ที่นอน หมอน ผ้าห่มควรมีการผึ่งแดดสัปดาห์ละ 1 ครั้ง
- เมื่อพบมีการระบายอากาศไม่ดี ควรพิจารณาใช้วิธีการทำลายเชื้อในอากาศโดยอาศัยมาตรการควบคุมด้านวิศวกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในห้องแยกสำหรับผู้ป่วย เช่น
  - การติดตั้งพัดลมดูดอากาศ เพื่อระบายอากาศจากในห้องสู่ภายนอก
  - การติดตั้ง ควรให้พัดไปทิศทางเดียวกับทิศทางลมธรรมชาติ เพื่อให้พัดผ่านผู้ป่วยไปออกหน้าต่างเพื่อออกนอกอาคาร ไม่ควรใช้พัดลมเพดานที่หมุนวนไปรอบห้อง

ภาพที่ 26 การจัดสถานที่ให้เหมาะสมกับการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ



ภาพที่ 27 การติดพัดลมดูดอากาศภายในเรือนจำ



1.3) มาตรการป้องกันส่วนบุคคล

มาตรการในการป้องกันอื่น ๆ เช่นเดียวกับการดำเนินการในสถานพยาบาล ผู้มีอาการสงสัย หรือผู้ป่วยวัณโรค ใช้หน้ากากอนามัย

- ผู้ป่วยวัณโรคระยะแพร่เชื้อ แนะนำให้ใช้หน้ากากอนามัยชนิดครึ่งเดียวทั้ง ไม่ควรเป็น หน้ากากแบบผ้า
- ควรมีสบู่หรือเจลล้างมือสำหรับฆ่าเชื้อโรค

2. บุคลากรที่ปฏิบัติงานในเรือนจำ/ทัณฑสถาน

มาตรการป้องกันการติดเชื้อและป่วยเป็นวัณโรคของบุคลากรที่ปฏิบัติงานในเรือนจำ/ทัณฑสถาน ปฏิบัติตามแนวทางเช่นเดียวกับบุคลากรที่ปฏิบัติงานในสถานพยาบาล

## 2.1) มาตรการด้านการบริหารจัดการ

- บุคลากรทุกคนที่ปฏิบัติงานในเรือนจำ/ทัณฑสถาน ควรได้รับการอบรมให้ความรู้และข้อมูลที่สำคัญเกี่ยวกับวัณโรค ทั้งนี้หัวข้อการอบรมควรประกอบด้วย
  - ความรู้พื้นฐานของการแพร่กระจายเชื้อและพยาธิกำเนิดของวัณโรค
  - ความเสี่ยงของการแพร่เชื้อวัณโรคจากผู้ป่วยไปยังบุคลากรที่ปฏิบัติงานในเรือนจำ/ทัณฑสถาน
  - อาการและอาการแสดงของวัณโรค
  - ความสัมพันธ์ของวัณโรคและโรคร่วมที่มีความเสี่ยงต่อการป่วยเป็นวัณโรค
  - ความสำคัญของการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อในเรือนจำ/ทัณฑสถาน บทบาทความรับผิดชอบของบุคลากรแต่ละคน
  - บริเวณที่มีความเสี่ยงและมาตรการที่จำเพาะในการปฏิบัติงานเพื่อลดการแพร่กระจายเชื้อ
  - มาตรการที่จะสามารถป้องกันตนเองจากการรับเชื้อ
  - มาตรการป้องกันทั้ง 3 มาตรการ ด้านการบริหารจัดการ การควบคุมสิ่งแวดล้อม และการป้องกันส่วนบุคคล
  - แนวปฏิบัติเมื่อพบผู้มีอาการสงสัยเป็นวัณโรค
  - การฝึกปฏิบัติในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องตามภารกิจได้แก่ การใช้เครื่องป้องกันร่างกาย การทำความสะอาดมือ การทำความสะอาดสิ่งแวดล้อม เป็นต้น
- บุคลากรที่เริ่มปฏิบัติงาน ควรได้รับการคัดกรองหาวัณโรคด้วยการถ่ายภาพรังสีทรวงอกทุกราย โดยไม่ต้องรอการตรวจสุขภาพประจำปี ถ้าไม่พบการป่วยเป็นวัณโรค แนะนำให้ตรวจหาการติดเชื้อวัณโรคระยะแฝง (latent tuberculosis infection : LTBI)
- บุคลากรควรได้รับการตรวจสุขภาพเป็นประจำ และเฝ้าระวังการป่วยเป็นวัณโรค หากมีอาการสงสัยต้องได้รับการวินิจฉัยด้วยวิธีที่รวดเร็ว
- จัดสถานที่ ทิศทางจุดปฏิบัติงานของบุคลากรที่มีความจำเป็นต้องสัมผัสหรือใกล้ชิดผู้ป่วย โดยอยู่ที่ทิศทางเหนือลม ให้อากาศไหลจากบุคลากรไปยังผู้ป่วย

## 2.2 มาตรการควบคุมสิ่งแวดล้อม

- จัดสถานที่ปฏิบัติงาน/สถานพยาบาล และสิ่งแวดล้อมให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก

## 2.3 มาตรการป้องกันส่วนบุคคล

- บุคลากรใช้หน้ากากกรองอนุภาคชนิด N95 เมื่อดูแลผู้ป่วยในห้องแยกที่มีการระบายอากาศไม่ดีเพียงพอ

