



ความปกติใหม่ในการตรวจสอบสมรรถภาพปอดสไปโรเมตรี New Normal in Spirometric Procedures

สิมาพร พรหมสาร วท.บ.

ภัทรพันธุ์ เลิศฤทธิวิมานแมน พ.บ.

สาขาวิชาโรคระบบการหายใจและวัณโรค

ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

บทนำ

นับตั้งแต่เดือนธันวาคม 2562 ที่องค์การอนามัยโลก WHO (World Health Organization) ได้รับทราบและแจ้งถึงกรณีการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (Coronavirus Disease 2019, COVID-19) ที่ได้แพร่ระบาดไปยังทั่วโลก¹ มีผู้ติดเชื้อมากกว่า 794,1791 คน² ผู้เสียชีวิตมากกว่า 434,796 คน² ในประเทศไทยได้เริ่มมีการแพร่ระบาดโดยแจ้งพบผู้ติดเชื้อรายแรกเมื่อวันที่ 13 มกราคม 2563³ ผู้เสียชีวิตรายแรกเมื่อวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2563⁴ และการแพร่เชื้อของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) สามารถแพร่จากคนหนึ่งไปสู่อีกคนหนึ่งผ่านทางฝอยละออง⁵ ทางจมูกหรือปากของผู้ติดเชื้อ จากการไอ จาม หรือหายใจ โดยสามารถรับเชื้อได้จากการสัมผัสพื้นผิวหรือวัตถุเหล่านั้นที่มีเชื้อแล้วมาสัมผัสตา จมูกหรือปาก และการรับเชื้อโดยตรงจากการหายใจเอาฝอยละอองของผู้ติดเชื้อเข้าสู่ระบบการหายใจ⁵

จากลักษณะและวิธีการของหัตถการ รวมถึงลักษณะทางกายภาพของผู้รับการตรวจ ทำให้การตรวจสอบสมรรถภาพปอดเป็นหัตถการที่มีความเสี่ยงสูงในการแพร่กระจายของเชื้อในระดับที่ทำให้เกิดละอองลอย (Aerosol generating procedure, AGPs) และไม่ทำให้เกิดละอองลอย (Non-aerosol generating procedures, Non-AGPs) ซึ่งต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของบุคลากรทางการแพทย์ในทุกๆระดับ ผู้รับการตรวจ รวมถึงผู้ป่วยอื่น ๆ ที่มาทำการรักษาในโรงพยาบาล⁵ ที่อาจได้รับเชือดังกล่าวในระหว่างการตรวจโดยตรงและสัมผัสใกล้ชิด⁶ ดังนั้นการตรวจดังกล่าวจึงควรทำในกรณีที่สำคัญหรือ

เพื่อความจำเป็นสำหรับการตัดสินใจในการรักษาอย่างเร่งด่วนเท่านั้น⁷⁻⁸ โดยหากจำเป็นต้องตรวจสอบสมรรถภาพปอด ควรคำนึงถึงการป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อดังต่อไปนี้

ห้องตรวจ

1. พิจารณาการจัดทำห้องตรวจที่เป็นห้องความดันลบ (negative pressure room) หรืออย่างน้อยที่สุดควรเป็นห้องที่ระบบการระบายและกรองอากาศติดตั้งแผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพสูงมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 99.97 (0.3 ไมครอน) MERV17 (High Efficiency Particulate Air Filters, HEPA filter)^{5, 9-10} ตามมาตรฐาน IEST-RP-CC007 โดยประสิทธิภาพการกรอง การระบายและระบบหมุนเวียนอากาศเพียงพอต่อขนาดของห้องตรวจ

2. ในกรณีที่ห้องตรวจไม่สามารถปรับปรุงให้เป็นห้องความดันลบ หรือห้องที่มีระบบระบายอากาศและกรองอากาศติดตั้งแผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (HEPA filter) ได้ให้ใช้เครื่องกรองอากาศชนิดเคลื่อนที่ (portable air purifier) ติดตั้งแผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (HEPA filter) โดยให้เครื่องกรองอากาศดังกล่าวอยู่ใกล้กับตำแหน่งและทิศทางการเป่าลมของผู้รับการตรวจมากที่สุด

