



วารสารวัณโรค โรคทรวงอก และเวชบำบัดวิกฤต

Thai Journal of Tuberculosis
Chest Diseases and Critical Care

ปีที่ 40 ฉบับที่ 3 กันยายน-ธันวาคม 2564
Volume 40 Number 3 September-December 2021

นิพนธ์ต้นฉบับ / Original Article

- สถานการณ์วัณโรคดื้อยาหลายขนาน
ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2560-2563

วรรณเพ็ญ จิตต์วิวัฒน์
สมศรี เจริญพิชิตนันท์
จำเริญ รอยเวียงคำ

รายงานผู้ป่วย / Case Report

- Successful Closure of A Bronchopleural Fistula
by Intrapleural Administration of Fibrin glue: A case report

ชนกัท ไตรทอง
ธิตวิวัฒน์ ศรีประสารณ์

บททบทวนวารสาร / Review Article

- Mediastinal Lymph Node Evaluation in Non-Small Cell Lung Cancer

Kamontip Kunwipakorn
Supparearg Disayabutr
Jamsak Tscheikuna

เวชปฏิบัติ / Clinical Practice

- หน่วยตรวจสมรรถภาพปอดเคลื่อนที่
- การควบคุมคุณภาพในการทดสอบสมรรถภาพระบบการหายใจ
ด้วยคลื่นความถี่ โดยวิธี Forced Oscillation Technique (FOT)
และ Impulse Oscillometry System (IOS)

สุวัฒน์ ตั้งจิตยงสิวะ
สิมาพร พรหมสาร
สุวัฒน์ ตั้งจิตยงสิวะ
เรือดรีทกัญญ์ วัชรารักษ์



วารสารวัณโรค โรคทรวงอกและเวชบำบัดวิกฤต
Thai Journal of Tuberculosis
Chest Diseases and Critical Care

วารสารวัณโรค โรคทรวงอกและเวชบำบัดวิกฤต

ปีที่ 40 ฉบับที่ 3 กันยายน-ธันวาคม 2564

สารบัญ

นิพนธ์ต้นฉบับ / Original Article

- สถานการณ์วัณโรคื้อยาหลายขนาน
ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2560-2563
วรรณเพ็ญ จิตต์วิวัฒน์ 87
สมศรี เจริญพิชิตนันท์
รำไพ รอยเวียงคำ

รายงานผู้ป่วย / Case Report

- Successful Closure of A Bronchopleural Fistula
by Intrapleural Administration of Fibrin glue: A case report
ชนทัต ไตรทอง 98
ธิดาวิวัฒน์ ศรีประสาธน์

บทความทบทวนวารสาร / Review Article

- Mediastinal Lymph Node Evaluation in Non-Small Cell Lung Cancer
Kamontip Kunwipakorn 103
Supparearg Disayabutr
Jamsak Tscheikuna

เวชปฏิบัติ / Clinical Practice

- หน่วยตรวจสมรรถภาพปอดเคลื่อนที่
สุวัฒน์ ตั้งจิตยงสិวัะ 112
- การควบคุมคุณภาพในการทดสอบสมรรถภาพระบบการหายใจ
ด้วยคลื่นความถี่ โดยวิธี Forced Oscillation Technique (FOT)
และ Impulse Oscillometry System (IOS)
สิมาพร พรหมสาร 116
สุวัฒน์ ตั้งจิตยงสิวัะ
เรือดรีหญิง วัชรภรณ์ บุตรขำ

วารสารวัณโรค โรคทรวงอก และเวชบำบัดวิกฤต

■ เจ้าของและผู้จัดพิมพ์

สมาคมปราบวัณโรคแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

■ ที่ปรึกษา

สงคราม ทรัพย์เจริญ
ประพาฬ ยงใจยุทธ
วิศิษฐ์ อุดมพาณิชย์
สุมาลี เกียรติบุญศรี

ชัยเวช นุชประยูร
นันทา มารเนตร
อรรถ นานา
สุชัย เจริญรัตนกุล

■ บรรณาธิการ

วันชัย เดชสมฤทธิ์ฤทัย

■ รองบรรณาธิการ

อภิชาติ คณิตทรัพย์

■ ผู้ช่วยบรรณาธิการ

มนะพล กุลปรานีเด
นัฐพล ฤทธิ์ทยมัย

สันติ สิลัยรัตน์

■ คณะบรรณาธิการ

กมล แก้วกิตติณรงค์
กิตติพงศ์ มณีโชติสุวรรณ
เจริญ ชูโชติถาวร
ฉันทชัย สิทธิพันธ์
ชายชาญ โพธิรัตน์
ณรงค์ภณ ทุมวิภาต
ดวงรัตน์ วัฒนกิจไกรเลิศ
นาฏพรุ สวงวงศ์
ประพันธ์ กิตติวรวิทย์กุล
เปี่ยมลาภ แสงสายัณห์
วัชรรา บุญสวัสดิ์
วิสาขสิริ ตันตระกูล
ศิวศักดิ์ จูทอง
สุทัศน์ รุ่งเรืองหิรัญญา
อนันตพงษ์ พันธุ์มณี
อรรถวุฒิ ตีสัมโชค

กัลยา ปัญจพรผล
ครรชิต ปิยะเวชวิรัตน์
แจ่มศักดิ์ ไชยคุนา
เฉลิม ลีวศรีสกุล
ไชยรัตน์ เพิ่มพิกุล
ณัฐพงศ์ เจียมจริยธรรม
ธีระศักดิ์ แก้วอมตวงศ์
นิธิพัฒน์ เจริญกุล
ประภาพร พรสุริยะศักดิ์
วรางคณา กิริติชนานนท์
วิภา รัชชัยพิชิตกุล
ศรายุทธ ลูเซียน กิเตอร์
ศุภฤกษ์ ดิษยบุตร
อดิสร วงษา
อนันต์ วัฒนธรรม
อังคณา ฉายประเสริฐ

■ เลขาธุการ

ทัศนียา สุธรรมสมัย

เกตสุดา สุนทวงษ์

■ ผู้จัดการ

นาฏพรุ สวงวงศ์

■ ผู้ช่วยผู้จัดการ

เกตสุดา สุนทวงษ์

■ สำนักงาน

สมาคมปราบวัณโรคแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
1281 ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนใน กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0-2270-1033, 0-2279-1354
โทรสาร 02-2271-1547

■ สำนักงานบรรณาธิการ

สาขาวิชาโรคระบบการหายใจและวัณโรค
ตึกอักษณารักษ์ ชั้น 2 โรงพยาบาลศิริราช
ถนนพราณนก เขตบางกอกน้อย กรุงเทพฯ 10700
โทรศัพท์ 0-2419-7757
โทรสาร 0-2411-0107

■ เว็บไซต์

<http://www.thaichestjournal.org>

Thai Journal of Tuberculosis Chest Diseases and Critical Care

■ Publisher

Anti-tuberculosis Association of Thailand
under the Royal Patronage of His Majesty the King

■ Advisory Board

Songkram Supcharoen	Chaivej Nuchprayoon
Praparn Youngchaiyud	Nanta Maranetra
Visidith Udompanich	Arth Nana
Sumalee Kiatboonsri	Suchai Charoenratanakul

■ Editor

Wanchai Dejsomritrutai

■ Associate Editor

Apichart Kanitsap

■ Assistant Editor

Manaphol Kulpraneet	Santi Silairatana
Nuttapol Rittayamai	

■ Editorial Board

Kamol Kaewkittinarong	Kanlaya Panjapornpon
Kittipong Maneechotesuwan	Kunchit Piyavechviratana
Charoen Chuchotitaworn	Jamsak Tscheikuna
Chanchai Sittipunt	Chalerm Liwsrisakul
Chaychan Phothiratan	Chairat Permpikul
Narongpon Dumavibhat	Nattapon Jaimchariyatam
Doungrut Watanakijrilit	Theerasuk Kawamatawong
Natphatu Sanguanwong	Nitipatana Chierakul
Prapun Kittivoravitkul	Prapaporn Pornsuriyasak
Piamlap Sangsayan	Warangkana Keeraticchananont
Watchara Boonsawat	Wipa Reechaipichitkul
Visasiri Tantrakul	Sarayut L Geater
Siwasak Juthong	Supparerk Disayabutr
Suthat Rungruanghiranya	Adisorn Wongsas
Anakapong Phunmanee	Anan Wattanatham
Athavuth Deesomchok	Angkana Chairprasert

■ Secretary

Tasneeya Suthamsmai	Ketsuda Suntavong
---------------------	-------------------

■ Manager

Natphatu Sanguanwong

■ Assistant Manager

Ketsuda Suntavong

■ Office

Anti-tuberculosis Association of Thailand
under the Royal Patronage of His Majesty the King
1281 Paholyothin Road, Samsen-nai, Bangkok 10400
Tel: 0-2270-1033, 0-2279-1354
Fax: 0-2271-1547

■ Office of the editor

Division of Respiratory Disease and Tuberculosis
Asdang Building, 2nd floor Siriraj Hospital
Wanglang Rd, Bangkoknoi, Bangkok 10700
Tel: 0-2419-7757
Fax: 0-2411-0107

■ Website Address

<http://www.thaichestjournal.org>

สถานการณ์วัณโรคดื้อยาหลายขนาน ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2560-2563

วรรณเพ็ญ จิตต์วิวัฒน์ วท.ม. (โรคติดเชื้อ)*

สมศรี เจริญพิชิตนันท์ กศ.ม.**

จำเริญ รอยเวียงคำ วท.บ.**

*กองวัณโรค กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

**กองควบคุมโรคเอดส์ วัณโรคและโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ สำนักรอกันภัย กรุงเทพมหานคร

บทคัดย่อ

ปัญหาวัณโรคในกรุงเทพมหานครที่น่าวิตกกังวลคือปัญหาวัณโรคดื้อยาหลายขนาน เนื่องจากเป็นเขตเมืองขนาดใหญ่ มีประชากรจำนวนมาก มีความหลากหลายของประชากรและระบบบริการสุขภาพ การศึกษานี้เพื่อศึกษาสถานการณ์วัณโรคดื้อยาหลายขนานของผู้ป่วยวัณโรคในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ผลการรักษาผู้ป่วยวัณโรคดื้อยารวมถึงปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับวัณโรคดื้อยาหลายขนาน เพื่อเป็นข้อมูลในการเฝ้าระวัง หาแนวทาง และวางแผนการป้องกันควบคุมวัณโรคดื้อยาในพื้นที่ การศึกษานี้เป็นการศึกษาย้อนหลัง โดยการรวบรวมข้อมูลของผู้ป่วยวัณโรคจังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่มีผลตรวจวินิจฉัยวัณโรคดื้อยาหลายขนานที่ขึ้นทะเบียนในโปรแกรม NTIP (National Tuberculosis Information Program) ปีงบประมาณ 2560 – 2563

ผลการศึกษาในการศึกษาผู้ป่วยที่มีผลตรวจวินิจฉัยวัณโรคดื้อยาหลายขนาน จำนวนทั้งสิ้น 11,202 ราย พบอัตราวัณโรคดื้อยาหลายขนาน ในปี พ.ศ. 2560-2563 ร้อยละ 10.2 4.7 2.4 และ 2.7 ตามลำดับ จำแนกตามประวัติการรักษาวัณโรค พบว่าวัณโรคดื้อยาหลายขนานในผู้ป่วยใหม่ ร้อยละ 2.0 และในผู้ป่วยที่เคยได้รับการรักษา วัณโรค ร้อยละ 13.8 ผลการรักษาวัณโรคดื้อยาหลายขนาน พบว่าผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วยสูตรยา Shorter MDR-TB regimen มีผลการรักษาหายและครบ ร้อยละ 75-100 ซึ่งสูงกว่าผู้ป่วยที่ใช้สูตรยา Conventional MDR-TB regimen (ร้อยละ 64.6-65.3) ยังพบอัตราตาย และการขาดยาในผู้ป่วยวัณโรคดื้อยาหลายขนานมากกว่าร้อยละ 10 ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์แบบพหุตัวแปรต่อวัณโรคดื้อยาหลายขนาน พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับวัณโรคดื้อยาหลายขนานอย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ ผู้มีประวัติการรักษาวัณโรค (AOR=8.35 95%CI: 6.46-10.79) ผู้สัมผัสผู้ป่วยวัณโรค (AOR=2.46 95%CI: 1.86-3.25) กลุ่มอายุ > 60 ปี เมื่อ (AOR=0.48 95%CI: 0.32-0.71) และผู้ต้องขังเรือนจำ (AOR=0.46 95%CI: 0.23-0.88) ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างวัณโรคดื้อยาหลายขนานในเพศและการติดเชื้อ HIV

สรุป อัตราการดื้อยาวัณโรคหลายขนานในกรุงเทพมหานคร มีอัตราที่สูง ผลการรักษาผู้ป่วยด้วยสูตรยา Shorter MDR-TB regimen ให้ผลการรักษาหายที่สูงกว่า การควบคุมวัณโรคดื้อยาในกรุงเทพมหานครควรมุ่งเน้นการตรวจวินิจฉัยวัณโรคและวัณโรคดื้อยาด้วยเทคนิคอณูชีววิทยาที่รวดเร็วในผู้ป่วยกลุ่มเสี่ยงสูงทุกราย และให้เข้าสู่ระบบการรักษาที่รวดเร็ว มีระบบติดตามดูแลผู้ป่วยจนครบกำหนดการรักษา รวมถึงจัดให้มีระบบเฝ้าระวังการดื้อยาวัณโรคอย่างต่อเนื่อง

สถานการณ์วัณโรคดื้อยาหลายขนาน ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2560-2563

วัณโรค (tuberculosis) เป็นโรคติดต่อที่สำคัญ และเป็นปัญหาสาธารณสุขที่ทำให้เกิดการป่วยและเสียชีวิตของประชากรทั่วโลก รวมถึงวัณโรคดื้อยา (drug-resistant tuberculosis) ซึ่งสร้างความเสียหายอย่างมากให้กับผู้ป่วยชุมชน และระบบการดูแลสุขภาพ องค์การอนามัยโลกได้คาดการณ์การทั่วโลกว่ามีผู้ป่วยวัณโรคดื้อยาหลายขนาน (MDR-TB) ร่วมกับวัณโรคดื้อยาร้อยละ rifampicin (RR-TB) หรือ MDR/RR-TB ประมาณ 465,000 ราย ซึ่งในจำนวนนี้คาดว่าจะมีผู้ป่วย MDR-TB ร้อยละ 78.0 พบผู้ป่วยวัณโรค MDR/RR-TB ในผู้ป่วยวัณโรครายใหม่ ร้อยละ 3.3 (95%CI: 2.3-4.3) และ MDR/RR-TB ในผู้ป่วยที่เคยรักษา มาก่อน ร้อยละ 18.0 (95% CI: 9.7-27.0) และมีผู้เสียชีวิตจาก MDR/RR-TB ประมาณ 182,000 ราย (113,000–250,000)¹ สำหรับประเทศไทยเป็น 1 ใน 14 ประเทศ ที่มีภาระวัณโรคสูง ทั้ง 3 กลุ่ม คือวัณโรคสูง วัณโรคร่วมกับการติดเชื้อเอชไอวีสูง และวัณโรคดื้อยาหลายขนานสูง จากรายงานขององค์การอนามัยโลก พ.ศ. 2563 ประมาณการว่าประเทศไทยมีจำนวนผู้ป่วย MDR/RR-TB 2,500 ราย (3.6 ต่อประชากรแสนคน) โดยพบ MDR/RR-TB ในผู้ป่วยวัณโรครายใหม่ร้อยละ 1.7 (1.1-2.7) และในผู้ป่วยที่เคยรักษามาก่อนร้อยละ 10.0 (9.4-11.0) ขณะที่รายงานของประเทศไทย พ.ศ. 2562 พบผู้ป่วย MDR/RR-TB ที่มีผลตรวจยืนยันทางห้องปฏิบัติการ 1,221 ราย และได้รับการรักษา 1,095 ราย ซึ่งยังต่ำกว่าค่าคาดการณ์ และผลการรักษาสำเร็จของผู้ป่วย MDR/RR-TB ร้อยละ 54 จากการศึกษาพบผู้ป่วย MDR/RR-TB ในผู้ป่วยรายใหม่ ร้อยละ 5-7 ในกลุ่มประชากรพิเศษ ผู้ต้องขังในเรือนจำ โรงพยาบาลในเขตเมืองใหญ่ แนวชายแดนและพื้นที่ที่มีการระบาดของเอชไอวีสูง²⁻³ จากการเฝ้าระวังการดื้อยาวัณโรคระดับประเทศครั้งที่ 1 ปี พ.ศ. 2540-2541 ครั้งที่ 2 ปี พ.ศ. 2544-2545 ครั้งที่ 3 ปี พ.ศ. 2549-2550 ครั้งที่ 4 ปี พ.ศ. 2555-2556 และครั้งที่ 5 ปี พ.ศ. 2560-2561 พบวัณโรคดื้อยา MDR-TB ในผู้ป่วยรายใหม่ ร้อยละ 2.01, 0.93, 1.65, 2.03 และ 0.8 ตามลำดับ³⁻⁴