## บรรณานุกรม

1. ดารินทร์ อารีย์โชคชัย, ศรีประพา เนตรนิยม, ปรีชา เปรมปรี, วินัย วุฒิวิโรจน์, วราลักษณ์ ตั้งคณากุล, วิชาญ ปาวัน, และคณะ. แนวทางปฏิบัติมาตรฐานกรณีผู้ป่วยวัณโรคทางเดินหายใจระยะแพร่เชื้อเดินทางโดยอากาศยานระหว่างประเทศ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักงานกิจการโรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกในพระบรมราชูปถัมภ์; 2553.
2. ทองปาน เจืองาม. การติดเชื้อวัณโรคในบุคลากรสถานพยาบาลแม่สอด บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย เชียงใหม่; 2547.
3. นรवीร์ จัมแจ่มใส, อุไร ภูวนกุล และงามตา เจริญธรรม. การติดเชื้อวัณโรคในบุคลากรสถานพยาบาลพระปกเกล้า ปี พ.ศ.2539. วารสารศูนย์การศึกษาแพทยศาสตร์คลินิกสถานพยาบาลพระปกเกล้า 2540; 14: 131-41.
4. นิธิพัฒน์ เจียรกุล, วันชัย เดชสมฤทธิ, อรสา ซवालภาฤทธิ์, ตรงธรรม ทองดี, มาริษา สมบัติบุรณ์ และสำราญ ใจชื่น. ความชุกของวัณโรคในพยาบาลสถานพยาบาลศิริราช. วารสารวัณโรค โรคทรวงอกและเวชบำบัดวิกฤต 2545; 25: 73-7.
5. ประชาญ์ บุญยวงศ์วิโรจน์. สถานการณ์วัณโรคของประเทศไทยและแนวทางแก้ไข. วารสารสมาคมเวชศาสตร์ป้องกันแห่งประเทศไทย 2554;1: 232-5
6. วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ. การประเมินการควบคุมการแพร่กระจายของเชื้อวัณโรคทางด้านสิ่งแวดล้อมสำนักวัณโรค กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2554. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์อักษรกราฟฟิค แอนด์ดีไซน์; 2554.
7. วัฒน์ อุทัยวรวิทย์. สถานการณ์และปัญหาวัณโรคในสถานพยาบาลเชียงรายประชาชนเคราะห์. กลุ่มงานเวชกรรมสังคม สถานพยาบาลเชียงรายประชาชนเคราะห์, กุมภาพันธุ์; 2540.
8. วิโรจน์ เจียมจรัสรังษี, นรินทร์ หิรัญสุทธิกุล และภิรมย์ กมลรัตน์กุล. อัตราอุบัติการณ์ของวัณโรคในบุคลากรสถานพยาบาลจุฬาลงกรณ์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2547.
9. รัตนา พันธุ์พานิช และกุลดา พุทธิวรรณ. การติดเชื้อวัณโรคในบุคลากรในสถานพยาบาลนครพิงค์ เชียงใหม่. วารสารวัณโรคและโรคทรวงอก 2538; 16: 25-34.
10. ศรีประพา เนตรนิยม. แนวทางป้องกันวัณโรคในสถานพยาบาลสาธารณสุขภายใต้ภาวะจำกัดทางทรัพยากร สำนักวัณโรค กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2553. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์; 2553.

11. สถาบันพระบรมราชชนก. คู่มือแนวทางการปฏิบัติงานเพื่อการป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคในสถานพยาบาล. สำนักปลัดกระทรวงสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2553, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด; 2553.
12. สถาบันพระบรมราชชนก. คู่มือแนวทางการปฏิบัติงานเพื่อการป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคในสถานพยาบาล. สำนักปลัดกระทรวงสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2557, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด; 2557.
13. สถาบันโรคทรวงอก. การจัดการระบบระบายอากาศและการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อวัณโรค สถาบันโรคทรวงอก กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2556. กรุงเทพฯ : บริษัท สุขุมวิท การพิมพ์ จำกัด; 2556.
14. สำนักวัณโรค. การควบคุมการติดเชื้อวัณโรคในยุคของการขยายงานการดูแลรักษาผู้ติดเชื้อเอชไอวี สำนักวัณโรค กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์อักษรกราฟฟิค แอนด์ดีไซน์; 2551.
15. สำนักวัณโรค. คู่มือแนวทางการประเมินสิ่งแวดล้อม เพื่อการป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคในสถานพยาบาล สำนักวัณโรค กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2559. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์; 2559.
16. สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. คู่มือการตรวจประเมินการดำเนินงานการประเมินความเสี่ยงจากการทำงานของบุคลากรในโรงพยาบาล (ฉบับปรับปรุงแก้ไข). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ; 2557.
17. สำนักวัณโรค กรมควบคุมโรค. แนวทางการควบคุมวัณโรคประเทศไทย พ.ศ. 2561. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์; 2561.
18. สำนักวัณโรค. แนวทางการบริหารจัดการผู้ป่วยวัณโรคตื้อยา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์; 2559.
19. สำนักวัณโรค กรมควบคุมโรค. แนวทางการป้องกันวัณโรคในสถานบริการสาธารณสุขภายใต้ภาวะจำกัดทางทรัพยากร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2552.
20. สำนักวัณโรค กรมควบคุมโรค. แนวทางการเร่งรัดการควบคุมวัณโรคในเรือนจำของประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์; 2552.
21. สำนักวัณโรค กรมควบคุมโรค. คู่มือแนวทางการประเมินสิ่งแวดล้อมเพื่อการป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคในโรงพยาบาล. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์; 2559.