3. เปลี่ยนรอบอากาศในห้องตรวจ (air-change) อย่างน้อย 12 รอบต่อชั่วโมง (12 ACH)⁹⁻¹⁰ ขึ้นไป ซึ่งสามารถกำจัดเชื้อในอากาศได้ร้อยละ 99.99 ในระยะเวลา 35 นาที ดังนั้นควรเปิดระบบอย่างน้อย 30 นาที หรือตามประสิทธิภาพของระบบกรองและระบายอากาศก่อนทำการ

ตรวจทุกราย และหากไม่สามารถเปลี่ยนรอบอากาศในห้องตรวจ 12 รอบต่อชั่วโมงได้ ควรเปลี่ยนรอบอากาศในห้องตรวจตามมาตรฐานห้องตรวจทั่วไปที่ไม่มีการติดเชื้ออย่างน้อย 6 รอบต่อชั่วโมง (6ACH)¹⁰ ซึ่งสามารถกำจัดเชื้อในอากาศได้ร้อยละ 99.99 ในระยะเวลา 69 นาที ดังนั้นควรเปิดระบบอย่างน้อย 1 ชั่วโมงก่อนทำการตรวจทุกราย ทั้งนี้ พี่งระลึกไว้เสมอว่าการเปลี่ยนรอบอากาศ 6 รอบต่อชั่วโมง (6ACH) อาจไม่สามารถป้องกันการกระจายของเชื้อในลักษณะ air-borne transmission ได้

ตารางที่ 1. Air changes/hour (ACH) and time required for airborne-contaminant removal by efficiency* ^{11, 15-16}

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

* This table is revised from Table S3 - 1 in reference 15 and has been adapted from the formula for the rate of purging airborne contaminants presented in reference 16

+ Shaded entries denote frequently cited ACH for patient - care areas

§ Values were derived from the formula: $t_2 - t_1 = - [\ln (C_2 / C_1) / (Q / V)] \times 60$, with $t_1 = 0$

Where t_1 = initial timepoint in minutes
 t_2 = final timepoint in minutes
 C_1 = initial concentration of contaminant
 C_2 = final concentration of contaminant
 $C_2 / C_1 = 1 - (\text{removal efficiency} / 100)$
 Q = air flow rate in cubic feet/hour
 V = room volume in cubic feet
 $Q / V = \text{ACH}$

4. ก่อนทำการตรวจทุกรายให้ทำความสะอาดฆ่าเชื้อตามมาตรฐานของห้อง Body Box และพื้นห้อง โดยขณะทำความสะอาดให้เปิดระบบการระบายและกรองอากาศอย่างน้อย 30 นาทีสำหรับรอบอากาศในห้องตรวจ 12 รอบต่อชั่วโมง (12ACH) ซึ่งสามารถกำจัดเชื้อในอากาศได้ร้อยละ 99.99 หรือตามประสิทธิภาพของระบบกรองอากาศก่อนใช้ตรวจรายต่อไป

อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจ

1. เปลี่ยน mouthpiece^{9,12}, nose clip^{9,12}, spacer⁹, flow sensor⁹ และ volume sensor⁹ ใหม่ทุกครั้งสำหรับการตรวจแต่ละราย และใช้ disposable in-line filter⁹ ที่สามารถกรองทั้งแบคทีเรียและไวรัสสำหรับการตรวจทุกราย

2. Flow sensor และ volume sensor ต้องเปลี่ยนใหม่ทุกครั้งสำหรับผู้รับการตรวจแต่ละราย ในกรณีหากไม่สามารถเปลี่ยนใหม่ได้ ต้องเช็ดทำความสะอาดในพื้นที่มีโอกาสสัมผัสเชื้อ เช่น บริเวณที่ mouthpiece⁹ เชื่อมต่อ หรือบริเวณที่ผู้รับการตรวจใช้มือจับ โดยใช้ผ้าชุบน้ำยาฆ่าเชื้อเช็ดทำความสะอาด เช่น 80-95% ethanol ซึ่งออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อได้ทันที