กรุงเทพมหานคร เป็นเขตเมืองใหญ่ คาดประมาณมีประชากรมากกว่า 10 ล้านคน มีการเคลื่อนย้ายของประชากรตลอดเวลา ประชากรมีความแตกต่างทั้งด้านรายได้ สังคม เศรษฐกิจ และวิถีชีวิต แม้ว่ากรุงเทพมหานครมีสถานพยาบาลที่ให้การรักษาผู้ป่วยวัณโรคทั้งภาครัฐและเอกชนจำนวนมาก แต่ก็มีหลากหลายของระบบบริการ วัณโรคและวัณโรคดื้อยายังคงเป็นปัญหาในพื้นที่⁵ การรักษาวัณโรคดื้อยาเมื่อเทียบกับการรักษาวัณโรค จะมีค่าใช้จ่ายในการรักษาที่สูงกว่า ใช้ระยะเวลาในการรักษานานกว่า พบอาการไม่พึงประสงค์และฤทธิ์ข้างเคียงจากการรักษามากกว่า ในขณะที่อัตราการรักษาหายต่ำ ผู้ป่วย MDR/RR-TB พบอัตราการเสียชีวิตร้อยละ 15 โดยร้อยละ 26 ของผู้เสียชีวิตกลุ่มนี้จะเป็นวัณโรคดื้อยา XDR-TB⁶ ดังนั้น การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสถานการณ์วัณโรคดื้อยาหลายขนานของผู้ป่วยวัณโรคที่ขึ้นทะเบียนวัณโรคในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ผลการรักษาผู้ป่วยวัณโรคดื้อยารวมถึงปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับวัณโรคดื้อยาหลายขนาน เพื่อเป็นข้อมูลในการเฝ้าระวัง หาแนวทางและวางแผนการป้องกันควบคุมวัณโรคดื้อยาร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไป

นิยามศัพท์ที่ใช้ในการศึกษา⁷⁻⁸

วัณโรคดื้อยาหลายขนาน (multidrug resistant TB: MDR-TB) หมายถึง วัณโรคดื้อยา isoniazid และ rifampicin และอาจดื้อยาตัวอื่นร่วมด้วยหรือไม่ก็ได้

วัณโรคดื้อยา rifampicin (rifampicin resistant TB: RR-TB) หมายถึง วัณโรคดื้อยา rifampicin และอาจดื้อยา isoniazid หรือยาตัวอื่นร่วมด้วยหรือไม่ก็ได้ (ผู้ป่วย MDR-TB และ RR-TB สามารถรวมเป็นกลุ่มเดียวกันคือ MDR/RR-TB และใช้การรักษาวัณโรคดื้อยาดังสูตร MDR-TB regimens)

วัณโรคดื้อยาหลายขนานชนิดรุนแรง (pre-extensively drug resistant TB: Pre-XDR-TB) หมายถึง วัณโรคดื้อยา MDR-TB และมีการดื้อยากลุ่ม fluoroquinolones หรือดื้อยากลุ่มยาฉีด second-line injectable drugs อย่างใดอย่างหนึ่ง (MDR-TB ที่มีการดื้อยากลุ่ม Fluoroquinolones:

PreXF MDR-TB ที่มีการดื้อยาในกลุ่ม second-line Injectable drugs: PreXI)

วัณโรคดื้อยาหลายขนานชนิดรุนแรงมาก (extensively drug resistant TB: XDR-TB) หมายถึงวัณโรคดื้อยา MDR-TB และมีการดื้อยาทั้งกลุ่ม fluoroquinolones และดื้อยาในกลุ่มยาฉีด second-line injectable drugs

Conventional MDR-TB regimen หมายถึง สูตรเดิมในการรักษา MDR/RR-TB ที่ใช้ระยะเวลาการรักษาอย่างน้อย 18-20 เดือน ซึ่งประกอบด้วยระยะเข้มข้นที่มียาฉีด อย่างน้อย 4-6 เดือน

Shorter standard MDR-TB regimen หมายถึง สูตรในการรักษา MDR/RR-TB ที่ใช้ระยะเวลาการรักษาอย่างน้อย 9-12 เดือน ซึ่งเป็นสูตรมาตรฐานที่กำหนดชนิดยาไว้แล้ว

วัตถุประสงค์และวิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาย้อนหลัง โดยทำการรวบรวมข้อมูลของผู้ป่วยวัณโรคที่ขึ้นทะเบียนรักษาในสถานพยาบาลพื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่บันทึกในโปรแกรม NTIP (National Tuberculosis Information Program) ปีงบประมาณ 2560–2563 กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาคือกลุ่มผู้ป่วยวัณโรคที่มีผลการตรวจวินิจฉัยวัณโรคดื้อยาหลายขนานจากการตรวจวัณโรคดื้อยาทุกวิธี จำนวนทั้งสิ้น 11,202 ราย โดยตรวจสอบความถูกต้องและครบถ้วนของข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จ โดยศึกษาข้อมูลทั่วไปของตัวอย่างที่ทำการศึกษา อัตราการดื้อยาวัณโรค โดยใช้ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ศึกษาความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัยต่อการดื้อยาวัณโรคหลายขนาน โดยการใช้ Chi-squared test โดยความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญในขั้นการวิเคราะห์เชิงตัวแปรเดียว (univariate analysis) จะถูกนำไปในวิเคราะห์ต่อในขั้นตอนการวิเคราะห์พหุตัวแปร (multivariate analysis) โดยจะใช้ logistic regression analysis เป็นวิธีวิเคราะห์ ผลที่ได้จะถูกนำเสนอในรูปของ odds ratio ระดับความสำคัญ (level of significance) ที่ใช้ในการศึกษานี้ที่ 0.05

ผลการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็นผู้ป่วยวัณโรคจังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่ขึ้นทะเบียนในระบบโปรแกรม NTIP ที่มีผลการตรวจวินิจฉัยวัณโรคดื้อยาหลายขนานจากทุกวิธี ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2560 – 2563 จำนวนทั้งสิ้น 11,202 ราย โดยจำแนกผู้ป่วยตามปีงบประมาณปี 2560 จำนวน 1,270 ราย ปี 2561 จำนวน 2,207 ราย ปี 2562 จำนวน 3,886 ราย และปี 2563 จำนวน 3,839 ราย พบว่าผู้ป่วยทั้งหมดมีอายุเฉลี่ย 45.5 ปี (SD=18.3) ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 64.6 สัญชาติไทย ร้อยละ 92.7 สิทธิการรักษาพยาบาล บัตรทองหรือสิทธิหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ ร้อยละ 51.4 ไม่ใช่ผู้ต้องขังเรือนจำ ร้อยละ 93.3 ไม่มีการติดเชื้อ HIV ร้อยละ 65.3 มีประวัติกลุ่มเสี่ยงวัณโรค ร้อยละ 98.0 และเป็นผู้ป่วยใหม่ ร้อยละ 84.5 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลทั่วไป	ปี 60 N = 1,270	ปี 61 N = 2,207	ปี 62 N = 3,886	ปี 63 N = 3,839	รวม N = 11,202
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)
อายุ (ปี)					
< 18	31 (2.4)	51 (2.3)	133 (3.4)	172 (4.5)	387 (3.5)
18-24	133 (10.5)	247 (11.2)	368 (9.5)	353 (9.2)	1,101 (9.8)
25-34	243 (19.1)	371 (16.8)	708 (18.2)	660 (17.2)	1,982 (17.7)
35-44	239 (18.8)	458 (20.8)	759 (19.5)	664 (17.3)	2,120 (18.9)
45-54	277 (21.8)	421 (19.1)	731 (18.8)	677 (17.6)	2,106 (18.8)
55-64	179 (14.1)	324 (14.7)	551 (14.2)	613 (16.0)	1,667 (14.9)
> 65	168 (13.2)	335 (15.2)	636 (16.4)	700 (18.2)	1,839 (16.4)
(yrs) mean± SD	44.6 ± 17.2	45.2 ± 17.4	45.3 ± 18.3	46.2 ± 19.2	45.5 ± 18.3
เพศ					
ชาย	841 (66.2)	1,453 (65.8)	2,573 (66.2)	2,373 (61.8)	7,240 (64.6)
หญิง	429 (33.8)	754 (34.2)	1,313 (33.8)	1,466 (38.2)	3,962 (35.4)
สัญชาติ					
ไทย	1,169 (92.0)	2,026 (91.8)	3,639 (93.6)	3,553 (92.6)	10,387 (92.7)
ต่าง ชาติ	101 (8.0)	181 (8.2)	247 (6.4)	286 (7.4)	815 (7.3)

ข้อมูลทั่วไป	ปี 60 N = 1,270	ปี 61 N = 2,207	ปี 62 N = 3,886	ปี 63 N = 3,839	รวม N = 11,202
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)
สิทธิ์การรักษา					
บัตรทอง	641 (50.5)	1,223 (55.4)	1,959 (50.4)	1,931 (50.3)	5,754 (51.4)
ข้าราชการ / รัฐบาลกิจ	153 (12.0)	232 (10.5)	425 (10.9)	462 (12.0)	1,272 (11.4)
ประกันสังคม	153 (12.0)	245 (11.1)	473 (12.2)	522 (13.6)	1,393 (12.4)
สิทธิว่าง / ไม่ทราบสิทธิ์	166 (13.1)	171 (7.7)	410 (10.6)	418 (10.9)	1,165 (10.4)
ต่างตัว	82 (6.5)	148 (6.7)	146 (3.8)	153 (4.0)	529 (4.7)
ไม่มีข้อมูล	75 (5.9)	188 (8.5)	473 (12.2)	353 (9.2)	1,089 (9.7)
ผู้ต้องขัง					
ผู้ต้องขัง	41 (3.2)	164 (7.4)	313 (8.1)	237 (6.2)	755 (6.7)
ไม่ใช่ผู้ต้องขัง	1,229 (96.8)	2,043 (92.6)	3,573 (91.9)	3,602 (93.8)	10,447 (93.3)
การติดเชื้อ HIV					
HIV positive	90 (7.1)	246 (11.1)	437 (11.2)	365 (9.5)	1,138 (10.2)
HIV negative	912 (71.8)	1,529 (69.3)	2,515 (64.7)	2,356 (61.4)	7,312 (65.3)
ไม่มีข้อมูล	268 (21.1)	432 (19.6)	934 (24.0)	1,118 (29.1)	2,752 (24.6)
ประวัติกลุ่มเสี่ยง					
กลุ่มเสี่ยง	1,212 (95.4)	2,151 (97.5)	3,844 (98.9)	3,768 (98.2)	1,0975 (98.0)
ไม่มี/ไม่มีข้อมูล	58 (4.6)	56 (2.5)	42 (1.1)	71 (1.8)	157 (2.0)
ประวัติการได้รับการรักษา					
New	1,063 (83.7)	1,860 (84.3)	3,274 (84.3)	3,271 (85.2)	9,468 (84.5)
Retreat-ment	207 (16.3)	347 (15.7)	612 (15.7)	568 (14.8)	1,734 (15.5)

ตารางที่ 2. ผลการตรวจวินิจฉัยวัณโรคดื้อยาจำแนกตามปีงบประมาณ 2560-2563

การดื้อยา	ปี 60 N = 1,270	ปี 61 N = 2,207	ปี 62 N = 3,886	ปี 63 N = 3,839	รวม N = 11,202
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)
ไม่ดื้อยา	1,136 (89.4)	2,076 (94.1)	3,764 (96.9)	3,691 (96.1)	10,667 (95.2)
ดื้อยา	134 (10.6)	131 (5.9)	122 (3.1)	148 (3.9)	535 (4.8)
MDR-TB	130 (10.2)	104 (4.7)	92 (2.4)	104 (2.7)	430 (3.8)
RR-TB	3 (0.2)	24 (1.1)	22 (0.6)	36 (0.9)	85 (0.8)
PREXF-TB	0 (0)	2 (0.1)	7 (0.2)	8 (0.2)	17 (0.2)
PREXI-TB	0 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (0)
XDR-TB	1 (0.1)	0 (0)	1 (0)	0 (0)	2 (0)

จากการส่งตรวจวินิจฉัยวัณโรคดื้อยา รวมผู้ป่วยทั้งสิ้น 11,202 ราย พบว่าส่วนใหญ่ไม่ดื้อยา ร้อยละ 95.2 พบอัตราการรักษา ร้อยละ 4.8 จำแนกประเภทการรักษา ส่วนใหญ่พบวัณโรคดื้อยา MDR-TB มากที่สุดร้อยละ 3.8 โดยในปี พ.ศ. 2560- 2563 พบอัตราวัณโรคดื้อยา MDR-TB ร้อยละ 10.2 4.7 2.4 และ 2.7 ตามลำดับ มีการตรวจพบวัณโรคดื้อยา XDR-TB ในปี 2560 และปี 2562 ปีละ 1 ราย ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 3. จำนวนและร้อยละของวัณโรคดื้อยาจำแนกตามประวัติการได้รับการรักษา

การดื้อยา	New N = 9,468	Retreatment N = 1,734	รวม N = 11,202
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)
ไม่ดื้อยา	9,231 (97.5)	1,436 (82.8)	1,0667 (95.2)
ดื้อยา	237 (2.5)	298 (17.2)	535 (4.8)
MDR-TB	191 (2.0)	239 (13.8)	430 (3.8)
RR-TB	37 (0.4)	48 (2.8)	85 (0.8)
PREXF-TB	9 (0.1)	8 (0.5)	17 (0.2)
PREXI-TB	0 (0)	1 (0.1)	1 (0.0)
XDR-TB	0 (0)	2 (0.1)	2 (0.0)

จากตารางที่ 3 ผลการตรวจวินิจฉัยโรคดื้อยาจำแนกตามประวัติการได้รับการรักษาวัณโรค พบว่าการดื้อยาวัณโรคในกลุ่มที่เคยได้รับการรักษาวัณโรค (retreatment) จะมีการดื้อยาสูงกว่ากลุ่มที่เป็นผู้ป่วยใหม่ (new) โดยเฉพาะวัณโรคดื้อยา MDR-TB ในผู้ป่วยใหม่ ร้อยละ 2.0 และผู้ป่วยที่เคยได้รับการรักษาวัณโรค พบร้อยละ 13.8