22. อะเคื้อ อูณหเลขกะ. รายงานการวิเคราะห์สถานการณ์การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคในสถานพยาบาลในประเทศไทย. เชียงใหม่; 2552.
23. อังกูร เกิดพานิช, จิตินาต สิทธิสาร, วิภาพรรณ วัฒนเฉลา, สถาพร ธิติวีเชียรเลิศ, อภิรักษ์ ปาลวัฒน์วิไชย, ปราณี อ่อนศรี และคณะ. ความชุกของปฏิกิริยาทูเบอร์คูลินและบัสเตอร์เอฟเฟกต์ในนักศึกษาแพทย์นักเรียนพยาบาล และทหารเกณฑ์ไทย. วารสารวัณโรค โรคทรวงอกและเวชบำบัดวิกฤต 2545; 23: 203-17.
24. โอบาส การย์กวินพงค์. วัณโรคในบุคลากรสถานพยาบาลศรีสะเกษ. วารสารวัณโรค โรคทรวงอก และเวชบำบัดวิกฤต 2546; 24: 197-204.
25. American Association of Respiratory Care. Clinical Practice Guideline. Respiratory Care. 1996; 41(7); 647-53.
26. American National Standards Institute and American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers, Inc. Standard 62.1-2004, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. Atlanta, United States of America; 2004.
27. CDC. Guidelines for preventing the transmission of Mycobacterium tuberculosis in health care settings, 2005. MMWR 2005;54(No. RR-17):1-140
28. CDC. Guidelines for environmental infection control in health-care facilities recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). MMWR 2003;52 (No.RR-10): 1-44.
29. Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities (2003), Errata: Vol. 52 (No. RR-10)” (MMWR Vol. 52 [42]: 1025–6) on October 24, 2003.
30. Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for preventing the transmission of Mycobacterium tuberculosis in health-care settings, 2005. MMWR2005; 54 (No.RR- 17).
31. Centers for Disease Control and Prevention Public Health Service. Guideline for infection control in health care personnel, 1998. AJIC: American Journal of Infection Control (1998;26:289-354) and Infection Control and Hospital Epidemiology (1998;19:407-63).
32. Francis J. Curry National Tuberculosis Center. Tuberculosis Infection Control Plan Template For Jails. San Francisco, United States of America; 2002.

33. Siegel JD, Rhinehart E, Jackson M, Chiarello L, and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. Guideline for Isolation Precautions: Preventing Transmission of Infectious Agents in Healthcare Settings. Atlanta, United States of America; 2007.
34. Thailand. Mapping of Civil Society and Community Based Organizations working towards TB Care and Control in South East Asia Region. India: World Health organization and Regional Office for South-East Asia; 2012.
35. The American Institute of Architects and the Facilities Guidelines Institute. Guidelines for Design and Construction of Hospital and Healthcare Facilities 2001 edition. Washington DC, United States of America; 2001.
36. University of California, Santa Cruz, Respiratory protection, Fit Testing Procedures. Roy T. McKay, Ph.D., Occupational Pulmonary services, University of Cincinnati Medical Center; Evaluation of Respirator Fit Test Methods.
37. World Health Organization. An Advocacy Strategy for Adoption and Dissemination of the WHO Policy on TB Infection Control in Health-Care Facilities, Congregate Settings and Households, April 2010. Geneva, Switzerland: WHO; 2010.
38. World Health Organization. Guidelines for the Prevention of tuberculosis in Health Care Facilities in Resource-Limited Setting. 1999. Geneva, Switzerland: WHO; 1999. (WHO/TB/99.269)
39. World Health Organization. Infection prevention and control of epidemic-and pandemic-prone acute respiratory disease in health care, June 2007. Geneva, Switzerland: WHO; 2007.
40. World Health Organization. Natural Ventilation for Infection Control in Health-Care Setting 2009. Geneva, Switzerland: WHO; 2009.
41. World Health Organization. WHO Policy on TB Infection Control in Health-Care Facilities, Congregate Setting and Households 2009. Geneva, Switzerland: WHO; 2009. (WHO/HTM/TB/2009.419)



ภาคผนวก



ภาคผนวก

1

ตารางเปลี่ยนหน่วยการวัดสำหรับการประเมินสิ่งแวดล้อม

ภาคผนวก

2

การคำนวณอัตรา  
การหมุนเวียนอากาศต่อชั่วโมง

ภาคผนวก

3

การตรวจสอบความถูกต้อง

ภาคผนวก

4

ประสิทธิภาพของแผงกรองอากาศ

ภาคผนวก

5

ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมสิ่งแวดล้อม  
ในแผนกต่าง ๆ ของสถานพยาบาล

ภาคผนวก

6

การทดสอบการแบคทีเรีย  
ของหน้าทากกรองอนุภาค

ภาคผนวก

7

รายนามคณะทำงานแนวทางการป้องกัน  
และควบคุมการแพร่กระจายเชื้อวัณโรค

ตารางเปลี่ยนหน่วยการวัดสำหรับการประเมินสิ่งแวดล้อม

ตารางเปลี่ยนหน่วยความยาว	$1 \text{ m} = 3.28 \text{ ft}$ $1 \text{ inch} = 2.54 \text{ cm}$ $1 \text{ ft} = 12 \text{ inch}$
ตารางเปลี่ยนหน่วยพื้นที่	$1 \text{ m}^2 = 10.7584 \text{ ft}^2$ $1 \text{ inch}^2 = 6.4516 \text{ cm}^2$ $1 \text{ ft}^2 = 144 \text{ inch}^2$
ตารางเปลี่ยนหน่วยปริมาตร	$1 \text{ m}^3 = 16.3871 \text{ cm}^3$ $1 \text{ inch}^3 = 156.3871 \text{ cm}^3$ $1 \text{ ft}^3 = 1,728 \text{ inch}^3$
ตารางเปลี่ยนหน่วยความเร็ว	$1 \text{ m/s} = 196.85 \text{ ft/min}$
ตารางเปลี่ยนหน่วยอุณหภูมิ	$C = (F-32)/1.8$
ตารางเปลี่ยนหน่วยกำลัง	$1 \text{ HP} = 745.7 \text{ Watt}$ $1 \text{ kW} = 3.412 \text{ Btu/hr}$ $1 \text{ HP} = 2,544 \text{ Btu/hr}$ $1 \text{ TON} = 12,000 \text{ Btu/hr}$ $1 \text{ kW} = 1,000 \text{ Watt}$
ตารางเปลี่ยนหน่วยอัตราการไหล	$1 \text{ m}^3/\text{hr} = 0.5886 \text{ ft}^3/\text{min}$ $1 \text{ GPM(US)} = 0.2271 \text{ m}^3/\text{hr}$ $1 \text{ Liter/s} = 0.119 \text{ ft}^3/\text{min}$ $1 \text{ GPM(US)} = 0.1337 \text{ ft}^3/\text{min}$ $1 \text{ Liter/s} = 3.6 \text{ m}^3/\text{hr}$
ตารางเปลี่ยนหน่วยความดัน	$1 \text{ inch H}_2\text{O} = 249.0819 \text{ Pa}$ $1 \text{ atm} = 101,325 \text{ Pa}$ $1 \text{ psi} = 6,894.7573 \text{ Pa}$