3. ห้ามใช้เครื่องพ่นละอองยาไฟฟ้า (nebulizer) ในการพ่นยาขยายหลอดลมในการทดสอบ reversibility ให้พ่นยาขยายหลอดลมผ่าน spacer ซึ่งต้องเปลี่ยนใหม่ทุกครั้งสำหรับผู้รับการตรวจแต่ละราย⁹

4. การทำความสะอาด การส่งทำความสะอาดและการทำให้ปราศจากเชื้อของอุปกรณ์หมุนเวียน หรือการทิ้งอุปกรณ์สิ้นเปลืองให้ปฏิบัติตามแนวทางปฏิบัติของสถานพยาบาล

5. ทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ผู้รับการตรวจสัมผัสพื้นผิวอุปกรณ์ เครื่องตรวจ สายส่งสัญญาณ หรือในบางอุปกรณ์ที่มีช่องว่างและมีการสัมผัสบ่อยครั้ง สามารถใช้แผ่นฟิล์มพลาสติกใสบาง (plastic wrap) ห่อหุ้มอุปกรณ์นั้นๆ เพื่อการทำความสะอาดได้ง่าย เช่น แก้วอึ้นของผู้รับการทดสอบ คีย์บอร์ด แมสส์ และใช้ 80-95% ethanol หรือทำความสะอาดตามวิธีการและมาตรฐานของเครื่องมืออื่นๆ ก่อนทำการตรวจรายต่อไป

ตารางที่ 2. Inactivation of coronaviruses (SARS-CoV) by different types of biocidal agents in suspension tests¹³

Biocidal agent	Concentration	Strain / isolate	Exposure time	Reduction of viral infectivity (log10)
Ethanol	95%	Isolate FFM-1	30 s	≥ 5.5
	85%	Isolate FFM-1	30 s	≥ 5.5
	80%	Isolate FFM-1	30 s	≥ 4.3
2-Propanol	100%	Isolate FFM-1	30 s	≥ 3.3
	75%	Isolate FFM-1	30 s	≥ 4.0
	70%	Isolate FFM-1	30 s	≥ 3.3
2-Propanol and 1-propanol	45%	Isolate FFM-1	30 s	≥ 4.3
	30%	Isolate FFM-1	30 s	≥ 2.8
Formaldehyde	1%	Isolate FFM-1	2 min	> 3.0
	0.7%	Isolate FFM-1	2 min	> 3.0
Gluteraldehyde	2.5%	Hanoi strain	5 min	> 4.0
	0.5%	Isolate FFM-1	2 min	> 4.0
Povidone iodine	1%	Hanoi strain	1 min	> 4.0
	0.47%	Hanoi strain	1 min	3.8
	0.25%	Hanoi strain	1 min	> 4.0
	0.23%	Hanoi strain	1 min	> 4.0
	0.23%	Isolate FFM-1	15 s	≥ 4.4

SARS, Severe Acute Respiratory Syndrome; MERS, Middle East Respiratory Syndrome; MHV, mouse hepatitis virus; CCV, canine coronavirus; HCoV, human coronavirus

ผู้รับการตรวจ

1. เพื่อประโยชน์สูงสุดในการป้องกันการแพร่เชื้อ ให้อนุมานว่าผู้รับการตรวจเป็นผู้ติดเชื้อ^๑ โดยให้ผู้รับการตรวจสวมหน้ากากอนามัย (surgical mask) แบบใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้งตลอดเวลา ระหว่างรอการตรวจ ทำการล้างมือ ทั้งก่อนและหลังจากการสัมผัสอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในห้องตรวจด้วยสบู่ แอลกอฮอล์แบบน้ำหรือเจล
2. ผู้ที่มีภาวะภูมิคุ้มกันอ่อนแอ (immunocompromised patients) ต้องได้รับการตรวจก่อนผู้รับการตรวจรายอื่นในแต่ละวัน^๑
3. คัดกรองความเสี่ยงในการติดเชื้อ COVID-19