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าลักษณะข้อมูลของผู้ป่วยวัณโรคดื้อยา จำแนกตามประวัติการได้รับการรักษาวัณโรค การศึกษานี้พบว่า ผู้ป่วยวัณโรคดื้อยา MDR-TB ในผู้ป่วยใหม่ ส่วนใหญ่พบในกลุ่มอายุ 36-60 ปี ร้อยละ 49.7 เพศชาย ร้อยละ 64.4 คนไทย ร้อยละ 98.4 ทราบสิทธิ์การรักษาบัตรทอง ร้อยละ 31.4 ไม่ใช่ผู้ต้องขัง ร้อยละ 98.4 ผู้ป่วยวัณโรคปอด ร้อยละ 93.2 ไม่มีการติดเชื้อ HIV ร้อยละ 55.0 เป็นกลุ่มเสี่ยงที่เป็นผู้สัมผัสผู้ป่วยวัณโรค ร้อยละ 28.3 และกลุ่มประชากรกลุ่มเสี่ยง ร้อยละ 28.3 พบผู้ป่วยวัณโรคดื้อยา MDR-TB ในกลุ่มที่เคยได้รับการรักษาวัณโรค ส่วนใหญ่พบในกลุ่มอายุ 36-60 ปี ร้อยละ 51.9 เพศชาย ร้อยละ 72.4 คนไทย ร้อยละ 99.2 ทราบสิทธิ์การรักษาบัตรทอง ร้อยละ 35.6 ไม่ใช่ผู้ต้องขัง ร้อยละ 93.7 ผู้ป่วยวัณโรคปอด ร้อยละ 92.9 ไม่มีการติดเชื้อ HIV ร้อยละ 62.3 กลุ่มประชากรกลุ่มเสี่ยง ร้อยละ 27.9

ตารางที่ 4. ลักษณะข้อมูลของผู้ป่วยวัณโรคดื้อยา MDR-TB จำแนกตามประวัติการได้รับการรักษา

ลักษณะข้อมูลผู้ป่วย	New N = 9,422		Retreatment N = 1,675		รวม N = 11,097	
	MDR-TB 191	ไม่ดื้อยา 9,231	MDR-TB 239	ไม่ดื้อยา 1,436	MDR-TB 430	ไม่ดื้อยา 10,667
อายุ						
< 18	8 (4.2)	344 (3.7)	4 (1.7)	28 (1.9)	12 (2.8)	372 (3.5)
18-35	58 (30.4)	2,771 (30.0)	84 (35.1)	355 (24.7)	142 (33.0)	3,126 (29.3)
36-60	95 (49.7)	4,072 (44.1)	124 (51.9)	750 (52.2)	219 (50.9)	4,822 (45.2)
> 60	30 (15.7)	2,044 (22.1)	27 (11.3)	303 (21.1)	57 (13.3)	2,347 (22.0)
เพศ						
ชาย	123 (64.4)	5,863 (63.5)	173 (72.4)	1,012 (70.5)	296 (68.8)	6,875 (64.5)
หญิง	68 (35.6)	3,368 (36.5)	66 (27.6)	424 (29.5)	134 (31.2)	3,792 (35.5)

ลักษณะข้อมูลผู้ป่วย	New N = 9,422		Retreatment N = 1,675		รวม N = 11,097	
	MDR-TB 191	ไม่ดื้อยา 9,231	MDR-TB 239	ไม่ดื้อยา 1,436	MDR-TB 430	ไม่ดื้อยา 10,667
สัญชาติ						
ไทย	188 (98.4)	8,511 (92.2)	237 (99.2)	1,347 (93.8)	425 (98.8)	9,858 (92.4)
ต่างชาติ	3 (1.6)	720 (7.8)	2 (0.8)	89 (6.2)	5 (1.2)	809 (7.6)
สิทธิ์การรักษา						
บัตรทอง	60 (31.4)	4,710 (51.0)	85 (35.6)	862 (60.0)	145 (33.7)	5,572 (52.2)
ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	20 (10.5)	1,144 (12.4)	9 (3.8)	93 (6.5)	29 (6.7)	1,237 (11.6)
ประกันสังคม	21 (11.0)	1,171 (12.7)	28 (11.7)	164 (11.4)	49 (11.4)	1,335 (12.5)
สิทธิว่าง/ไม่ทราบสิทธิ์	10 (5.2)	1,071 (11.6)	7 (2.9)	72 (5.0)	17 (4.0)	1,143 (10.7)
ต่างด้าว	0 (0)	464 (5.0)	1 (0.4)	63 (4.4)	1 (0.2)	527 (4.9)
ไม่มีข้อมูล	80 (41.9)	671 (7.3)	109 (45.6)	182 (12.7)	189 (44.0)	853 (8.0)
ผู้ต้องขัง						
ผู้ต้องขัง	3 (1.6)	6,026 (6.5)	15 (6.3)	129 (9.0)	18 (4.2)	731 (6.9)
ไม่ใช่ผู้ต้องขัง	188 (98.4)	8,629 (93.5)	224 (93.7)	1,307 (91.0)	412 (95.8)	9,936 (93.1)
ประเภทผู้ป่วยวัณโรคปอด						
วัณโรคปอด	178 (93.2)	7,914 (85.7)	222 (92.9)	1,304 (90.8)	400 (93.0)	9,218 (86.4)
วัณโรคนอกปอด	11 (5.8)	1,024 (11.1)	8 (3.3)	19 (1.3)	100 (23.3)	1,124 (10.5)
วัณโรคปอด+นอกปอด	2 (1.0)	293 (3.2)	9 (3.8)	32 (2.2)	11 (2.6)	325 (3.0)
การติดเชื้อ HIV						
HIV positive	21 (11.0)	850 (9.2)	26 (10.9)	229 (15.9)	47 (10.9)	1,079 (10.1)
HIV negative	105 (55.0)	6,049 (65.5)	149 (62.3)	938 (65.3)	254 (59.1)	6,987 (65.5)
ไม่มีข้อมูล	65 (34.0)	2,332 (25.3)	64 (26.8)	269 (18.7)	129 (30.0)	2,601 (24.4)
ประเภทกลุ่มเสี่ยง						
โรคร่วม	15 (7.8)	1,761 (19.1)	17 (7.1)	223 (15.5)	32 (7.4)	1,984 (18.6)
ผู้สัมผัสผู้ป่วยวัณโรค	54 (28.3)	2,534 (27.5)	61 (25.5)	246 (17.1)	115 (26.7)	2,780 (26.1)
ประชากรกลุ่มเสี่ยง	54 (28.3)	4,909 (53.2)	66 (27.6)	965 (67.2)	120 (27.9)	5,874 (55.1)
ไม่มี/ไม่มีข้อมูล	68 (35.6)	27 (0.3)	95 (39.7)	2 (0.1)	163 (37.9)	29 (0.3)

ตารางที่ 5. ผลการรักษาผู้ป่วยวัณโรคดื้อยาที่ขึ้นทะเบียนและได้รับการรักษาวัณโรคดื้อยา

ปี	รักษา SLD	จำนวน	ผลการรักษา						กำลังรักษา
			หาย	ครบ	ล้มเหลว	ตาย	ขาดยา	โอนออก	
60	MDRS	2	1 (50.0)	1 (50.0)	0	0	0	0	0
	MDRC	127	37 (29.1)	46 (36.2)	6 (4.7)	12 (9.5)	18 (14.2)	8 (6.3)	0
	RRC	3	2 (66.7)	1 (33.3)	0	0	0	0	0
	XDR	1	0	1 (100)	0	0	0	0	0
61	MDRS	8	2 (25.0)	4 (50.0)	0	0	0	1 (12.5)	1 (12.5)
	MDRC	96	32 (33.3)	30 (31.3)	0	17 (17.7)	12 (12.5)	4 (4.2)	1 (1.0)
	RRC	25	8 (32.0)	9 (36.0)	0	3 (12.0)	4 (16.0)	0	1 (4.0)
	PREXF	1	0	0	0	0	0	0	1 (100)
	PREXI	1	0	1(100)	0	0	0	0	0
62	MDRS	16	3 (18.8)	5 (31.2)	0	0	2 (12.5)	1(6.3)	5 (31.2)
	MDRC	70	21 (30.0)	15 (21.5)	0	12 (17.1)	9 (12.9)	8 (11.4)	5 (7.1)
	RRS	8	3 (37.5)	1 (12.5)	0	1 (12.5)	0	2 (25.0)	1 (12.5)
	RRC	15	3 (20.0)	5 (33.3)	2(13.3)	1 (6.7)	2 (13.3)	1 (6.7)	1 (6.7)
	PREXF	5	1 (20.0)	0	1(20.0)	1 (20.0)	0	0	2 (40.0)
	XDR	1	1 (100)	0	0	0	0	0	0
63	MDRS	32	1 (3.1)	3 (9.4)	1(3.1)	5 (15.6)	0	4 (12.5)	18 (56.3)
	MDRC	61	2 (3.3)	2 (3.3)	0	3 (4.9)	12 (19.7)	14 (22.9)	
	RRS	15	0	3 (20.0)	2(13.3)	1 (6.7)	0	2 (13.3)	7 (46.7)
	RRC	20	1 (5.0)	2 (10.0)	0	3 (15.0)	2(10.0)	4 (20.0)	8 (40.0)
	PREXF	7	0	0	0	0	0	4 (57.1)	3 (42.9)

MDRS: ผู้ป่วย MDR-TB รักษาสูตร shorter MDR-TB regimen, MDRC: ผู้ป่วย MDR-TB รักษาสูตร conventional MDR-TB regimen, RRS: ผู้ป่วย RR-TB รักษาสูตร shorter MDR-TB regimen RRC: ผู้ป่วย RR-TB รักษาสูตรยา conventional MDR-TB regimen
(หมายเหตุ ปี พ.ศ. 2560-2563 ผู้ป่วยวัณโรคดื้อยาบางรายยังไม่ถึงกำหนดรอบประเมินผลการรักษา)

ตารางที่ 5 แสดงผลการรักษาผู้ป่วยวัณโรคดื้อยาที่ขึ้นทะเบียนและได้รับการรักษา พบว่าในปี พ.ศ. 2560-2561 ที่ครบรอบการประเมินผลการรักษา ผู้ป่วยวัณโรคดื้อยา MDR-TB ที่ได้รับการรักษาด้วยสูตร Shorter MDR-TB regimen มีผลรวมของการรักษาหาย และรักษาครบในปี พ.ศ. 2560 พบร้อยละ 100 และปี พ.ศ. 2561 พบร้อยละ 75 ซึ่งสูงกว่าผู้ป่วยวัณโรคดื้อยา MDR-TB ที่รักษาด้วยสูตรยา conventional MDR-TB regimen มีผลรวมของการรักษาหายและรักษาครบปี พ.ศ. 2560 พบร้อยละ 65.3 และปี พ.ศ. 2561 พบร้อยละ 64.6 พบอัตราตายในผู้ป่วยวัณโรคดื้อยา MDR-TB ในปี พ.ศ. 2560 ร้อยละ 9.5 และในปี พ.ศ. 2561 พบร้อยละ 17.7 พบอัตราการขาดยาในผู้ป่วยวัณโรคดื้อยา MDR-TB ในปี พ.ศ. 2560 ร้อยละ 14.2 และในปี พ.ศ. 2561 พบร้อยละ 12.5 ผลการรักษาในปี พ.ศ. 2562-2563 พบอัตราตายและขาดยายังมีอัตราที่สูงมากกว่าร้อยละ 10 ผลการรักษาในผู้ป่วยวัณโรคดื้อยา XDR-TB ที่ตรวจพบและได้รับการรักษาในปี พ.ศ. 2560 และปี พ.ศ. 2562 ทั้ง 2 ราย มีผลการรักษาครบและรักษาหายตามลำดับ

ตารางที่ 6. ลักษณะข้อมูลของผู้ป่วยวัณโรคเฉพาะคนไทย

ลักษณะข้อมูล	จำนวน N = 1,0387	(ร้อยละ)
จำนวนผู้ป่วยคนไทย ปี พ.ศ.		
2560	1,169	(11.3)
2561	2,026	(19.5)
2562	3,639	(35.0)
2563	3,553	(34.2)
เพศ		
ชาย	6,775	(65.2)
หญิง	3,612	(34.8)
อายุ		
< 18	373	(3.6)
18-35	2,838	(27.3)
36-60	4,792	(46.1)
> 60	2,384	(23.0)

ลักษณะข้อมูล	จำนวน N = 1,0387	(ร้อยละ)
ประเภทผู้ป่วยวัณโรคปอด		
วัณโรคปอด	8,992	(86.6)
วัณโรคนอกปอด	1,079	(10.4)
วัณโรคปอดและนอกปอด	316	(3.0)
ประวัติการได้รับการรักษา		
New	8,745	(84.2)
Retreatment	1,642	(15.8)
ผู้ต้องขังเรือนจำ		
ใช่	736	(7.1)
ไม่ใช่	9,651	(92.9)
การติดเชื้อ HIV (n=7795)		
Positive	1,045	(13.4)
Negative	6,750	(86.6)
ประเภทกลุ่มเสี่ยง (n=10,163)		
โรคร่วม	1,947	(19.2)
ผู้สัมผัสผู้ป่วยวัณโรค	2,783	(27.4)
ประชากรกลุ่มเสี่ยง	5,433	(53.5)
การดื้อยา		
ดื้อยา	529	(5.1)
ไม่ดื้อยา	9,858	(94.9)
กลุ่มวัณโรคดื้อยา (n=529)		
MDR-TB	425	(80.3)
RR-TB	85	(16.1)
PREXF-TB	16	(3.0)
PREXI-TB	1	(0.2)
XDR-TB	2	(0.4)

จากตารางที่ 6 ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนาของผู้ป่วยวัณโรคเฉพาะคนไทย จำนวนทั้งหมด 10,387 ราย พบว่าส่วนใหญ่ เป็นเพศชาย ร้อยละ 65.2 และมีอายุในช่วง 36-60 ปี ร้อยละ 46.1 เป็นผู้ป่วยวัณโรคปอด ร้อยละ 86.6 ผู้ป่วยวัณโรคใหม่ ร้อยละ 84.2 ไม่มีการติดเชื้อ HIV ร้อยละ 86.6 จากการตรวจพบการดื้อยาวัณโรค ร้อยละ 5.1 ในกลุ่มนี้จะเป็นวัณโรคดื้อยา MDR-TB มากที่สุดร้อยละ 80.3

ตารางที่ 7. ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์แบบตัวแปรเดียวต่อวัณโรคดื้อยา MDR-TB

ปัจจัย	ไม่ดื้อยา จำนวน (ร้อยละ)	MDR-TB จำนวน (ร้อยละ)	Test stat.	P value
เพศ			Chisq. (1 df) = 2.87	0.09
หญิง	3,445 (34.9)	131 (30.8)		
ชาย	6,413 (65.1)	294 (69.2)		
อายุ			Chisq. (3 df) = 25.73	< 0.001
< 18	358 (3.6)	12 (2.8)		
18-35	2,666 (27)	138 (32.5)		
36-60	4,518 (45.8)	218 (51.3)		
>60	2,316 (23.5)	57 (13.4)		
ผู้ต้องขังเรือนจำ			Chisq. (1 df) = 5.07	0.024
ไม่ใช่	9,146 (92.8)	407 (95.8)		
ใช่	712 (7.2)	18 (4.2)		
การติดเชื้อ HIV			Chisq. (1 df) = 1.31	0.253
Negative	6,429 (86.7)	251 (84.2)		
Positive	986 (13.3)	47 (15.8)		
กลุ่มเสี่ยง			Chisq. (2 df) = 35.45	< 0.001
ประชากรกลุ่มเสี่ยง	5,271 (53.6)	118 (44.7)		
ผู้สัมผัสวัณโรค	2,654 (27)	114 (43.2)		
โรคร่วม	1,905 (19.4)	32 (12.1)		
ประวัติการได้รับการรักษาวัณโรค			Chisq. (1 df) = 550.95	< 0.001
New	8,511 (86.3)	188 (44.2)		
Retreatment	1,347 (13.7)	237 (55.8)		

จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับวัณโรคดื้อยา MDR-TB ในผู้ป่วยวัณโรคเฉพาะคนไทย ปัจจัยที่ได้นำมาวิเคราะห์ ได้แก่ เพศ อายุ ผู้ต้องขังเรือนจำ การติดเชื้อ HIV ประวัติกลุ่มเสี่ยง ประเภทกลุ่มเสี่ยง กลุ่มเสี่ยงและโรคร่วม และประวัติการได้รับการรักษาวัณโรค โดยนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์แบบตัวแปรเดียวต่อวัณโรคดื้อยา MDR-TB ที่แสดงอยู่ในตารางที่ 7 พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับวัณโรคดื้อยา MDR-TB อย่างมีนัยสำคัญ (P value < 0.05) ได้แก่ อายุ ผู้ต้องขังเรือนจำ ประเภทกลุ่มเสี่ยง และประวัติการได้รับการรักษาวัณโรค

ตารางที่ 8. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบพหุตัวแปรต่อวัณโรคดื้อยา MDR-TB

ปัจจัย	Univariate analysis			Multivariate analysis		
	Crude OR	95%CI	Adj. OR	95%CI	P (Wald's test)	P (LR-test)
เพศ: ชาย vs หญิง	1.17	0.9-1.52	1.17	0.89-1.53	0.271	0.268
กลุ่มอายุ: ref. = 18-35						< 0.001
<18	0.51	0.22-1.18	0.43	0.18-1	0.05	
36 - 60	0.9	0.68-1.18	0.79	0.6-1.05	0.11	
>60	0.5	0.34-0.74	0.48	0.32-0.71	<0.001	
ผู้ต้องขังเรือนจำ: ใช่ vs ไม่ใช่	0.5	0.27-0.95	0.46	0.23-0.88	0.02	0.01
กลุ่มเสี่ยง: ref. = ประชากรกลุ่มเสี่ยง						< 0.001
ผู้สัมผัสวัณโรค	1.92	1.48-2.49	2.46	1.86-3.25	< 0.001	
โรคร่วม	0.75	0.51-1.11	0.89	0.59-1.33	0.57	
ประวัติการรักษาวัณโรค: Retreatment vs New	7.46	5.81-9.56	8.35	6.46-10.79	< 0.001	< 0.001

จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์แบบพหุตัวแปรต่อวัณโรคดื้อยา MDR-TB ที่แสดงในตารางที่ 8 พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับวัณโรคดื้อยา MDR-TB อย่างมีนัยสำคัญ (p -value < 0.05) ได้แก่กลุ่มอายุ > 60 ปี เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอายุ 18-35 ปี (AOR=0.48 95%CI: 0.32-0.71) ผู้สัมผัสผู้ป่วยวัณโรค เมื่อเปรียบเทียบกับประชากรกลุ่มเสี่ยง (AOR=2.46 95%CI: 1.86-3.25) ผู้ต้องขังเรือนจำ (AOR=0.46 95%CI: 0.23-0.88) และผู้มีประวัติการรักษาวัณโรค (AOR=8.35 95%CI: 6.46-10.79)

วิจารณ์และสรุป

วัณโรคและวัณโรคดื้อยาเป็นปัญหาสำคัญของกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นพื้นที่เขตเมืองใหญ่ พบผู้ป่วยวัณโรคเข้าสู่ระบบการรักษาในสถานพยาบาลทุกสังกัดมากกว่า 12,000 รายต่อปี และคาดว่าจะพบผู้ป่วยวัณโรคดื้อยา MDR-TB ประมาณ 300 ราย แต่พบผู้ป่วยวัณโรคดื้อยา MDR-TB ที่เข้าสู่ระบบรายงานต่ำกว่าที่คาดประมาณไว้ มีความครอบคลุมการตรวจพบผู้ป่วยเพียง ร้อยละ 26.675 ที่ผ่านมาจากข้อจำกัดของทรัพยากร ทำให้ไม่สามารถ

ตรวจวินิจฉัยการดื้อยาในผู้ป่วยทุกรายได้ การตรวจทางอนุชีววิทยาวินิจฉัยดื้อยา ยังมีจำนวนเครื่องมือรองรับการตรวจไม่เพียงพอ จึงจำเป็นต้องเน้นการจัดลำดับความสำคัญการส่งตรวจวินิจฉัยวัณโรคดื้อยาในผู้ป่วยวัณโรคกลุ่มต่างๆ จากการศึกษาพบว่าการดื้อยาอย่างส่วนใหญ่มีประวัติกลุ่มเสี่ยง เช่น ผู้ป่วยที่เป็นประชากรกลุ่มเสี่ยง ผู้สัมผัสผู้ป่วยวัณโรค ผู้ป่วยวัณโรคที่มีโรคร่วม จะส่งตรวจวินิจฉัยวัณโรคดื้อยา ซึ่งการศึกษานี้ทำการศึกษาในปีงบประมาณ 2560-2563 พบผู้ป่วยวัณโรคมีอัตราการดื้อยา MDR-TB ร้อยละ 10.2 4.7 2.4 และ 2.7 ตามลำดับ แบ่งตามผู้ป่วยรายใหม่พบอัตราการดื้อยา MDR-TB ร้อยละ 2 และผู้ป่วยที่เคยได้รับการรักษา ร้อยละ 13.8 การดื้อยาวัณโรค MDR-TB ในกรุงเทพมหานครพบในอัตราที่สูง เมื่อเทียบกับการเฝ้าระวังวัณโรคระดับประเทศครั้งที่ 5 ปี พ.ศ. 2560-2561 พบวัณโรคดื้อยา MDR-TB ในผู้ป่วยรายใหม่ ร้อยละ 0.8 และร้อยละ 13.0 ในผู้ป่วยที่มีประวัติการรักษามาก่อน⁴ จากการศึกษาอุบัติการณ์ของวัณโรคดื้อยา MDR-TB ในเขตชนบทและในเขตเมือง² พบว่าวัณโรคดื้อยา MDR-TB ในเขตเมืองสูงถึงร้อยละ 51 ซึ่งสูงกว่าเขตชนบทที่พบร้อยละ 2 และการศึกษาความชุกของวัณโรคดื้อยา MDR/RR-TB ในประชากรในชนบทต่ำกว่าประชากรในเมืองอย่างมีนัยสำคัญที่ร้อยละ 20.9 และร้อยละ 29.0 ตามลำดับ⁹ สาเหตุสำคัญที่ทำให้การเกิดวัณโรคดื้อยา MDR-TB ในเขตเมืองมีอัตราสูง จากความหลากหลายของประชากรและระบบบริการ ขาดระบบกำกับดูแลผู้ป่วยให้กินยา ขาดการติดตามดูแลรักษาวัณโรคอย่างต่อเนื่อง

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อวัณโรคดื้อยา MDR-TB ในการศึกษาพบว่าการมีประวัติการรักษาวัณโรคมาก่อน มีความสัมพันธ์อย่างมากต่อการป่วยเป็นวัณโรคดื้อยา MDR-TB (AOR=8.35 95%CI: 6.46-10.79) ซึ่งสอดคล้องกับการสำรวจการดื้อยาวัณโรคระดับประเทศครั้งที่ 5 (OR=2.9 95%CI: 1.6-5.0)⁴ และการศึกษาความชุกและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับวัณโรคดื้อยา MDR-TB โรงพยาบาลศิริราช (OR=51.8 95%CI: 12.35-217.79)¹⁰ และการศึกษาในประเทศเอธิโอเปีย (OR=6.1 95% CI: 2.92-12.62)¹¹ มีหลักฐานเชิงประจักษ์ที่แสดงให้เห็นว่าการดื้อยาของเชื้อวัณโรค สามารถเกิดขึ้นได้เมื่อมีประวัติการ

รักษาวัณโรคที่ไม่สมบูรณ์หรือไม่เหมาะสมเป็นเวลานาน นอกจากนี้เรายังพบปัจจัยผู้สัมผัสผู้ป่วยวัณโรคมีความสัมพันธ์กับวัณโรคดื้อยา MDR-TB (AOR=2.46 95%CI: 1.86-3.25) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาประเทศเอธิโอเปีย (OR = 2.1 95% CI: 1.04- 4.43) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการสัมผัสกับผู้ป่วยวัณโรคอาจเชื่อมโยงกับวัณโรคดื้อยา MDR-TB เนื่องจากการสัมผัสกับเชื้อวัณโรคดื้อยา การได้รับเชื้อจากสายพันธุ์ MDR หรือการรับเชื้อสายพันธุ์ที่ดื้อต่อยาเดี่ยวอาจมีส่วนทำให้เกิด MDR-TB ต่อมาได้¹¹ และจากการศึกษานี้ยังพบปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับวัณโรคดื้อยา MDR-TB ได้แก่ กลุ่มอายุ > 60 ปี (AOR=0.48 95%CI: 0.32-0.71) สอดคล้องกับผลการศึกษาของประเทศอินเดียที่พบในกลุ่มผู้สูงอายุเช่นกัน (AOR 0.994 95% CI: 0.990-0.999)¹² ซึ่งการศึกษาในประเทศพบความสัมพันธ์ในกลุ่มอายุ 45-54 (OR, 1.6 95%CI: 1.0-2.4)⁸ และอายุ < 65 ปี (OR=6.94 95%CI: 1.02-45.49)¹⁰ และในกลุ่มผู้ต้องขังเรือนจำมีความสัมพันธ์เชิงลบกับวัณโรคดื้อยา MDR-TB (AOR=0.46 95%CI: 0.23-0.88) การศึกษานี้ไม่ได้ออกแบบเพื่อเก็บข้อมูลเฉพาะในกลุ่มเรือนจำ จึงพบจำนวนผู้ต้องขังเรือนจำมีจำนวนน้อย อย่างไรก็ตามจากการศึกษาวัณโรคดื้อยาในเรือนจำพบว่าอัตราการดื้อยาวัณโรค MDR-TB ในกลุ่มผู้ต้องขังรายใหม่ พบร้อยละ 6.7 ซึ่งสูงกว่าประชากรทั่วไป¹³

ผลการรักษาวัณโรคดื้อยาจากการศึกษานี้ พบว่าผู้ป่วยวัณโรคดื้อยา MDR-TB ที่ได้รับการรักษาด้วยสูตร Shorter MDR-TB regimen มีผลรวมของการรักษาหายและรักษาครบ พบร้อยละ 75-100 สอดคล้องกับการศึกษาประสิทธิภาพและความปลอดภัยของผู้ป่วยวัณโรคดื้อยา MDR-TB และ RR-TB ที่ได้รับการรักษาด้วยสูตร Shorter MDR-TB regimen พบความสำเร็จของการรักษา ร้อยละ 83.0 (95%CI: 71.9–90.3)¹⁴ และจากการศึกษาในหลายประเทศพบว่าการรักษาด้วยสูตรยาระยะสั้น 9 เดือน มีประสิทธิภาพในการรักษาสูงกว่าเมื่อเทียบกับการรักษาด้วยสูตรมาตรฐาน⁷ ขณะที่การรักษาผู้ป่วยวัณโรคดื้อยา MDR-TB ด้วยสูตรยา conventional MDR-TB regimen พบความสำเร็จของการรักษา ร้อยละ 64.6-65.3 และยังพบอัตราการตายสูง ร้อยละ 9.5-17.0 และ

การขาดยาสูง ร้อยละ 12.0-19.7 ทั้งนี้ผู้ป่วยวัณโรคดื้อยา MDR-TB และ RR-TB จะมีอัตราการตายและการล้มเหลวจากการรักษาค่อนข้างสูง สอดคล้องกับการรักษาวัณโรคดื้อยาทั่วโลก ที่พบอัตราการรักษาหาย ร้อยละ 75 ขณะที่อัตราการตายสูง¹ การรักษาและการดูแลผู้ป่วยวัณโรคดื้อยามีความซับซ้อนมากขึ้น การรักษาใช้เวลานาน แนวทางการรักษาจะเป็นรายบุคคลและขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของแพทย์ ผลการรักษาที่ไม่ดีอาจเกิดความล้มเหลวในการรักษาหรือเสียชีวิตในระหว่างการรักษา ซึ่งอาจมีผลปัจจัยเสี่ยง เช่น การติดเชื้อ HIV น้ำหนักของผู้ป่วย อายุของผู้ป่วย การมีโรคประจำตัวอื่น ๆ สภาพของผู้ป่วย และความล่าช้าในการได้รับการรักษา¹⁵⁻¹⁶

ข้อจำกัดของการศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบย้อนหลัง ซึ่งข้อมูลอาจไม่สมบูรณ์ และขอบเขตของการศึกษามุ่งเน้นศึกษาไปที่ผลการตรวจวัณโรคดื้อยา MDR-TB ซึ่งในการศึกษาต่อไปควรมีการศึกษาสถานการณ์วัณโรคดื้อยาทุกชนิดของกรุงเทพมหานคร เพื่อสามารถทราบรูปแบบทิศทาง และแนวโน้มการดื้อยาวัณโรค การควบคุมวัณโรคดื้อยาในกรุงเทพมหานคร ควรมุ่งเน้นการตรวจวินิจฉัยวัณโรคและวัณโรคดื้อยาด้วยเทคนิคอณูชีววิทยาในผู้ป่วยกลุ่มเสี่ยงสูงทุกราย เพื่อให้เข้าสู่ระบบการรักษาได้อย่างรวดเร็ว รวมถึงมีระบบติดตามดูแลผู้ป่วยจนครบกำหนดการรักษา และจัดให้มีระบบเฝ้าระวังการดื้อยาวัณโรคอย่างต่อเนื่อง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นพ.ยุทธชัย เกษตรเจริญ ที่ปรึกษาสำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร ผู้อำนวยการกองวัณโรค ผู้อำนวยการกองควบคุมโรคเอดส์ วัณโรคและโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์สำนักอนามัยที่ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะ ตลอดจนทีมแพทย์ พยาบาล เจ้าหน้าที่ทางห้องปฏิบัติการทุกท่านในกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้การศึกษานี้สำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. Global Tuberculosis Report 2020. Geneva: World Health Organization; 2020.
2. Almeida D, Rodrigues C, Udwadia ZF, *et al.* Incidence of multidrug-resistant tuberculosis in urban and rural India and implications for prevention. Clin Infect Dis 2003; 36:e152- 4.
3. วิภา รักษ์พิชิตกุล, บรรณาธิการ. แนวทางการบริหารจัดการผู้ป่วยวัณโรคดื้อยา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์; 2559.
4. Kamolwat P, Nateniyom S, Chaiprasert A, *et al.* Prevalence and associated risk factors of drug-resistant tuberculosis in Thailand: results from the fifth national anti-tuberculosis drug resistance survey. Trop Med Int Health 2021 Jan; 26:45-53.
5. กองควบคุมโรคเอดส์ วัณโรคและโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์. รายงานผลการดำเนินงานวัณโรคในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ประจำปี 2562. กรุงเทพฯ: ลักษณะมีนาภัณฑ์; 2563.
6. World Health Organization. Global Tuberculosis Report 2019. Geneva: World Health Organization; 2019.
7. World Health Organization. WHO consolidated guidelines on Tuberculosis. Module 4: treatment – drug-resistant tuberculosis treatment. Geneva: World Health Organization; 2020.
8. กองวัณโรค กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. แนวทางการเลือกใช้สูตรยารักษาวัณโรคดื้อยา ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2563. กรุงเทพฯ: อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์; 2563.
9. Korotych O, Hovhannisyan A, Zaitseva O, Denisuk O, Dadu A, Dara M. Risk factors associated with RR/MDR-TB among new pulmonary tuberculosis patients in urban and rural areas of Ukraine in 2017: retrospective analysis of routine surveillance data. Public Health Panorama 2019; 5:369-613.
10. Jitmuang A, Munjit P, Foongladda S. Prevalence and Factors Associated with Multidrug-resistant Tuberculosis at Siriraj hospital, Bangkok, Thailand. Southeast Asian J Trop Public Health 2015; 46:697-706.
11. Desissa F, Workineh T, Takele Beyene T. Risk factors for the occurrence of multidrug-resistant tuberculosis among patients undergoing multidrug-resistant tuberculosis treatment in East Shoa, Ethiopia. BMC Public Health 2018; 18:422.
12. Shivekar SS, Kaliaperumal V, Brammacharry U, *et al.* Prevalence and factors associated with multidrug-resistant tuberculosis in South India. Sci Rep 2020 Oct 16; 10(1):17552. doi: 10.1038/s41598-020-74432-y
13. Pleumpanupat W, Jittimanee S, Akarasewi P, *et al.* Resistance to anti-tuberculosis drugs among smear-positive cases in Thai prisons 2 years after the implementation of the DOTS strategy. Int J Tuberc Lung Dis 2003; 7:472-7.
14. Khan FA, Salim MAH, Cros P, *et al.* Effectiveness and safety of standardised shorter regimens for multidrug-resistant tuberculosis: individual patient data and aggregate data meta-analyses. Eur Respir J 2017; 50:1700061.
15. นิโบลนาคบำรุง, ยศวดี เพ็ชรคำ, ศศิธรแดงเจย์, สุกัญญา บุญช่วย, ตั้ม บุญรอด, วิชชาดา สิมลา. ผลการรักษาผู้ป่วยวัณโรคดื้อยาหลายขนาน. ว.วิชาการสาธารณสุข 2563; 29(4):466-659.
16. Alemua A, Bitewb ZW, Workuc T. Poor treatment outcome and its predictors among drug-resistant tuberculosis patients in Ethiopia: A systematic review and meta-analysis. Int J Infect Dis 2020; 98:420-39