การคำนวณอัตราการหมุนเวียนอากาศต่อชั่วโมง

สูตรคำนวณอัตราการไหลของอากาศ

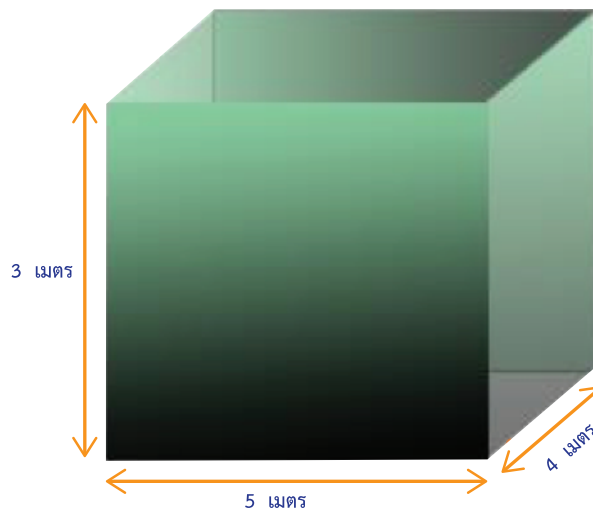
1) ปริมาตรอากาศถ่ายเท

$$\begin{aligned}
 1) \text{ ปริมาตรอากาศถ่ายเท} &= \text{ขนาดพื้นที่ช่องเปิด (ตารางเมตร) X ความเร็วลมเฉลี่ย (เมตร/วินาที)} \\
 &= \underline{\hspace{2cm}} \text{ (ตารางเมตร) X } \underline{\hspace{2cm}} \text{ (เมตร/วินาที)} \\
 &= \underline{\hspace{2cm}} \text{ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที) X 3600 (วินาที/ชั่วโมง)} \\
 &= \underline{\hspace{2cm}} \text{ (ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง)}
 \end{aligned}$$

2) ปริมาตรอากาศถ่ายเทต่อชั่วโมง

$$\begin{aligned}
 2) \text{ ปริมาตรอากาศถ่ายเทต่อชั่วโมง} &= \frac{\text{ปริมาตรอากาศถ่ายเท (ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง)}}{\text{ปริมาตรของห้อง (ลูกบาศก์เมตร)}} \\
 &= \underline{\hspace{2cm}} \text{ Air change per hour (ACH)}
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างการคำนวณอัตราการหมุนเวียนอากาศต่อชั่วโมง



$$\begin{aligned}
 \text{ขนาดห้องเท่ากับ } 5 \text{ เมตร} \times 4 \text{ เมตร} \times 3 \text{ เมตร} &= 60 \text{ ลูกบาศก์เมตร} \\
 \text{เพราะฉะนั้น } 1 \text{ ACH} &= 60 \text{ CMH (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง)} \\
 &= 35 \text{ CFM (ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที)}
 \end{aligned}$$

## ตัวอย่างการวัดอัตราการไหลของอากาศ



ปริมาณอากาศที่ไหลผ่านห้องสามารถคำนวณได้จากพื้นที่ที่อากาศไหลผ่าน เช่น หน้ากากจ่ายลม ช่องว่างของประตู - หน้าต่าง ฯลฯ

$$Q = V \times A$$

Q = ปริมาณอากาศ (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง หรือ ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที)

V = ความเร็วของการไหล (เมตรต่อวินาที หรือ ฟุตต่อนาที)

A = พื้นที่หน้าตัดของช่องเปิด (ตารางเมตร หรือ ตารางฟุต)

### ตัวอย่างการคำนวณ

1. วัดขนาดของช่องจ่ายลมได้ประมาณ 0.1 ตารางเมตร
2. วัดความเร็วของการไหลได้ 1 เมตรต่อวินาที

จากสมการ  $Q = V \times A$

จะได้  $Q = 1 \text{ เมตรต่อวินาที} \times 0.1 \text{ ตารางเมตร}$

เพราะฉะนั้น  $Q = 0.1 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที}$   
 $= 0.1 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที} \times 3600 \text{ วินาที}$   
 $= 360 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง}$

หากต้องการเปลี่ยนหน่วยจาก ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง เป็น ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที สามารถเปลี่ยนค่าได้คือ  $360 \text{ ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง} \times 0.589 = 212 \text{ ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที}$

## การตรวจสอบความถูกต้อง (Validation)

การกำหนดจำนวนจุดตรวจวัดชั้นต่ำในพื้นที่

Table A.1 sampling locations related to cleanroom area

Area of Cleanroom (m <sup>2</sup> ) Less than or equal to	Minimum number of sampling Locations to be tested (N <sub>L</sub> )
2	1
4	2
6	3
8	4
10	5
24	6
28	7
32	8
36	9
52	10
56	11
64	12
68	13
72	14
76	15
104	16
108	17
116	18
148	19
156	20

Area of Cleanroom (m <sup>2</sup> ) Less than or equal to	Minimum number of sampling Locations to be tested (N <sub>L</sub> )
192	21
232	22
276	23
352	24
436	25
636	26
1000	27
>1000	ตามสูตรตั้งสมการด้านล่าง

NOTE 1 If the considered area falls between values in the table. The greater of the two should be selected.