ด้วยวิธีการซักประวัติและวัดอุณหภูมิร่างกายของผู้รับการตรวจทุกรายตามแนวทางของโรงพยาบาลแต่ละแห่ง หากมีความเสี่ยงให้พิจารณาส่งตรวจด้วยวิธี Reverse Transcription PCR (RT-PCR) ภายใน 7 วันก่อนการตรวจ^๑ หากการคัดกรองหรือผลตรวจ RT-PCR เป็นบวกให้ดำเนินการตามมาตรการของโรงพยาบาลและเลื่อนการตรวจไปอย่างน้อย 4 สัปดาห์^๑

4. จัดที่นั่งพักคอยบริเวณที่มีการระบายอากาศดี โดยมีระยะห่างกันอย่างน้อย 1 เมตรตามมาตรการ social distancing¹³ และให้ออกจากห้องตรวจทันทีที่ตรวจแล้วเสร็จ

5. ในกรณีที่มีทดสอบเพื่อวัดการตอบสนองต่อยาพ่นขยายหลอดลม (pre and post-bronchodilator testing) เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อในการเข้า-ออกห้องตรวจ ให้ผู้รับการตรวจนั่งในห้องตรวจจะห้วงรอการทดสอบหลังการพ่นยาขยายหลอดลม (post-bronchodilator testing) จนกว่าจะแล้วเสร็จ

6. หลีกเลี่ยงการทดสอบความไวของหลอดลมด้วย methacholine (methacholine challenge test)^๑ เพื่อลดการเกิดละอองลอย (aerosol generating procedure) จากการใช้เครื่องพ่นละอองยาไฟฟ้า (nebulizer)

เจ้าหน้าที่ตรวจสอบสภาพปอด

1. เจ้าหน้าที่ตรวจสอบสภาพปอดนับเป็นผู้มีความเสี่ยงสูงที่มีโอกาสในการสัมผัสและติดเชื้อ COVID-19⁵⁻⁶ จึงต้องมีการป้องกันด้วยอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (personal protective equipment, PPE) ซึ่งมีอุปกรณ์และมาตรฐานการป้องกันที่ต้องสวมใส่ขณะทำการตรวจ¹⁴ ได้แก่ สวมหมวก สวมถุงมือ สวมแว่นตา (goggles) สวมกระจังป้องกันใบหน้า (face shield) สวมหน้ากากป้องกันเชื้อที่มีมาตรฐานไม่น้อยกว่า N95 หรือ FFP2 หรือ P2 หรือ KN/KP95 หรือ DS/DL2 และสวม protective gown ทั้งในระหว่างการตรวจ การทำความสะอาดห้องและอุปกรณ์การตรวจ
2. การสวมใส่ การถอดและการทิ้งอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (PPE) ให้เป็นไปตามวิธีการตามมาตรฐานอย่างเคร่งครัด
3. ทำความสะอาดมือด้วยสบู่ แอลกอฮอล์แบบน้ำ

หรือเจลล้างมือและหลังสัมผัสผู้รับการตรวจ ก่อนและในทุกขั้นตอนของการถอดอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (PPE)

4. ขณะทำการคัดกรอง สอบถามข้อมูลสุขภาพส่วนบุคคล และการแนะนำวิธีการหรือทำการตรวจ ให้เจ้าหน้าที่ตรวจสอบสภาพปอดอยู่ในตำแหน่งอยู่ด้านข้างของผู้รับการตรวจเพื่อป้องกันการรับเชื้อจากการแพร่กระจายฝอยละอองขนาดใหญ่ (droplet transmission) จากผู้รับการตรวจ