Abstract: Jittiwat W,* Charoenpichitnan S,** Royviangkam R.** Situation of Multidrug resistant Tuberculosis in Bangkok Province, during 2017 – 2020. Thai J Tuberc Chest Crit Care 2021;40: 87-97

* Division of Tuberculosis, Department of Disease Control, Ministry of Public Health.

** Division of AIDS Tuberculosis and Sexually transmitted infections, Health Department, Bangkok Metropolitan Administration.

Multidrug resistant tuberculosis (MDR-TB) remains a major public health worldwide. Bangkok is a big urban area, the complexity of people's life-style and various health service systems, all posed obstacles to tuberculosis control in Bangkok. This study was done to determine situation and assess treatment outcome of TB patients who had MDR-TB in Bangkok and to identify factors associated with MDR-TB in fiscal year 2017- 2020. This study was a retrospective study. Data relevant to MDR-TB were retrieved from NTIP (National Tuberculosis Information Program) for patients recorded in October 2016 to September 2020. Descriptive statistics and binary and multivariable logistic regression were performed.

Of 11,202 TB cases evaluated, the prevalence of MDR-TB in fiscal year 2017-2020 was 10.2, 4.7, 2.4 and 2.7 respectively. MDR-TB accounted for 2.0 % of new TB cases and 13.8 % of previously treated TB cases. The success rate of MDR-TB among MDR-TB cases who received shorter MDR-TB regimen (75-100 %) was higher than conventional MDR-TB regimen (64.6-65.3 %). The mortality rate and loss to follow up rate were higher too. MDR-TB was positively associated with previous TB treatment (AOR=8.35, 95 %CI: 6.46-10.79), contact with known TB case (AOR=2.46 95%CI: 1.86-3.25). Old age > 60 years (AOR=0.48, 95 %CI: 0.32-0.71) and prisoner (AOR=0.46, 95%CI: 0.23-0.88) were negatively associated with MDR-TB. There was no associated with sex and HIV infection.

In conclusion, the prevalence of MDR-TB in Bangkok remains high. Shorter MDR-TB regimen were effective in treating MDR-TB. Early diagnosis of TB and MDR/RR-TB by rapid molecular tests should be done in risk groups. Drug resistance surveillance in Bangkok should be continued to improve TB prevention and control in the future.



Successful Closure of A Bronchopleural Fistula by Intrapleural Administration of Fibrin glue: A case report

ชนทัต ไตรทอง พ.บ.*
ธิตวัฒน์ ศรีประสารณ์ พ.บ.*

*หน่วยโรคปอด ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ภาวะแผลรูเชื่อมระหว่างหลอดลมและช่องเยื่อหุ้มปอด (bronchopleural fistula) คือความผิดปกติของการเชื่อมต่อระหว่างแขนงหลอดลมและช่องเยื่อหุ้มปอด ซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่เกิดภายหลังการผ่าตัดทรวงอก ภาวะนี้มีความท้าทายในการวินิจฉัยและก่อให้เกิดการล่าช้าของการวินิจฉัย ส่งผลให้มีอัตราการเสียชีวิตและคุณภาพสูง ดังกรณีศึกษาผู้ป่วยหญิงอายุ 39 ปี ได้รับการผ่าตัด pneumonectomy ด้านขวาจากการรักษาโรคโพรงเชื้อรา aspergillus ในปอด ภายหลังการผ่าตัดวันที่ 12 ภาพถ่ายรังสีทรวงอกพบลมรั่วที่ปอดด้านขวาและทรวงอก (right pneumothorax and pneumomediastinum) ผู้ป่วยได้รับการส่องกล้องหลอดลม พบรูรั่วขนาด 3 มิลลิเมตรที่แผลเย็บผ่าตัด จึงวินิจฉัยภาวะแผลรูเชื่อมระหว่างหลอดลมและช่องเยื่อหุ้มปอด (bronchopleural fistula) และได้รับการรักษาด้วย fibrin glue เพื่อปิด fistula หลังจากสังเกตอาการไม่พบลมรั่วอีก สามารถถอดสายระบายทรวงอกได้ อย่างไรก็ตามการรักษาแผลรูเชื่อมระหว่างหลอดลมและช่องเยื่อหุ้มปอด ในปัจจุบันยังไม่มีมาตรฐานเปรียบเทียบระหว่างการผ่าตัดกับการใช้ fibrin glue ถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในกรณีที่ผู้ป่วยไม่พร้อมต่อการผ่าตัด การศึกษาส่วนใหญ่เป็นเพียงระดับรายงานผู้ป่วย ซึ่งยังต้องอาศัยการศึกษาเพิ่มเติมและติดตามผลการรักษาในระยะยาวต่อ

บทนำ

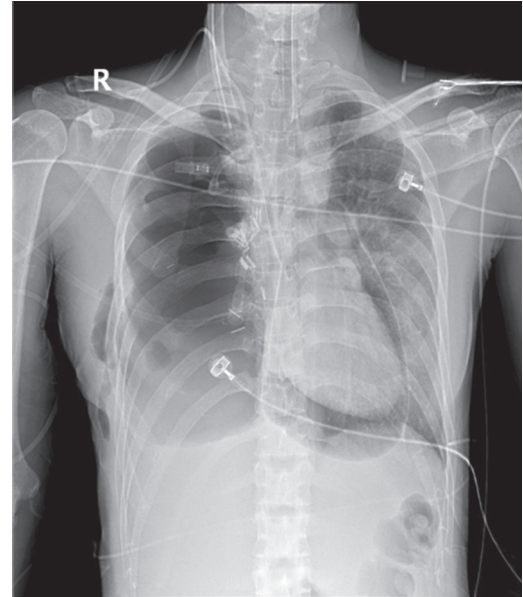
ภาวะแผลรูเชื่อมระหว่างหลอดลมและช่องเยื่อหุ้มปอด (bronchopleural fistula) คือความผิดปกติของการเชื่อมต่อระหว่างแขนงหลอดลมและช่องเยื่อหุ้มปอด ซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่เกิดภายหลังการผ่าตัดทรวงอก โดยภาวะแผลรูเชื่อมระหว่างหลอดลมและช่องเยื่อหุ้มปอด สามารถแบ่งง่ายๆ เป็น 2 ชนิด ได้แก่ หลอดลมส่วนกลาง ซึ่งมองเห็นรูรั่วได้บริเวณหลอดลมขนาดใหญ่ (central airways) โดยมักเกิดจากการการรั่วของแผลผ่าตัด (stump leak) และหลอดลมส่วนปลาย (distal airways) ซึ่งมักไม่สามารถระบุรูรั่วได้แน่ชัด ทำให้

ภาวะนี้มีความท้าทายในการวินิจฉัย และก่อให้เกิดการล่าช้าของการวินิจฉัย นอกจากนั้นภาวะนี้ทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อจากบริเวณหลอดลมไปยังบริเวณปราศจากเชื้อในช่องเยื่อหุ้มปอด ทำให้เกิดการติดเชื้อช่องเยื่อหุ้มปอดตามมา ส่งผลให้มีอัตราการเสียชีวิตสูงถึงร้อยละ 20-70¹ โดยสูงขึ้นตามโรคประจำตัวของผู้ป่วยเดิม แน่นอนว่าการรักษาหลักคงเป็นการผ่าตัดเพื่อแก้ไขรูรั่ว แต่ ณ ปัจจุบันการรักษาด้วยการส่องกล้องด้วยเทคนิคต่างๆ เริ่มเข้ามามีบทบาทมากขึ้นเพื่อตัวเลือกหรือในสภาวะที่ผู้ป่วยไม่สามารถผ่าตัดได้

รายงานผู้ป่วย

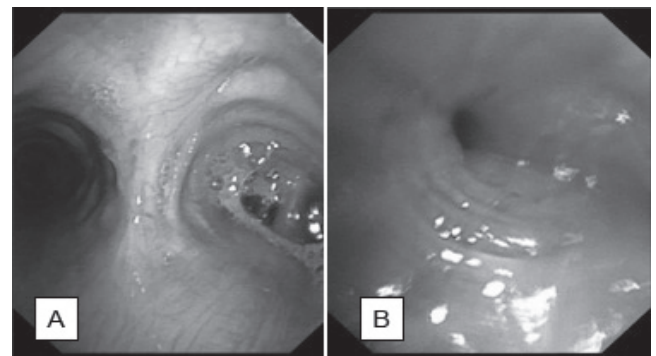
ผู้ป่วยหญิงไทยอายุ 39 ปี ภูมิลำเนาจังหวัด กรุงเทพมหานคร เชื้อชาติไทย สัญชาติไทย ศาสนาพุทธ มาโรงพยาบาลด้วยเรื่องไอ เสมหะขาว ไม่มีไ้เป็นเลือด ไม่มีไข้ ไม่หอบเหนื่อย ไม่มีน้ำหนักลด เป็นเวลา 4 เดือน ประวัติอดีต เคยมีปอดอักเสบติดเชื้อตอนอายุ 8 ปี ผู้ป่วยจำรายละเอียด การเจ็บป่วยไม่ได้ ปฏิเสธประวัติใกล้ชิดผู้ป่วยวัณโรค และ ปฏิเสธการสูบบุหรี่ ผลการตรวจภาพถ่ายรังสีทรวงอกพบ โพรงบริเวณปอดกลีบขวาบน (right upper lobe opacity) ผลการตรวจเสมหะไม่พบเชื้อวัณโรค ผู้ป่วยจึงได้รับการ ส่งกล้องหลอดลม ตรวจพบ septate hyphae จากการย้อม Gomori methenamine silver (GMS) จากน้ำล้างปอด แต่ผล เพาะเชื้อวัณโรคและเชื้อราจากน้ำล้างปอดเป็นลบ ได้รับการ วินิจฉัยเป็น probable invasive pulmonary aspergillosis ได้รับการรักษาด้วยยา voriconazole

เมื่อติดตามภาพรังสีคอมพิวเตอร์ทรวงอกผู้ป่วย หลังได้รับยา 6 เดือน ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของโพรง บริเวณปอดกลีบขวาบน จึงส่งปรึกษาศัลยแพทย์ทรวงอก เพื่อผ่าตัดปอดกลีบขวาบน พบ cavitory size 8 x 4 x 6 centimeters in right upper lobe and right middle lobe with severe adhesion ขั้นตอนการผ่าตัด right lower lung pulmonary artery was resected due to severe adhesion, the operation was changed to right pneumonectomy. Right main bronchus was resected with stapler for shortening of stump. หลังผ่าตัดวันที่ 12 ภาพถ่ายรังสีทรวงอก พบลมรั่วที่ปอดด้านขวาและทรวงอก (right pneumothorax and pneumomediastinum) ซึ่งเกิดจากภาวะแทรกซ้อนหลัง การผ่าตัด ผู้ป่วยได้รับการใส่ท่อระบายลมทรวงอก ระหว่าง สังเกตอาการที่หอผู้ป่วย พบว่ายังมีลมรั่วต่อเนื่อง การรักษา หลักคือการผ่าตัดเพื่อแก้ไขลมรั่ว เนื่องจากผู้ป่วยมีพังผืด ในทรวงอกมาก ศัลยแพทย์ทรวงอกจึงขอปรึกษาอายุรแพทย์ โรคระบบทางเดินหายใจหัดถการหลอดลมและทรวงอก เพื่อการรักษาเบื้องต้น

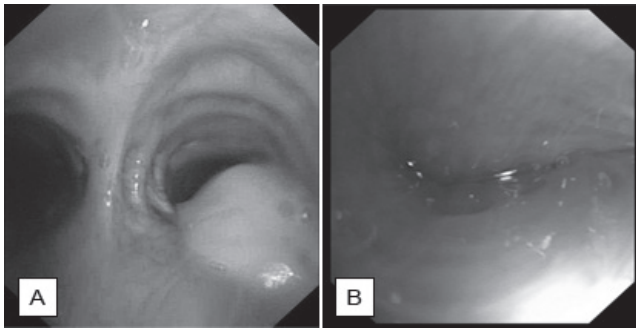


ภาพที่ 1. ภาพถ่ายรังสีทรวงอกของผู้ป่วยกรณีศึกษาหลังผ่าตัด pneumonectomy ด้านขวา วันที่ 12 พบลมรั่วที่ปอด ด้านขวาและทรวงอก (right pneumothorax and pneumomediastinum)

ผู้ป่วยได้รับการส่งกล้องหลอดลมพบ 3 mm. fistula at surgical stump และ air bubbling sign เป็นบวก จึงวินิจฉัย ภาวะแผลรูเชื่อมระหว่างหลอดลมและช่องเยื่อหุ้มปอด (bronchopleural fistula) และได้รับการรักษาด้วย fibrin glue เพื่อปิด fistula หลังจากสังเกตอาการไม่พบลมรั่วอีก เมื่อ ส่งกล้องหลอดลมอีกครั้งที่ 2 สัปดาห์ พบว่า fistula ปิดสนิท ไม่พบ air bubbling sign อีก ผู้ป่วยสามารถถอดท่อระบาย ลมทรวงอกได้ และได้กลับบ้านในที่สุด



ภาพที่ 2. ภาพถ่ายส่องกล้องหลอดลมพบ air bubbling sign (A) และ 3 mm. fistula at surgical stump (B)



ภาพที่ 3. ภาพถ่ายส่องกล้องหลอดลมหลังการรักษาด้วย fibrin glue เพื่อปิด fistula (A) เมื่อส่องกล้องหลอดลมอีกครั้งที่ 2 สัปดาห์ พบว่า fistula ปิดสนิท ไม่พบ air bubbling sign (B)