NOTE 2 In the case of unidirectional airflow. The area may be considered as the cross section of the moving air perpendicular to the direction of the airflow. In all other cases the area may be considered as the horizontal plan area of the cleanroom or clean zone

ตารางข้างต้นจะใช้ในการกำหนดจำนวนจุดตรวจวัดขั้นต่ำที่ต้องตรวจวัดภายในพื้นที่ โดยถ้าพื้นที่ห้องที่ต้องการตรวจวัดอยู่ในระหว่างค่าใดค่าหนึ่ง ให้ใช้จำนวนจุดตรวจวัดที่มากกว่า และกรณีพื้นที่ห้องใหญ่กว่า 1,000 ตารางเมตร ต้องใช้สมการในการคำนวณดังนี้

$$N = 27 \times \left[ \frac{\text{Area}}{1000} \right]$$

N = จำนวนจุดตรวจวัดขั้นต่ำ

## ISO Class Number

ISO Class Number (N)	Maximum allowable concentrations (particles/m <sup>3</sup> ) for particles equal to and greater than the considered sizes, shown below					
	0.1 µm	0.2 µm	0.3µm	0.5µm	1µm	5 µm
ISO Class 1	10	2				
ISO Class 2	100	24	10	4		
ISO Class 3	1 000	237	102	35	8	
ISO Class 4	10 000	2 370	1 020	352	83	
ISO Class 5	100 000	23 700	10 200	3 520	832	29
ISO Class 6	1 000 000	237 000	102 000	35 200	8 320	293
ISO Class 7				352 000	83 200	2 930
ISO Class 8				3 520 000	832 000	29 300
ISO Class 9				35 200 000	8 320 000	293 000

**NOTE** Uncertainties related to the measurement process require that concentration data with no more than three significant figures be used in determining the classification level

#### ภาคผนวกที่ 4

#### ประสิทธิภาพของแผงกรองอากาศ

มาตรฐาน ASHRAE 170-2008 แนะนำว่าพื้นที่ต่างๆ ภายในสถานพยาบาล ควรติดตั้งแผงกรองอากาศชนิดที่แสดงในตาราง

TABLE 6-1 Minimum Filter Efficiencies

Space Designation (According to Function)	Filter Bank Number 1 (MERV) <sup>a</sup>	Filter Bank Number2 (MERV) <sup>a</sup>
Classes B and C surgery; inpatient and ambulatory diagnostic and therapeutic radiology; inpatient delivery and recovery spaces	7	14
Inpatient care, treatment, and diagnosis, and those spaces providing direct service or clean supplies and clean processing (except at noted below); All rooms	7	14
Protective environment room (PE)	7	17 (HEPA) <sup>c</sup>
Laboratories; Class A surgery and associated semi-restricted spaces	13 <sup>b</sup>	N/R*
Administrative; bulk storage; Soiled holding spaces; food preparation spaces; and laundries.	7	N/R
All other outpatient spaces	7	N/R
Skilled nursing facilities	7	N/R

\*N/R = not required

**Note a :** the minimum efficiency reporting value (MERV) is based on the method of testing described in ANSI/ASHRAE Standard 52.2-2007, Method of Testing General Air-Cleaning devices for Removal Efficiency by Particle Size (see Informative Annex B: Bibliography).

**Note b :** Additional prefilters may be used to reduce maintenance for filter with efficiencies higher than MERV7.

**Note c :** Filter Bank No.2 may be a MERV 14 if a MERV 17 tertiary terminal filter is provide for these spaces.



โดยประสิทธิภาพของแผงกรองอากาศแสดงตามตาราง

MERV RATING CHART					
Standard 52.5 Minimum Efficiency Reporting Value	Dust Spot Efficiency	Arretine	Typical Controlled Contaminant	Typical Application and Limitation	Typical Air Filter/Cleaner Type
20	n/a	n/a	< 0.30 pm particle size	Cleanrooms	≥ 99.999% eff. On. 10-20pm
19	n/a	n/a	Virus (unattached)	Radioactive Materials	Particles
18	n/a	n/a	Carbon dust	Pharmaceutical Man	Particles
17	n/a	n/a	All Combustion smoke	Carcinogenetic Materials	Particles
16	n/a	n/a	.30-1.0 pm particle size	General Surgery	Bag Filter-Non supported
15	>95%	n/a	All Bacteria	Hospital Inpatient care	Microfine fiberglass or synthetic media, 12-35 in. deep, 6-12 pockets
14	90-95%	>98%	Most Tobacco Smoke	Smoking Lunges	Box Filter –Rigid Style Cartridge Filter 6 to 12 deep may use
13	89-90%	>98%	Proplet NuCELL (Sneeze)	Superior Commercial Buildings	Loft or paper media.

## MERV RATING CHART

Standard 52.5 Minimum Efficiency Reporting Value	Dust Spot Efficiency	Arretine	Typical Controlled Contaminant	Typical Application and Limitation	Typical Air Filter/Cleaner Type
12	70-75%	>95%	1.0-3.0 pm particle Size Legionella	Superior Residential	Bag filter –non supported microfine fiberglass or syntetic media,12-35 in deep 6-12 pockets
11	60-65%	>95%	Humidifier Dust Lead Dust	Better Commercial Buildings	Bag filter –non supported microfine fiberglass or syntetic media,12-35 in deep 6-12 pockets
10	50-55%	>95%	Milled Flour Auto Emissions	Hospital laboratory	Box Filter –Ragid style cartridge Filter 6 to 12 deep m ay use lofted or paper media
9	40-45%	>90%	Welding Fumes	Hospital laboratory	Box Filter –Ragid style cartridge Filter 6 to 12 deep m ay use lofted or paper media.
8	30-35%	>90%	3.0-10.0 pm Particles size Mold Spores	Commercial Building	Pleated Filters – Disposable Extended Surface area. Thick with cotton-polyester blend media,cardboard frame