5. ในภาวะขาดแคลนอุปกรณ์ทางการแพทย์และมีความจำเป็นต้องนำหน้ากากป้องกันเชื้อ (N95) กลับมาใช้ซ้ำให้ทำการฆ่าเชื้อก่อน อย่างไรก็ตาม หน้ากากป้องกันเชื้อที่เป็นอันตรายหลังหรือเล็ดลอดอย่างชัดเจนจะไม่นำมากลับมาใช้ซ้ำโดยเด็ดขาด ให้เลือกใช้ซ้ำเฉพาะหน้ากากที่ยังคงสภาพดีโดยมีวิธีการฆ่าเชื้อ 3 วิธี¹³ ได้แก่

5.1 การอบแห้งโดยตู้อบลมร้อน (hot-air oven) ที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 30 นาที ฟังก์ชันระหว่างการแขวน/วางหน้ากากใกล้หรือสัมผัสส่วนที่เป็นโลหะของเครื่องเพราะความร้อนของโลหะอาจทำให้หน้ากากเสียหายได้

5.2 การฉายรังสี UV-C ด้วยเครื่องทำให้ปราศจากเชื้อด้วยแสงอัลตราไวโอเล็ต (ultraviolet germicidal irradiation, UVGI) ด้วยปริมาณรังสีไม่น้อยกว่า 0.5 J/cm² ทั้ง 2 ด้านของหน้ากากด้านละ 11 นาที

5.3 การรมฆ่าเชื้อด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ด้วยเครื่อง H₂O₂ vapor generator ที่เชื่อมต่อกับ chamber, isolator หรือที่ใช้รมฆ่าเชื้อห้องสะอาดโดยใช้ H₂O₂ 30% w/w ทำการรมใน pass box ของ isolator ระยะเวลาฆ่าเชื้อ 45 นาที (weight 3 g/u) (gassing 20 นาที, contact 3 นาที, aeration 22 นาที) โดยค่า ppm ที่เครื่องแสดงหลังรมเสร็จ 284 ppm (เกณฑ์การยอมรับของเครื่องกำหนด > 200 ppm สามารถลดเชื้อได้ 10⁶ เท่า)

6. ในการทำความสะอาดอุปกรณ์และห้องตรวจ ทั้งก่อนและหลังการตรวจเสร็จสิ้นแล้ว ให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (PPE) เช่นเดียวกับทำการตรวจ



รูปที่ 1. ลักษณะการแต่งกาย ตำแหน่งการยืนของเจ้าหน้าที่ตรวจสอบสมรรถภาพปอด และตำแหน่งของการวางเครื่องกรองอากาศชนิดเคลื่อนที่ (portable air purifier) ที่ติดตั้งแผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (HEPA filter)

โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) เป็นโรคอุบัติใหม่ที่เกิดขึ้นไม่นาน จึงยังมีข้อมูลจากการวิจัยที่เป็นระบบอย่างจำกัด แนวทางปฏิบัติในการตรวจสอบสมรรถภาพปอดนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลจากบทความ ประกาศ แนวทางข้อกำหนดของกระทรวงสาธารณสุข องค์การอนามัยโลก สมาคมวิชาชีพทั้งในและต่างประเทศ รวมถึงความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ แนวทางการตรวจสอบสมรรถภาพปอดสไปโรเมตรี ดังนั้นจึงควรมีการปรับปรุงในอนาคตเมื่อมีข้อมูลที่ชัดเจนมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้นิพนธ์ขอขอบคุณ คุณสุวัฒน์ ตั้งจิตยงสิวะ หัวหน้าหน่วยตรวจสอบสมรรถภาพปอด สาขาวิชาโรคระบบการหายใจและวัณโรค ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้ข้อเสนอแนะเป็นอย่างดีในการนิพนธ์บทความนี้

เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. WHO Timeline - COVID-19. [Internet]. 2020. [cited July 17, 2020]; Available from: <https://www.who.int/news-room/detail/27-04-2020-who-timeline---covid-19>
2. World Health Organization. WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard. [Internet]. 2020. [cited July 17, 2020]; Available from: <https://covid19.who.int/>
3. องค์การกระจายเสียงและแพร่ภาพสาธารณะแห่งประเทศไทย. เปิดข้อมูลผู้ติดเชื้อ COVID-19 ในไทย เคส 1 - 47. [Internet]. 2020. [cited July 13, 2020]; Available from: <https://news.thaipbs.or.th/content/289592>
4. World Health Organization. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) WHO Thailand Situation Report – 1 March 2020. [Internet]. 2020. [cited July 13, 2020]; Available from: https://www.who.int/docs/default-source/searo/thailand/20200301-tha-sitrep-12-covid-19-final.pdf?sfvrsn=6a419ef9_0
5. ราชวิทยาลัยอายุรแพทย์แห่งประเทศไทย. แนวทางเวชปฏิบัติการทำหัตถการทางอายุรศาสตร์ ในสถานการณ์การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19). [Internet]. 2020. [cited July 13, 2020]; Available from: http://www.rcpt.org/images/2020/covid19/handout_medical_covid-19.pdf
6. Association for Respiratory Technology & Physiology. Covid19 Infection Control Issues for Lung Function. [Internet]. 2020. [cited July 13, 2020]; Available from: https://www.artp.org.uk/write/MediaUploads/Standards/COVID19/ARTP_COVID19_Infection_Control_Issues_for_Lung_Function.pdf
7. Demain JG. Spirometry during Covid-19. [Internet]. 2020. [cited July 13, 2020]; Available from: <https://www.aaaai.org/ask-the-expert/spirometry>
8. McCormack MC. Pulmonary function laboratories: Advice regarding COVID-19. The American Thoracic Society. [Internet]. 2020. [cited July 13, 2020]; Available from: <https://www.thoracic.org/professionals/clinical-resources/disease-related-resources/pulmonary-function-laboratories.php>
9. สมาคมออร์เวซแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. บทสรุปคำแนะนำการดูแลรักษาผู้ป่วยโรคระบบการหายใจ ในสถานการณ์ระบาดของเชื้อโควิด-19. [Internet]. 2020. [cited July 13, 2020]; Available from: <https://www.thoracicsocietythai.org/wp-content/uploads/2020/05/TST-assembly-recommendations.pdf>
10. สถาบันบำราศนราดูร กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. คู่มือปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารสถานพยาบาล. [อินเทอร์เน็ต]. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: สำนักพิมพ์อักษรกราฟฟิคแอนดี้ดีไซน์; 2020. [cited July 17, 2020]; Available from: http://bamras.ddc.moph.go.th/userfiles/23_compressed.pdf
11. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities. [Internet]. 2019. [cited July 17, 2020]; Available from: <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/pdf/guidelines/environmental-guidelines-P.pdf>
12. National Center for Immunization and Respiratory Diseases (NCIRD). Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). [Internet]. 2020. [cited July 13, 2020]; Available from: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/social-distancing.html>
13. Kampf G, Todt D, Pfaender S, Steinmann E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. J Hosp Infect 2020; 104:246-51.
14. สมาคมโรคติดเชื้อแห่งประเทศไทย. คำแนะนำการใช้อุปกรณ์ส่วนบุคคลป้องกันการติดเชื้อ (Personal Protective Equipment, PPE). [Internet]. 2020. [cited July 13, 2020]; Available from: <https://www.thoracic.org/professionals/clinical-resources/disease-related-resources/pulmonary-function-laboratories.php>

- July 13, 2020]; Available from: <https://www.idthai.org/Contents/Views/?d=389R!67!1!!657!0baQvIns>
15. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Guidelines for preventing the transmission of *Mycobacterium tuberculosis* in health-care facilities. MMWR 1994; 43(No. RR-13):1–132.
 16. Rhame FS. Endemic nosocomial filamentous fungal Disease: A Proposed structure for conceptualizing and studying the environmental hazard. Infect Control 1986; 7S:124–5.