ภาพที่ 4. ภาพถ่ายรังสีทรวงอกของผู้ป่วยกรณีศึกษาหลังการรักษาด้วย fibrin glue และไม่พบลมรั่ว ผู้ป่วยสามารถถอดสายระบายทรวงอกได้

บทวิจารณ์

ภาวะแผลรูเชื่อมระหว่างหลอดลมและช่องเยื่อหุ้มปอด (bronchopleural fistula) จากที่กล่าวในตอนบนหนา สาเหตุส่วนใหญ่นั้นเกิดภายหลังการผ่าตัดทรวงอก โดยพบภาวะแผลรูเชื่อมระหว่างหลอดลมและช่องเยื่อหุ้มปอดร้อยละ 20 หลังการผ่าตัดปอดออกทั้งข้าง (pneumonectomy) และ

ร้อยละ 0.5 หลังการผ่าตัดปอดทั้งกลีบ (lobectomy) ส่วนสาเหตุรองลงมาที่ไม่ใช่การผ่าตัดนั้น ได้แก่ ผลจากปอดอักเสบติดเชื้อไม่ว่าจะเป็นเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และเชื้อวัณโรค ฝีในปอด หรือหนองในเยื่อหุ้มปอด² เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีรายละเอียดของปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดภาวะแผลรูเชื่อมระหว่างหลอดลมและช่องเยื่อหุ้มปอดหลังการผ่าตัด ได้แก่ การผ่าตัดปอดด้านขวาทั้งกลีบ (right pneumonectomy) การผ่าตัดที่เลาะบริเวณรอบหลอดลมหรือต่อมน้ำเหลืองทรวงอก ระยะของแผลเย็บ (stump) ที่ใกล้กับก้อนเนื้อมากจนเกินไป การฉายรังสีปริมาณสูงก่อนการผ่าตัด การผ่าตัดที่หลงเหลือเซลล์มะเร็งบริเวณแผลเย็บ หรือการติดเชื้อแทรกซ้อนหลังการผ่าตัด ส่วนปัจจัยของผู้ป่วยที่ส่งเสริมให้เกิดภาวะแผลรูเชื่อมระหว่างหลอดลมและช่องเยื่อหุ้มปอด ได้แก่ ภาวะทุพโภชนาการ ผู้ป่วยโรคตับแข็ง ผู้ป่วยโรคเบาหวาน ผู้ป่วยที่ใช้ยาสเตียรอยด์หรือผู้ป่วยที่ได้รับเครื่องช่วยหายใจหลังการผ่าตัดนานมากกว่า 24 ชั่วโมง³ เป็นต้น

อาการของผู้ป่วยที่มีภาวะแผลรูเชื่อมระหว่างหลอดลมและช่องเยื่อหุ้มปอดพบได้ตั้งแต่ในระยะเฉียบพลัน (ชั่วโมงถึงหลายวัน) ผู้ป่วยจะมีอาการเหนื่อยเฉียบพลัน คลำได้มีลมที่ชั้นใต้ผิวหนัง (subcutaneous emphysema) ไอ มีเสมหะไปจนถึงการมีลมรั่วในช่องเยื่อหุ้มปอดชนิดรุนแรงที่อาจถึงแก่ชีวิต (life-threatening tension pneumothorax) และระยะกึ่งเฉียบพลันถึงเรื้อรัง (มากกว่า 7 วันขึ้นไป) ผู้ป่วยจะมีอาการอ่อนเพลีย ไข้ต่ำๆ เหนื่อยง่าย ไอมีเสมหะ ไอเป็นเลือด เป็นต้น ซึ่งโดยส่วนใหญ่มักพบภาวะแผลรูเชื่อมระหว่างหลอดลมและช่องเยื่อหุ้มปอดในช่วงวันที่ 8 ถึง 12 หลังการผ่าตัด⁴

การวินิจฉัยภาวะแผลรูเชื่อมระหว่างหลอดลมและช่องเยื่อหุ้มปอดนั้นสามารถประเมินได้จากภาพถ่ายรังสีทรวงอก ซึ่งพบลมรั่วในช่องเยื่อหุ้มปอด (pneumothorax) ลมรั่วในชั้นใต้ผิวหนัง (subcutaneous emphysema) ลมรั่วในช่องทรวงอก (pneumomediastinum) ส่วนภาพถ่ายเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ทรวงอก (CT scan) นั้น ให้ความไวในการหาสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับภาวะแผลรูเชื่อมระหว่างหลอดลมและช่องเยื่อหุ้มปอดได้มากกว่า แต่ไม่ได้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการบอกตำแหน่งรูรั่วได้ดีนัก ซึ่งการศึกษาของ Westcott และ Volpe ในปี พ.ศ. 2538 พบว่าภาพถ่าย

รังสีคอมพิวเตอร์ทรวงอกสามารถบอกตำแหน่งรูรั่วได้เพียงร้อยละ 50 ของผู้ป่วยในการศึกษาทั้งหมด⁵

การส่องกล้องตรวจหลอดลม (bronchoscope) ควรทำในผู้ป่วยทุกรายที่สงสัยภาวะแผลรูลเชื่อมระหว่างหลอดลมและช่องเยื่อหุ้มปอด ซึ่งสามารถมองเห็นรูรั่วบริเวณหลอดลมใหญ่ส่วนกลาง (central bronchopleural fistula) หรือบริเวณแผลเย็บผ่าตัดได้ในกรณีที่ผู้ป่วยรูรั่วสามารถฉีดน้ำเกลือผ่านกล้องและสังเกตฟองที่ออกมาจากรูรั่วได้ (air bubbling sign) ในกรณีที่ผู้ป่วยรูรั่วหรือตำแหน่งอยู่ที่หลอดลมส่วนปลาย (peripheral bronchopleural fistula) นั้น อาจใช้อุปกรณ์ที่มีบอลลูนส่วนปลายอุดรูรั่วตามแขนงหลอดลมต่างๆ และสังเกตว่าลมรั่วหายไปหรือไม่ ซึ่งพอจะบอกตำแหน่งรูรั่วได้คร่าวๆ⁶

การรักษา แนะนำให้ใส่สายระบายจากทรวงอก (chest drain) ทันทีที่ได้วินิจฉัยหรือพบภาวะลมรั่วในช่องเยื่อหุ้มปอดชนิดรุนแรงที่อาจถึงแก่ชีวิต ร่วมกับการรักษาทั่วไป คือ การพิจารณาให้ยาฆ่าเชื้อ การรักษาด้วยโภชนบำบัด การทำกายภาพบำบัด หากผู้ป่วยมีภาวะล้มเหลวจนต้องได้รับเครื่องช่วยหายใจ ควรหยุดเครื่องช่วยหายใจให้เร็วที่สุดเมื่อหมดข้อบ่งชี้ และพยายามตั้งเครื่องช่วยหายใจให้ tidal volume และ positive end expiratory pressure น้อยที่สุดเท่าที่ผู้ป่วยยอมรับได้⁷⁻⁸

การผ่าตัดเพื่อปิดแผลรูลเชื่อมระหว่างหลอดลมและช่องเยื่อหุ้มปอด ถือเป็นการรักษาหลักของภาวะนี้ โดยเฉพาะสาเหตุที่เกิดภายหลังการผ่าตัดปอด ซึ่งการผ่าตัดนี้มีอัตราการปิดรูรั่วได้สำเร็จค่อนข้างสูงถึงร้อยละ 80-95 ทั้งนี้ขึ้นกับเทคนิคการผ่าตัดและสภาพร่างกายของผู้ป่วยด้วย เทคนิคมีตั้งแต่การผ่าตัดทรวงอกเพื่อเย็บปิดรูรั่วร่วมกับซ่อมรูรั่วโดยใช้ flap เช่น omentum หรือ กล้ามเนื้อทรวงอก ไปจนถึงวิธีการผ่าตัดเพื่อระบายหนองในระยะยาว (Eloesser procedure) ในกรณีที่ผู้ป่วยไม่สามารถผ่าตัดใหญ่ได้⁹

การรักษาด้วยการส่องกล้องหลอดลมร่วมกับการทำหัตถการทางหลอดลม ถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการรักษาแผลรูลเชื่อมระหว่างหลอดลมและช่องเยื่อหุ้มปอด อย่างไรก็ตามวิธีนี้ไม่สามารถนำมาใช้ทดแทนวิธีการผ่าตัดได้ อาจใช้ในกรณีเพื่อประคับประคองเบื้องต้นในกรณีที่ผู้ป่วยไม่พร้อมต่อการผ่าตัด โดยในปัจจุบันยังไม่มีข้อมูลการศึกษานานาชาติใหญ่

ที่เปรียบเทียบระหว่างผลการรักษากับวิธีการผ่าตัด ซึ่งเทคนิคของการทำหัตถการทางหลอดลมนั้นขึ้นกับความชำนาญของแพทย์แต่ละคนอีกด้วย

Tissue sealants and glues เป็นสารที่มีคุณสมบัติเป็นกาวเพื่อใช้ปิดรูรั่ว โดยจะขยายตัวเพิ่มขึ้นถึงสี่เท่าใน 24 ชั่วโมง เพื่อปิดรูรั่วได้สนิทและทำปฏิกิริยาการอักเสบต่อเนื้อเยื่อให้เกิดพังพืดมาปิดรูรั่วอีกด้วย นอกจากนี้ยังมี fibrin glue ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติต่อการเกาะติดเนื้อเยื่อ โดยมีส่วนประกอบสังเคราะห์ทางชีวภาพ 2 ส่วน ได้แก่ fibrin และ thrombin ซึ่งจะออกแบบมาในชุดการคำที่ง่ายต่อการใช้งาน ทั้ง Tissue sealants และ Fibrin glue ก็จะฉีดผ่านทางสาย catheter ใน working channel ของกล้อง ซึ่งต้องระมัดระวังการฉีดในปริมาณที่มากเกินไปทำให้มาติดหน้ากล้องจนเกิดความเสียหายได้ ภายหลังจากการใช้กับผู้ป่วยแล้ว ให้นำออกมาพร้อมกับตัวกล้องเลย และดึง catheter ออกจากปลายกล้องเพื่อป้องกันกาวติดค้างอยู่ใน working channel ตัวอย่างสารที่นำมาใช้ได้แก่ Fibrin glue (Coseal), polyethylene glycol (FocalSeal-L), BioGlue และ Oxidized regenerated cellulose (Surgicel) เป็นต้น¹ การศึกษาในปัจจุบันส่วนใหญ่ยังเป็นเพียงระดับรายงานผู้ป่วยเท่านั้น มีการศึกษาของ Col C.D.S. Katoch ได้เก็บข้อมูลในผู้ป่วยที่มีแผลรูลเชื่อมระหว่างหลอดลมและช่องเยื่อหุ้มปอดเรื้อรัง 25 ราย ซึ่งแบ่งเป็นผู้ป่วยที่เกิดภายหลังการผ่าตัด 11 ราย โดยในการศึกษานั้นใช้ Tisseal glue 14 ราย และ Bioglue 7 ราย ส่วนอีก 4 ราย ต้องใช้ขดลวด (Endobronchial coil) ปิดภายหลังการใช้ glue อีกทีหนึ่ง เนื่องจากรูรั่วมีขนาดใหญ่ (ในการศึกษานี้ไม่ได้บอกรายละเอียดขนาดของรูรั่ว) ผลพบว่าร้อยละ 84 ไม่พบลมรั่วภายใน 30-40 วันหลังการใช้ glue แต่อย่างไรก็ตามเมื่อติดตามผู้ป่วยเหล่านี้ไปจนครบ 2 ปี พบว่ามีเพียงร้อยละ 9 เท่านั้นที่ไม่ต้องเข้ารับการผ่าตัดเพื่อแก้ไขรูรั่วซ้ำ¹⁰

การใช้ One-way endobronchial valves ซึ่งพัฒนามาจากการรักษาการลดปริมาตรปอดในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โดยใช้หลักการลดปริมาณลมเข้าไปในรูรั่วและยอมให้ลมในช่องเยื่อหุ้มปอดออกมาได้เท่านั้น เพื่อให้แผลรูลปิดได้สนิท นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์อื่นอีก เช่น การใช้ท่อค้ำยันหลอดลมที่ออกแบบพิเศษมาเพื่อปิดรูรั่ว (airway stent) การใช้ endobronchial Watanabe spigot การใช้ขดลวดเพื่อปิดรูรั่ว

(vascular occlusion coils) และการใช้สารในกลุ่ม sclerosing agents หรือยาปฏิชีวนะ เช่น Tetracycline หรือ Doxycycline เพื่อทำให้เกิดพังพืดปิดรูรั่วอีกด้วย¹

กล่าวโดยสรุป การรักษาแผลรูเชื่อมระหว่างหลอดลมและช่องเยื่อหุ้มปอด ในปัจจุบันยังไม่มีการรักษามาตรฐานเปรียบเทียบระหว่างการทำหัตถการทางหลอดลมในแต่ละวิธีการใช้ Tissue sealant และ Fibrin glues ถือเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในกรณีที่ผู้ป่วยไม่พร้อมต่อการผ่าตัด ซึ่งใช้เวลาในการทำไม่นาน หากแต่ต้องอาศัยความชำนาญของแพทย์และความระมัดระวังที่ก้าวจะก่อความเสียหายต่อกลองจากการศึกษาส่วนใหญ่เป็นเพียงระดับรายงานผู้ป่วย ซึ่งทำให้สามารถเอาสาขาระบายทรวงอกออกได้¹¹⁻¹³ แต่ยังไม่มียาละเอียดการติดตามอาการของผู้ป่วย และโอกาสในการเกิดรูรั่วซ้ำ มีเพียงการศึกษาเดียวที่ติดตามอาการผู้ป่วยจนครบ 2 ปี พบผู้ป่วยมากถึงร้อยละ 91 ที่ต้องกลับมาเข้ารับการผ่าตัดเพื่อปิดรูรั่วอีกครั้ง ดังนั้นการรักษาภาวะแผลรูเชื่อมระหว่างหลอดลมและช่องเยื่อหุ้มปอดต้องอาศัยการพิจารณาเงื่อนไขในผู้ป่วยแต่ละราย ร่วมกับการติดตามผู้ป่วยเป็นระยะต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- David MB. Endoscopic management of Bronchopleural Fistulas. In: Armin E and Felix JH, editors. Principles and practice of interventional pulmonology. New York. Springer Science Business Media New; 2013. p.435-48.
- Darling GE, Abdurahman A, Yi QL, *et al.* Risk of a right pneumonectomy: role of bronchopleural fistula. Ann Thorac Surg 2005; 79:433-7.
- Asamura H, Naruke T, Tsuchiya R, Goya T, Kondo H, Suemasu K. Bronchopleural fistulas associated with lung cancer operations. Univariate and multivariate analysis of risk factors, management, and outcome. J Thorac Cardiovasc Surg 1992; 104:1456-64.
- Lois M, Noppen M. Bronchopleural fistulas: an overview of the problem with special focus on endoscopic management. Chest 2005; 128:3955-65.
- Westcott JL, Volpe JP. Peripheral bronchopleural fistula: CT evaluation in 20 patients with pneumonia, empyema, or postoperative air leak. Radiology 1995; 196:175-81.
- Hollaus PH, Lax F, Janakiev D, *et al.* Endoscopic treatment of postoperative bronchopleural fistula: experience with 45 cases. Ann Thorac Surg 1998; 66:923-7.
- Shekar K, Foot C, Fraser J, Ziegenfuss M, Hopkins P, Windsor M. Bronchopleural fistula: an update for intensivists. J Crit Care 2010; 25:47-55.
- Baumann MH, Sahn SA. Medical management and therapy of bronchopleural fistulas in the mechanically ventilated patient. Chest 1990; 97:721-8.
- Bribriesco A, Patterson GA. Management of postpneumonectomy bronchopleural fistula: from thoracoplasty to transsternal closure. Thorac Surg Clin 2018; 28:323-35.
- Katoch CDS, Chandran VM, Bhattacharyya D, Barthwal MS. Closure of bronchopleural fistula by interventional bronchoscopy using sealants and endobronchial devices. Med J Armed Forces India 2013; 69:326-9.
- Christopher KF, Ashley LP. Use of fibrin glue to treat a persistent pneumothorax with bronchopleural fistula. Am J Health-Syst Pharm 2008; 65:322-4.
- Pranabh S, Syed AS, Sami AJ, *et al.* Successful closure of a bronchopleural fistula by intrapleural administration of fibrin sealant: a case report with review of literature. North Am J Med Sci 2014; 6:487-90.
- Keckler SJ, Spilde TL, Peter SDS, Tsao K, Ostlie DJ. Treatment of bronchopleural fistula with small intestinal mucosa and fibrin glue sealant. Ann Thorac Surg 2007; 84:1383-6.