### MERV RATING CHART

Standard Minimum Efficiency Reporting Value	Dust Spot Efficiency	Arretine	Typical Controlled Contaminant	Typical Application and Limitation	Typical Air Filter/Cleaner Type
7	25-30%	>90%	Hair Spray	Better Residential	Pleated Filters – Disposable Extended Surface area. Thick with cotton-polyester blend media, cardboard frame
6	<20%	85-90%	Fabric Protect Dusting Aids	Industrial Workplace	Cartridge Filters-Graded density viscous coated cube or pocket filters, synthetic media
5	<20%	80-85%	Cement Dust Pudding Mix	Paint booth inlet	Throwaway-Disposable Synthetic panel filter
4	<20%	75-80%	>10.0 pm Particle Size Pollen	Minimal Filtration	Throwaway-Disposable Synthetic panel filter
3	<20%	70-75%	Dust Mites Sand- ing Dust	Residential	Washable-Aluminum Mesh
2	<20%	65-70%	Spray Paint Dust	Window A/C Units	Washable-Aluminum Mesh
1	<20%	<65%	Textile Fibers Carpet Fibers		Electrostatic –Self charging woven panel filter

## ภาคผนวกที่ 5 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมสิ่งแวดล้อมในแผนกต่าง ๆ ของสถานพยาบาล

ลำดับที่	ตัวแปร	ห้องแยกผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศ	ห้องฉุกเฉิน	ห้องส่องกล้อง	ห้องรังสีวินิจฉัย	ห้องตรวจผู้ป่วยนอก	คลินิกไวรัส	พื้นที่แยกผู้ป่วยภายในเรือนจำ
1	แรงดันอากาศ	< - 2.5 Pa.	< - 2.5 Pa.	< - 2.5 Pa.	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	< - 2.5 Pa.	< - 2.5 Pa.
2	อัตราการถ่ายเทอากาศ	> 12 ACH	> 12 ACH	> 12 ACH	> 6 ACH	> 6 ACH	> 12 ACH	> 12 ACH
3	อัตราการเติมอากาศจากภายนอก	> 2 ACH	> 2 ACH	> 2 ACH	> 2 ACH	2 ACH	> 2 ACH	> 2 ACH
4	อุณหภูมิ	21 – 24 oC	21 – 24 oC	21 – 23 oC	22 – 26 oC	21 – 24 oC	21 – 24 oC	21 – 24 oC
5	ความชื้นสัมพัทธ์	30 – 60 %RH	< 65%RH	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	< 60%RH	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด
6	แสงกรองอากาศ							
	- อากาศदानจ่ายเข้าสู่ห้อง	MERV 14	MERV 7	MERV 14	MERV7	MERV7	MERV 14	MERV 14
	- อากาศระบายทิ้งออกจากห้อง	MERV 17 (99.97% DOP Test*)	ไม่กำหนด	MERV 17 (99.97% DOP Test*)	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	MERV 17 (99.97% DOP Test*)	MERV 17 (99.97% DOP Test*)
7	ตำแหน่งหน้ากักจ่ายอากาศเข้าห้อง	ฝ้าเพดานใกล้ประตูหรือหน้าต่าง	ไม่กำหนด	ฝ้าเพดาน	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	ฝ้าเพดาน	ฝ้าเพดาน
8	ตำแหน่งหน้ากักระบายอากาศจากห้อง	ผนังด้านหลังหัวเตียงหรือฝ้าเพดานเหนือเตียง	ไม่กำหนด	ใกล้ผู้ป่วย	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด	ใกล้ผู้ป่วย	ใกล้ผู้ป่วย

## การทดสอบการแนบสนิทของหน้ากากกรองอนุภาค (Fit testing: FT)

### การทดสอบการแนบสนิทของหน้ากากกรองอนุภาค (Fit testing: FT)

การทดสอบการแนบสนิทหรือความกระชับของหน้ากากกรองอนุภาค เป็นวิธีการตรวจสอบว่าหน้ากากกรองอนุภาคขนาดใดเข้ากันกับใบหน้าและปิดผนึกอย่างเหมาะสมกับใบหน้าของผู้สวมใส่ และเพื่อให้มีความมั่นใจแก่ผู้ใส่ว่าสามารถใช้ได้อย่างเหมาะสม และเพิ่มความปลอดภัย

**การทดสอบเชิงคุณภาพ** Qualitative fit testing เป็นการทดสอบที่ให้ผล ผ่าน หรือไม่ผ่าน โดยให้ผู้สวมใส่หน้ากากประเมิน การรั่วของสารทดสอบ ตัวอย่างผ่านเข้ามาทางขอบหน้ากาก ด้วยวิธีการทดสอบด้วยสารละลายให้รสหวานจากซัคคาริน (Saccharin Solution Aerosol Protocol) หรือที่ให้รสขมจากสารละลาย Bitrex™ (Denatonium Benzoate) Solution Aerosol Protocol ซึ่งโดยทั่วไปนิยมใช้สารละลายให้รสหวานจากซัคคาริน (Saccharin Solution Aerosol Protocol) ก่อนการทดสอบการแนบสนิทของหน้ากากกรองอนุภาค จะต้องทดสอบประสิทธิภาพสัมผัส sensitivity test และตรวจสอบการผนึกแนบสนิทของหน้ากากกับใบหน้า (seal check) ดังนี้

#### 1) การทดสอบประสิทธิภาพสัมผัส (sensitivity test) มีขั้นตอนดังนี้

1. สวมถุงคลุมศีรษะที่ประกอบเรียบร้อยแล้วให้กับผู้ถูกทดสอบ โดยผู้ถูกทดสอบยังไม่ต้องสวมใส่หน้ากาก
2. ปรับตำแหน่งของถุงคลุมศีรษะโดยให้ช่องพลาสติกด้านหน้าอยู่ห่างจากใบหน้าของผู้ถูกทดสอบประมาณ 6 นิ้ว
3. บอกให้ผู้ถูกทดสอบหายใจทางปาก
4. ฉีดสารละลายที่ใช้ทดสอบเข้าไปในถุงคลุมศีรษะ โดยฉีดผ่านช่องกลมบนแผ่นพลาสติกด้านหน้าของถุงคลุมศีรษะประมาณ 10 ครั้ง โดยถืออุปกรณ์กำเนิดละอองในตำแหน่งที่ตั้งตรง บีบลูกยางให้แฟบลงอย่างเต็มที่ แล้วปล่อยให้ลูกยางคลายตัวจนกระทั่งมีรูปร่างเหมือนเดิม
5. ถามผู้ถูกทดสอบว่าได้รับรสหวานหรือไม่
  - หากได้รับ แสดงว่าผู้ถูกทดสอบสามารถรับรสหวานที่ความเข้มข้นต่ำ ๆ ได้ จดบันทึกจำนวนครั้งของการบีบลูกยาง และทำการทดสอบความกระชับต่อไป
  - หากผู้ถูกทดสอบยังไม่ได้รับรสหวาน ให้บีบลูกยางอีกประมาณ 10 ครั้ง หรือมากกว่าก็ได้ จากนั้นจดบันทึกจำนวนครั้ง
  - หากผู้ถูกทดสอบยังไม่ได้รับรสหวาน หลังจากบีบลูกยางไปแล้ว 30 ครั้ง ให้หยุดการทดสอบ และเปลี่ยนไปใช้วิธีการทดสอบวิธีใหม่

6. ถอดถุงคลุมศีรษะออก ปล่อยให้ผู้ถูกทดสอบหายใจตามปกติประมาณ 2-3 นาที หรือล้างปากด้วยน้ำสะอาด

### ภาพ ก. การทดสอบประสิทธิภาพการซึมผ่าน (sensitivity test)



### 2) การตรวจสอบการแนบสนิทแนบสนิทของหน้ากากกับใบหน้า (seal check)

1. ทดสอบการแนบสนิทของหน้ากากกับใบหน้าโดยความดันเป็นลบ ผู้สวมหน้ากากแล้วให้หายใจเข้าเบาๆ เพื่อให้ความดันเป็นลบ แล้วค้างไว้ 2-3 วินาที จะพบว่าหน้ากากจะยุบตัวลงเล็กน้อย แล้วตรวจสอบว่ามีการรั่วของอากาศจากภายนอกหน้ากากหรือไม่
2. ทดสอบการแนบสนิทของหน้ากากกับใบหน้าโดยความดันเป็นบวก ผู้สวมหน้ากากหายใจออกเบาๆ เพื่อให้เกิดแรงดันบวกภายในหน้ากาก แล้วตรวจสอบว่ามีการรั่วของอากาศจากหน้ากากออกไปข้างนอกหรือไม่
3. ถ้าไม่ผ่านการทดสอบการแนบสนิทดังข้างต้น ควรปรับสายรัดแล้วทำการทดสอบซ้ำอีกครั้ง หากยังไม่ผ่านควรเปลี่ยนขนาด หรือรุ่นของหน้ากาก เมื่อผ่านการทดสอบข้างต้น ต่อมาคือการทดสอบคุณภาพของการแนบสนิท



#### การทดสอบการแนบสนิทของหน้ากากกรองอนุภาค (Fit testing: FT)

1. สวมถุงคลุมศีรษะให้ผู้ถูกทดสอบ และให้ผู้ถูกทดสอบหายใจทางปาก
2. ฉีดสารละลายของฝอยของสารละลายที่ใช้ทดสอบเข้าไปในถุงคลุมศีรษะตามจำนวนครั้งที่บันทึกไว้ในขั้นตอนที่ 1 หรืออย่างน้อย 10 ครั้ง และฉีดซ้ำอีก 5 ครั้ง ทุก ๆ 30 วินาที เพื่อรักษาระดับความเข้มข้นของสารละลายภายในถุงคลุมศีรษะให้คงที่
3. หลังจากการฉีดสารละลายรอบแรกแล้ว (10 ครั้ง) ผู้ถูกทดสอบต้องแสดงกิริยาดังนี้ (ข้อละ 60 วินาที)
  - หายใจทางปากด้วยอัตราปกติ
  - หายใจลึก ๆ ด้วยอัตราปกติ
  - หันใบหน้าไปทางซ้ายและขวา โดยหันซ้าย 1 วินาที และหันขวา 1 วินาที
  - ก้มและเงยใบหน้า โดยก้มหน้า 1 วินาที และเงยหน้า 1 วินาที
  - พูดข้อความที่กำหนด ซ้ำ ๆ และดัง ๆ หรือนับเลข หรือพูด หรือร้องเพลง
4. หากผู้ถูกทดสอบได้รับรสหวานของสารละลายที่ใช้ทดสอบแสดงว่าผู้ถูกทดสอบสวมใส่หน้ากากไม่กระชับดีพอ ผู้ถูกทดสอบควรหยุดพักประมาณ 15 นาที แล้วจึงทดสอบซ้ำ
5. หลังจากทดสอบซ้ำอีกครั้ง หากผู้ถูกทดสอบยังได้รับรสหวาน อาจพิจารณาเปลี่ยนหน้ากากให้มีขนาดใหญ่ขึ้นหรือเล็กลง หรืออาจเปลี่ยนหน้ากากรุ่นใหม่ก็ได้
6. หากผู้ถูกทดสอบไม่ได้รับรสหวานเลยขณะทำการทดสอบ แสดงว่าผู้ถูกทดสอบสวมใส่หน้ากากอย่างกระชับดี และหน้ากากนั้นมีความเหมาะสมกับใบหน้าของผู้ถูกทดสอบแล้ว