Mediastinal Lymph Node Evaluation in Non-Small Cell Lung Cancer

Kamontip Kunwipakorn, M.D.

Supparearg Disayabutr, M.D.

Jamsak Tscheikuna, M.D.

*Division of Respiratory Disease and Tuberculosis,
Department of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University*

Introduction

Worldwide, lung cancer is the most common cause of cancer deaths in 2020¹. Over the past decade in Thailand, the mortality rate of liver cancer is 24.8% constantly, while the death rate of lung cancer, the second rank, have been rising to 22.2% in 2019². Several targeted therapies provide impressive benefits in the patients with advanced non-small cell lung cancer (NSCLC) with some specific driver mutations³. However, treatments in early-stage result in longer overall survival. Categorizing NSCLC patients with accurate staging is important and helps the physician and patient making an optimal decision for treatment. In 2017, the American Joint Committee on Cancer (AJCC) released the eighth edition of the stage classification system of lung cancer, which is the latest implemented version. This classification composes of three components: T for primary tumor extension, N for lymph node involvement, and M for distant metastases. In addition, each component would be subdivided into several categories⁴. Even though the pathological staging is more precise, the clinical staging is more practical and shows satisfactory performance in predicting survivals⁵.

The regional lymph node status (N) in NSCLC staging is classified into 4 categories. N0 indicates no regional node involvement. Metastasis of NSCLC limited to ipsilateral intrapulmonary or hilar nodes is considered as N1. Metastasis in ipsilateral mediastinal or subcarinal nodes implies N2. If the tumor spreads to contralateral mediastinal/hilar or supraclavicular nodes, it is described as N3⁴. In localized NSCLC, mediastinal lymph node (LN) evaluation is necessary to determine whether the disease is suitable for surgical treatment. Once no mediastinal LN is involved by tumor cells, surgery is considered as first-line therapy³. This article aims to review basic anatomy and the method for analyzing the mediastinal LNs in NSCLC using computed tomography (CT) scan and endobronchial ultrasonography (EBUS).

Anatomy of Intrathoracic Lymph Nodes

Several anatomical studies in adult cadavers without obvious cardiopulmonary diseases revealed most of the subpleural lymph flowed through intrapulmonary lymphatic channels, filled intrapulmonary LNs and, lastly reached the mediastinal LNs. However, the direct drainage to mediastinal LN without any relay in the intrapulmonary LNs occasionally occurred in 20-40%. Noteworthy, unusual direct flow to contralateral mediastinal LNs was observed⁶⁻⁷. The evidence support the skip metastasis concepts and emphasize the meticulous assessment of mediastinal LNs in lung cancer.

In 1978, Naruke proposed the first LN map which was used worldwide until the other well-established classification was launched in 1996 by the American Joint Committee on Cancer (AJCC) and the Prognostic Factors TNM Committee of the International Union Against Cancer (UICC); namely, Mountain-Dresler modification of the ATS map (MD-ATS)⁸. There were discrepancies in N descriptors between the Naruke and MD-ATS maps; leading to a lack of agreement in N classification and tumor staging. For example, the metastasis of right lung NSCLC to LN around the right main bronchus implied N1 disease by the Naruke since it locates at the area of station 10R, right hilar LN. According to MD-ATS map, this LN locates at the station 7, subcarinal LN, which the classification is upstaged to N2. To uniform the N nomenclature and to improve accuracy in the prognostication, the International Association for the Study of Lung Cancer (IASLC) revised the LN map in 2009. This definition is internationally adopted and used for N staging in the latest edition of the TNM classification for lung cancer⁹.

According to the IASLC, intrathoracic LNs are anatomically divided into 14 stations; based on their

relations to great vessels, trachea/bronchi, and bones/cartilages. Seven zones of 14 LN stations are also proposed for the analysis to predict the survival rate in the future. The added letters of R and L refer to the right and left positions, respectively⁹. Table 1 shows anatomical boundaries for each LN station.

Table 1. Anatomical boundaries for each lymph node station and zone (Adapted from Reference 9)

Zone	Station	Boundaries
Supradavicular zone	1: Low Cervical, Supraclavicular, and Sternal Notch Nodes	<i>The midline of the trachea divides 1R and 1L</i> <u>Upper border</u> : lower margin of cricoid cartilage <u>Lower border</u> : clavicles bilaterally and, in the midline, the upper border of the manubrium
	2: Upper Paratracheal Nodes	<i>The left lateral border of the trachea divides 2R and 2L</i> 2R <u>Upper border</u> : apex of the right lung and pleural space, and in the midline, the upper border of the manubrium <u>Lower border</u> : intersection of caudal margin of innominate vein with the trachea 2L <u>Upper border</u> : apex of the left lung and pleural space, and in the midline, the upper border of the manubrium <u>Lower border</u> : superior border of the aortic arch
Upper zone	3: Prevascular and Retrotracheal Nodes	3a: Prevascular <u>Upper border</u> : apex of chest <u>Lower border</u> : level of carina <u>Anterior border</u> : posterior aspect of sternum <u>Posterior border</u> : the anterior border of superior vena cava on the right; the left carotid artery on the left 3p: Retrotracheal <u>Upper border</u> : apex of chest <u>Lower border</u> : carina
	4: Lower Paratracheal Nodes	<i>The left lateral border of the trachea divides 2R and 2L</i> 4R : right paratracheal nodes and pretracheal nodes <u>Upper border</u> : intersection of caudal margin of innominate vein with the trachea <u>Lower border</u> : lower border of azygos vein 4L <u>Upper border</u> : upper margin of the aortic arch <u>Lower border</u> : upper rim of the left main pulmonary artery <u>Lateral border</u> : the ligamentum arteriosum

AP zone	5: Subaortic (Aortopulmonary Window)	<u>Upper border:</u> the lower border of the aortic arch <u>Lower border:</u> upper rim of the left main pulmonary artery <u>Medial border:</u> the ligamentum arteriosum
	6: Paraaortic Nodes (Ascending Aorta or Phrenic)	LN's anterior and lateral to the ascending aorta and aortic arch <u>Upper border:</u> a line tangential to the upper border of the aortic arch <u>Lower border:</u> the lower border of the aortic arch
Subcarinal zone	7: Subcarinal Nodes	<u>Upper border:</u> the carina of the trachea <u>Lower border:</u> the upper border of the lower lobe bronchus on the left; the lower border of the bronchus intermedius on the right
Lower zone	8: Paraesophageal Nodes (Below Carina)	LN's adjacent to the wall of the esophagus and to the right or left of the midline <u>Upper border:</u> the upper border of the lower lobe bronchus on the left; the lower border of the bronchus intermedius on the right <u>Lower border:</u> the diaphragm
	9: Pulmonary Ligament Nodes	<u>Upper border:</u> the inferior pulmonary vein <u>Lower border:</u> the diaphragm
Hilar/Interlobar zone	10: Hilar Nodes	LN's immediately adjacent to the mainstem bronchus and hilar vessels including the proximal portions of the pulmonary veins and main pulmonary artery <u>Upper border:</u> the lower rim of the azygos vein on the right (10R); upper rim of the pulmonary artery on the left (10L) <u>Lower border:</u> interlobar region bilaterally
	11: Interlobar Nodes	LN's between the origin of the lobar bronchi On the right <u>11s:</u> between the upper lobe bronchus and bronchus intermedius <u>11i:</u> between the middle and lower lobe bronchi
Peripheral zones	12: Lobar Nodes	Adjacent to the lobar bronchi
	13: Segmental Nodes	Adjacent to the segmental bronchi
	14: Subsegmental Nodes	Adjacent to the subsegmental bronchi

Abbreviations: R, right; L, left; s, superior; i, inferior; LN, lymph node; AP, aortopulmonary.

CT images can suggest metastatic foci such as the mediastinum, pleura, bone and liver.

On CT images, the mediastinal LN appears round or oval in shape, soft tissue density with or without central or eccentric radiolucent fat, in a location that does not conform to normal vascular or neural structures (Figure 1)¹¹. Currently, short-axis diameter, a distance perpendicular to the longest dimension of the LN on the axial image, is the standard parameter measuring the LN¹¹⁻¹². This parameter is actually correlated with the LN volume¹³. According to several studies either on cadavers or CT radiographs, normal mediastinal LN sizes vary in each zone; such as normal LN's in the upper zones were usually smaller than the normal ones in the lower zones^{11-12, 14}. However, the acceptable threshold value to define enlargement of the mediastinal LN on CT images is more than 10 mm in short-axis diameter. Not only enlarged size, some characteristics including discontinued capsule and central necrosis also indicate the suspicious of metastatic LN¹⁵. For chest CT, the median sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV) and negative predictive value (NPV) to determine metastatic mediastinal LN were 55%, 81%, 58% and 83%, respectively¹⁰. Figure 2 demonstrates CT images of abnormal mediastinal lymph nodes and their anatomical classification proposed by the IASCL.

Radiographic Evaluation of Mediastinal Lymph Nodes with CT scan

A chest CT is recommended as an initial investigation for a patient with suspected lung cancer in routine clinical practice¹⁰. In addition to the character and location of the primary tumor, contrast-enhanced

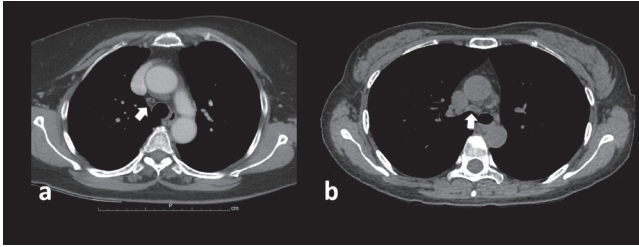


Figure 1. Normal mediastinal lymph node on axial computed tomography image: round (arrow, a) and oval (arrow, b) shape, soft tissue density structures with central fat which found at the location that does not conform to normal vascular or neural structures.

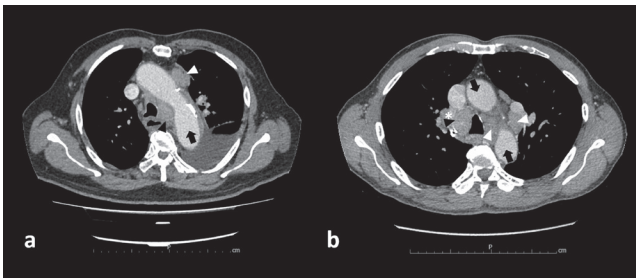


Figure 2. Axial computed tomography images: a, Enlarged discrete mediastinal lymph nodes found at station 4L (black arrowhead), lateral to left lateral border of the trachea and below the upper margin of the aortic arch (black arrow), and station 6 (white arrowhead), anterior to the aortic arch (black arrow); b, Mediastinal infiltration by tumor at left lower paratracheal region to subaortic area (white arrowhead) and an enlarged lymph node at station 4R (black arrowhead), lateral to right lateral border of the trachea, below the intersection of the innominate vein with the trachea, and above the lower border of azygos vein (*).

Positron Emission Tomography (PET) scan is another useful non-invasive method for cancer staging. Based on more glucose uptake in tumor cells than in normal cells, 2-[F-18] fluoro-2-deoxy-d-glucose (FDG) is intravenously injected as a radioactive tracer for cancer cells followed by a PET scanning¹⁶. Both metastatic mediastinal LNs and distant metastatic foci (excluding brain metastasis) could be detected with this technique¹⁰. Although the maximum standardized uptake value (SUVmax) of greater than 2.5 is generally accepted as a cut-off value for metastasis prediction, the standardized positivity criterion remains unclear. The meta-analysis of 45 studies with different definitions of positive PET scan for suspected resectable NSCLC revealed that the specificity in the group with positive criterion defined by tracer activity > background avidity is greater than that in the group with SUVmax criterion of 2.5 or more; 90.1% (95% CI 85.3 to 93.5) vs 79.4% (95% CI 70 to 86.5), with 22% of the median prevalence and high heterogeneity¹⁷. The major limitation of PET scan is false negative itself associating with either of smaller size than 7-10 mm. or well-differentiated low-grade malignancies, i.e. adenocarcinoma-in-situ, typical carcinoid¹⁰. Integrating CT images into PET scan increases the diagnostic performance of PET scan, especially a high positive likelihood ratio (LR) of 10.7 in case of positive PET scan but normal LN size on CT image, and 10-fold decrease in probability of metastasis in the event of negative PET scan but enlarged LN on CT image¹⁸⁻¹⁹. The median sensitivity, specificity, PPV and NPV of integrated PET/CT scan to identify mediastinal LN metastasis were increased to 62%, 90%, 63%, and 90%, respectively¹⁰.

Regardless of more accuracy of PET/CT scan than other non-invasive methods, the PPV is quite low as compared to the gold standard, mediastinoscopy (Table 2). The misinterpretation of false positive result as unresectable disease remains a serious problem, so a further invasive staging method is usually recommended to confirm diagnosis¹⁰.

Table 2. Diagnostic performance for each modality of staging methods¹⁰.

Methods	N	Median prevalence (%)	Sens (%)	Spec (%)	PPV (%)	NPV (%)
CT	7368	30	55	81	58	83
PET	4105	28	80	88	75	91
PET/CT	2014	22	62	90	63	90
TBNA	2408	81	78	100	100	77
EBUS-TBNA	2756	58	89	100	100	91
EUS-NA	2443	58	89	100	100	86
Mediastinoscopy	10648	34	84	100	100	91
VATS	246	63	99	100	100	96

Abbreviations: Sens, sensitivity; Spec, specificity; PPV, positive predictive value; NPV, negative predictive value; CT, computed tomography; PET, positron emission tomography; TBNA, transbronchial needle aspiration; EBUS-TBNA, endobronchial ultrasonography with needle aspiration; EUS-NA, endoscopic ultrasonography with needle aspiration; VATS, video-assisted thoracoscopic surgery.

Endobronchial Ultrasonography Evaluation of Mediastinal Lymph Node

Endobronchial Ultrasonography with Needle Aspiration (EBUS-TBNA) is a minimal invasive technique for mediastinal staging of lung cancer. Under real-time ultrasound guidance, LN could be sampled through the wall of trachea/bronchus. The complication rate was low as 1.2%²⁰. In NSCLC patients with no significant mediastinal LN enlargement on CT images (clinical N0/N1), the incidence of occult pathological N2 disease is 9% and results in noncurative surgery²¹. EBUS-TBNA has a pooled sensitivity of 49%, specificity of 99-100%,

NPV of 91-93% and number needed to test of 14. This technique is able to depict unexpected N2/N3 disease and reduce unforeseen N2 disease on surgery²². To evaluate mediastinal adenopathy in lung cancer which the prevalence of metastasis was as high as 89%, EBUS-TBNA also demonstrated higher diagnostic yield than cervical mediastinoscopy with NPV of 78% vs 59%²³. Overall sensitivity, specificity, positive LR and negative LR for EBUS-TBNA to determine mediastinal status in lung cancer was 88-89%, 100%, 680, and 0.12, respectively^{10, 24}. Owing to the excellent performance and very low complications, EBUS-TBNA is recommended for an initial test to determine mediastinal LN status in NSCLC. A further surgery should be performed when EBUS-TBNA results are negative but high clinical suspicions of metastasis^{10, 25}.