#### ข้อควรระวังในการทดสอบเชิงคุณภาพ Qualitative fit testing

1. ผู้ถูกทดสอบ ต้องไม่ทานอาหาร ดื่มเครื่องดื่ม (ยกเว้นน้ำเปล่า) สูบบุหรี่ เคี้ยวหมากฝรั่ง ก่อนทดสอบอย่างน้อย 15 นาที เพราะจะทำให้ผลการทดสอบผิดพลาดได้
2. ผู้ถูกทดสอบต้องไม่มีหวัด
3. ต้องใช้น้ำยาให้ถูกต้องกับประเภทการทดสอบ (น้ำยา sensitivity น้ำยา Fit test)
4. ตัวกระบอกพ่นสารอาจเกิดการอุดตันได้ระหว่างการทดสอบ
5. หากผู้ทดสอบรู้สึกหายใจติดขัดระหว่างทดสอบ ให้หยุดและปรึกษาแพทย์ทันที



## ภาคผนวกที่ 7

### รายนามคณะกรรมการแนวทางการป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อวัณโรค (Guidelines for Prevention and Control of tuberculosis transmission)

#### ที่ปรึกษา

- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| 1) นายแพทย์สุวรรณชัย วัฒนายิ่งเจริญชัย | อธิบดีกรมควบคุมโรค              |
| 2) นายแพทย์ภานุมาศ ญาณเวทย์สกุล        | รองอธิบดีกรมควบคุมโรค           |
| 3) นายแพทย์เจริญ ชูโชติถาวร            | ที่ปรึกษากกรมการแพทย์           |
| 4) ดร.แพทย์หญิงเพชรวรรณ พึ่งรัมย์      | นายแพทย์ทรงคุณวุฒิ กรมควบคุมโรค |

#### บรรณาธิการ

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| 1) แพทย์หญิงศรีประพา เนตรนิยม   | นายแพทย์ทรงคุณวุฒิ กรมควบคุมโรค  |
| 2) แพทย์หญิงผลิน กมลวิทย์       | ผู้อำนวยการสำนักวัณโรค   |
| 3) แพทย์หญิงจรียา แสงสัจจา      | รองกรรมการผู้อำนวยการคลินิกศูนย์แพทย์พัฒนา<br>สถาบันบำราศนราดูร          |
| 4) ศาสตราจารย์อะเคื้อ อุณหเลขกะ | ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิจัยและนวัตกรรม<br>คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |

#### คณะผู้นิพนธ์

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| 1) แพทย์หญิงศรีประพา เนตรนิยม   | กรมควบคุมโรค                           |
| 2) ศาสตราจารย์อะเคื้อ อุณหเลขกะ | มหาวิทยาลัยเชียงใหม่                   |
| 3) แพทย์หญิงจรียา แสงสัจจา      | สถาบันบำราศนราดูร                      |
| 4) แพทย์หญิงผลิน กมลวิทย์       | สำนักวัณโรค                            |
| 5) นายภัทร วัฒนธรรม             | บริษัท เนเซอร์ล กรีน อินโนเวชั่น จำกัด |
| 6) แพทย์หญิงนภัทร ชิตวารการ     | สถาบันบำราศนราดูร                      |
| 7) นางวราภรณ์ เทียนทอง          | สถาบันบำราศนราดูร                      |
| 8) นางสาวอัมไพวรรณ พวงกำหยาด    | สถาบันบำราศนราดูร                      |
| 9) นางสาวลัษณ์พร วิสิฐนนทชัย    | สถาบันบำราศนราดูร                      |
| 10) นางพัชรา ตันธีรพัฒน์        | สถาบันบำราศนราดูร                      |
| 11) นางสาวจิตรลดา รุจิทิพย์     | สถาบันบำราศนราดูร                      |
| 12) นางสาวสุธัญญา ผู้พัฒน์      | กองบริการทางการแพทย์ กรมราชทัณฑ์       |
| 13) นายอรรถกร จันทร์มาทอง       | สำนักวัณโรค                            |
| 14) จำเอกชำนาญ ยุงไธสง          | สำนักวัณโรค                            |

### คณะผู้จัดทำและเรียบเรียงเนื้อหา

- 1) นายอรรถกร จันทร์มาทอง
- 2) นายเอกราช มีแก้ว
- 3) นางสาวอรนันต์ ลีลาภูด
- 4) นางสาวศิวรัตน์ นามรัง
- 5) นางสาววาสนา ผุยหัวโทน
- 6) นางสาวณัฐกฤตา บริบูรณ์
- 7) นางสาวกิตติยาพร ทองแย้ม
- 8) นางสาวทิพยาภรณ์ ฟองกาวิ

### ขอขอบคุณ

นายแพทย์ยุทธิชัย เกษตรเจริญ / ดร.เพชรมณี วิริยะสีบพงศ์ / ดร.รุ่งรังสี วิบูลชัย / นายแพทย์วิศิษฐ์ เพิ่มธรรมสิน / ร้อยโทหญิงชุติมา เจริญพร / นางจรรยา ด่านยุทธพลชัย ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญ นักวิชาการของสำนักวัณโรค พร้อมทั้งหน่วยงานเครือข่าย ที่สนับสนุนภาพประกอบ และได้ร่วมจัดทำตลอดจนให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการปรับปรุงแนวทางการป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อวัณโรค ฉบับนี้





กรมควบคุมโรค  
DEPARTMENT OF DISEASE CONTROL

# แนวทางการป้องกัน และควบคุมการแพร่กระจายเชื้อวัณโรค

Guidelines for Prevention and Control  
of tuberculosis transmission