Ultrasonographic features have been widely used to predict metastatic cervical LN in head and neck cancer²⁶⁻²⁷. The subsequent studies about characteristics of mediastinal LN on EBUS images also showed their abilities to discriminate benign and malignant LNs. Due to the large effect of both positive and negative LR of EBUS-TBNA, tissue sampling from the higher suspicious of malignant LN should result in more precise results. In NSCLC staging, there are several signs on B-mode EBUS images (Figure 3a-c) proposing to discriminate malignant and benign LNs, including²⁸⁻³².

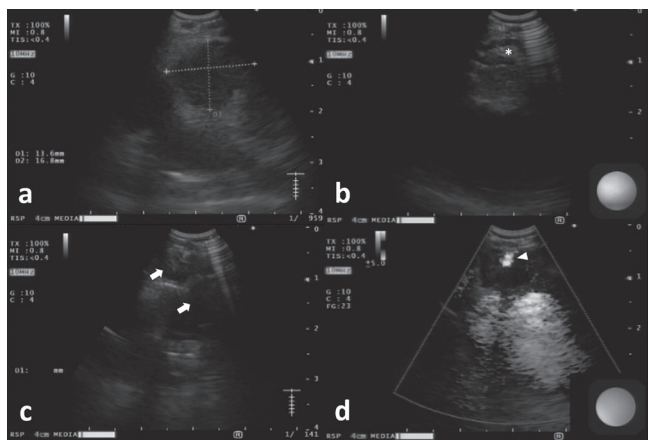


Figure 3. Endobronchial ultrasonography images of mediastinal lymph nodes: a, Distinct margin, round-shaped, the ratio of long axis diameter and short axis diameter less than 1.5, and heterogeneous echogenicity lymph node; b, Oval-shaped, homogeneous echogenicity lymph node with centrally located flat hyperechoic structure representing central hilar structure (*); c, Confluence of at least 2 lymph nodes (white arrows) or matted lymph node; d, Power Doppler mode image of lymph node with few main vessels entering the hilum (white arrowhead).

1. Size LN size is determined by 2 dimensions on the image plane that shows the largest dimension; one diameter is perpendicular to airway wall and the other is perpendicular to the prior one. (Figure 3) The long-axis diameter refers to the longest dimension. The other dimension, short-axis diameter, is generally used as a parameter of LN size. The larger of short axis means the less probability of benignity, with an accepted cut-off value of more than 1 cm for enlargement.

2. Shape There are 3 patterns of shape described on sonographic appearance: triangular, oval, and round. (Figure 3a-b) The ratio between long-axis diameter and short-axis diameter is used to distinguish oval and round shape. When the long-axis is at least 1.5 times

of short-axis diameter, the shape is considered as oval. In contrast, the LN with long-axis diameter and short-axis diameter ratio of less than 1.5 is classified as round shape. The latter is found to be a predictor for malignancy with 86-95% sensitivity in an excellent interrater agreement.

3. Echogenicity The strength of the association between LN echogenicity and malignancy is different among studies. However, heterogeneous echogenicity is seldom observed in benign LNs.

4. Margin The LN margin is suggested to be distinct if more than 50% of the hyperechoic border is clearly visualized. This sign is often detected in malignant LNs.

5. Matting A group of LNs adherent to each other without normal intervening soft tissue is termed matted nodes. Matting is an independent predictor for malignancy.

6. Central hilar structure The central hilar structure (CHS) is a sign of preserved hilum in a normal LN. It appears a linear or flat hyperechoic structure in the center of LN without acoustic shadow. Absence of CHS strongly indicates malignant involvement of LN.

7. Coagulation necrosis sign The coagulation necrosis sign (CNS) represents intranodal necrosis. Ultrasonography shows hypoechoic area within the LN without blood flow. Presence of CNS implies a metastatic status.

In addition to B-mode images, using the power Doppler mode to evaluate vascular pattern of the LNs could predict malignant probability. Tumor infiltration and neovascularization usually result in distortion of hilar vessels of malignant LNs. Several classifications of vascular pattern were described. All studies suggested that absence of both avascular, no blood flow, and hilar

vascular patterns, having few main vessels running radially from or toward the hilum (Figure 3d) are associated with malignant involvement^{29,31,33}.

Elastography Tissue elasticity, an ability to be stretch and return its normal shape, is determined by an extracellular matrix component being different among various tissue. Malignant tumors usually manifest stiffness since infiltration of cancer cells damages a normal architecture³⁴. Elastography is an imaging modality integrated to ultrasound for analyzing tissue deformity property and translating into a color-coded image superimposed B-mode screen. On color histogram, tissue with high elasticity, rather soft, appears red/yellow/green, while hard consistency tissue, i.e. low elasticity, displays in blue color. Quantitative assessment of strain elastography was also proposed to predict malignant LNs³⁵⁻³⁶. Nevertheless, standardized threshold has not been established. The meta-analysis of seven studies with significant heterogeneity to diagnose malignant LNs; comparing the performance of elastography with the other gold standard methods, found the sensitivity of 93%, specificity of 85%, diagnostic odds ratio of 74, negative LR of 0.08, and positive LR of 6.3. Despite a high diagnostic accuracy, the moderate effect of positive LR for increasing a probability of malignancy is a significant limitation and tissue sampling is still required for confirmation³⁷.

There is no single feature as the best method for predicting a malignancy. More malignant features demonstrate higher diagnostic accuracy. Nevertheless, application of only sonographic signs for staging lung cancer is not recommended. Tissue diagnosis is still mandatory³⁸. Analysis of LN morphology facilitates LN selection for sampling and consequently increases a diagnostic yield. Conversely, more negative sonographic

criteria found on EBUS image lessen pretest probability of malignancy. Negative aspiration result of the selected LN ensures its benignity.

Clinical staging of mediastinal nodal status is the critical step for evaluation lung cancer in order to avoid unnecessary surgery among an occult N2/N3 disease and prevent refusal of surgery in an operable patient. Although surgical approach is considered as the gold standard, a combination of advanced imaging techniques and bronchoscopic intervention is the effective first-line option with comparable diagnostic performance and very low complications.

References

1. Latest global cancer data: Cancer burden rises to 19.3 million new cases and 10.0 million cancer deaths in 2020: International Agency for Research on Cancer 2020 [Available from: https://iarc.who.int/wp-content/uploads/2020/12/pr292_E.pdf.
2. Public Health Statistics A.D. 2019 [Internet]. Strategy and Planning Division, Ministry of Public Health 2020. Available from: https://bps.moph.go.th/new_bps/sites/default/files/statistic62.pdf.
3. NCCN Guidelines Version 4.2021 Non-Small Cell Lung Cancer [Internet] 2021. Available from: https://www.nccn.org/professionals/physician_gls/pdf/nscl.pdf.
4. Detterbeck FC, Boffa DJ, Kim AW, Tanoue LT. The Eighth Edition Lung Cancer Stage Classification. *Chest* 2017; 151:193-203.
5. Goldstraw P, Chansky K, Crowley J, *et al.* The IASLC Lung Cancer Staging Project: Proposals for Revision of the TNM Stage Groupings in the Forthcoming (Eighth) Edition of the TNM Classification for Lung Cancer. *J Thorac Oncol* 2016; 11:39-51.

6. Riquet M. Anatomic basis of lymphatic spread from carcinoma of the lung to the mediastinum: surgical and prognostic implications. *Surg Radiol Anat* 1993; 15:271-7.
7. Riquet M, Hidden G, Debesse B. Direct lymphatic drainage of lung segments to the mediastinal nodes. An anatomic study on 260 adults. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1989; 97:623-32.
8. Mountain CF, Dresler CM. Regional lymph node classification for lung cancer staging. *Chest* 1997; 111:1718-23.
9. Rusch VW, Asamura H, Watanabe H, *et al.* The IASLC lung cancer staging project: a proposal for a new international lymph node map in the forthcoming seventh edition of the TNM classification for lung cancer. *J Thorac Oncol* 2009; 4:568-77.
10. Silvestri GA, Gonzalez AV, Jantz MA, *et al.* Methods for staging non-small cell lung cancer: Diagnosis and management of lung cancer, 3rd ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest* 2013; 143(5 Suppl):e211S-e50S.
11. Silva NLMaCIS. Normal Computed Tomography of the Chest. In: Silva NLMaCIS, editor. *Imaging of the Chest* 1. 1 ed. Philadelphia, PA: Saunders Elsevier 2008. p. 63-72.
12. Glazer GM, Gross BH, Quint LE, Francis IR, Bookstein FL, Orringer MB. Normal mediastinal lymph nodes: number and size according to American Thoracic Society mapping. *AJR Am J Roentgenol* 1985; 144:261-5.
13. Quint LE, Glazer GM, Orringer MB, Francis IR, Bookstein FL. Mediastinal lymph node detection and sizing at CT and autopsy. *AJR Am J Roentgenol* 1986; 147:469-72.
14. Genereux GP, Howie JL. Normal mediastinal lymph node size and number: CT and anatomic study. *AJR Am J Roentgenol* 1984; 142:1095-100.
15. Silvestri GA, Gould MK, Margolis ML, *et al.* Noninvasive staging of non-small cell lung cancer: ACCP evidenced-based clinical practice guidelines (2nd edition). *Chest* 2007; 132(3 Suppl):178S-201S.
16. Kapoor V, McCook BM, Torok FS. An introduction to PET-CT imaging. *Radiographics* 2004; 24:523-43.
17. Schmidt-Hansen M, Baldwin DR, Hasler E, Zamora J, Abaira V, Roque IFM. PET-CT for assessing mediastinal lymph node involvement in patients with suspected resectable non-small cell lung cancer. *Cochrane Database Syst Rev* 2014:CD009519.
18. Gould MK, Kuschner WG, Rydzak CE, *et al.* Test performance of positron emission tomography and computed tomography for mediastinal staging in patients with non-small-cell lung cancer: a meta-analysis. *Ann Intern Med* 2003; 139: 879-92.
19. Schimmer C, Neukam K, Elert O. Staging of non-small cell lung cancer: clinical value of positron emission tomography and mediastinoscopy. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2006; 5:418-23.
20. Asano F, Aoe M, Ohsaki Y, *et al.* Complications associated with endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration: a nationwide survey by the Japan Society for Respiratory Endoscopy. *Respir Res* 2013; 14:50.
21. Bille A, Woo KM, Ahmad U, Rizk NP, Jones DR. Incidence of occult pN2 disease following resection and mediastinal lymph node dissection in clinical stage I lung cancer patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 2017; 51:674-9.
22. Leong TL, Loveland PM, Gorelik A, Irving L, Steinfert DP. Preoperative Staging by EBUS in cN0/N1 Lung

- Cancer: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Bronchology Interv Pulmonol* 2019; 26:155-65.
23. Ernst A, Anantham D, Eberhardt R, Krasnik M, Herth FJ. Diagnosis of mediastinal adenopathy-real-time endobronchial ultrasound guided needle aspiration versus mediastinoscopy. *J Thorac Oncol* 2008; 3:577-82.
 24. Adams K, Shah PL, Edmonds L, Lim E. Test performance of endobronchial ultrasound and transbronchial needle aspiration biopsy for mediastinal staging in patients with lung cancer: systematic review and meta-analysis. *Thorax* 2009; 64:757-62.
 25. De Leyn P, Lardinois D, Van Schil PE, *et al.* ESTS guidelines for preoperative lymph node staging for non-small cell lung cancer. *Eur J Cardiothorac Surg* 2007; 32:1-8.
 26. Ahuja AT, Ying M, Ho SY, *et al.* Ultrasound of malignant cervical lymph nodes. *Cancer Imaging* 2008; 8:48-56.
 27. Ahuja AT, Ying M. Sonographic evaluation of cervical lymph nodes. *AJR Am J Roentgenol* 2005; 184: 1691-9.
 28. Shafiek H, Fiorentino F, Peralta AD, *et al.* Real-time prediction of mediastinal lymph node malignancy by endobronchial ultrasound. *Arch Bronconeumol* 2014; 50:228-34.
 29. Wang L, Wu W, Hu Y, Teng J, *et al.* Sonographic Features of Endobronchial Ultrasonography Predict Intrathoracic Lymph Node Metastasis in Lung Cancer Patients. *Ann Thorac Surg* 2015; 100:1203-9.
 30. Fujiwara T, Yasufuku K, Nakajima T, *et al.* The utility of sonographic features during endobronchial ultrasound-guided transbronchial needle aspiration for lymph node staging in patients with lung cancer: a standard endobronchial ultrasound image classification system. *Chest* 2010; 138:641-7.
 31. Gogia P, Insaf TZ, McNulty W, *et al.* Endobronchial ultrasound: morphological predictors of benign disease. *ERJ Open Res* 2016; 2:00053-2015. doi: 10.1183/23120541.00053-2015. eCollection 2016 Jan
 32. Schmid-Bindert G, Jiang H, Kahler G, *et al.* Predicting malignancy in mediastinal lymph nodes by endobronchial ultrasound: a new ultrasound scoring system. *Respirology* 2012; 17:1190-8.
 33. Nakajima T, Anayama T, Shingyoji M, Kimura H, Yoshino I, Yasufuku K. Vascular image patterns of lymph nodes for the prediction of metastatic disease during EBUS-TBNA for mediastinal staging of lung cancer. *J Thorac Oncol* 2012; 7:1009-14.
 34. Lyshchik A, Higashi T, Asato R, *et al.* Elastic moduli of thyroid tissues under compression. *Ultrason Imaging* 2005; 27:101-10.
 35. Verhoeven RLJ, de Korte CL, van der Heijden E. Optimal Endobronchial Ultrasound Strain Elastography Assessment Strategy: An Explorative Study. *Respiration* 2019; 97:337-47.
 36. Verhoeven RLJ, Trisolini R, Leoncini F, *et al.* Predictive Value of Endobronchial Ultrasound Strain Elastography in Mediastinal Lymph Node Staging: The E-Predict Multicenter Study Results. *Respiration* 2020; 99:484-92.
 37. Chen YF, Mao XW, Zhang YJ, *et al.* Endobronchial Ultrasound Elastography Differentiates Intrathoracic Lymph Nodes: A Meta-Analysis. *Ann Thorac Surg* 2018; 106:1251-7.
 38. Detterbeck F, Puchalski J, Rubinowitz A, Cheng D. Classification of the thoroughness of mediastinal staging of lung cancer. *Chest* 2010; 137:436-42.

หน่วยตรวจสมรรถภาพปอดเคลื่อนที่

สุวัฒน์ ตั้งจิตยงสวัระ วท.ม.

สาขาวิชาโรคระบบการหายใจและวัณโรค

ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

บทนำ

การตรวจ spirometry คือการตรวจวัดปริมาตรของอากาศที่หายใจเข้าและออกจากปอดผ่านเครื่องตรวจสมรรถภาพปอด (spirometer) ซึ่งการตรวจ spirometry เป็นหนึ่งในการตรวจสมรรถภาพปอด (pulmonary function test) การวัดปริมาตรของอากาศผ่านเครื่องตรวจสมรรถภาพปอดสามารถวัดได้ 2 วิธีคือ 1. วัดปริมาตรโดยตรง ด้วยการแทนที่อากาศเข้าไปในเครื่อง (volume displacement spirometer) 2. วัดอัตราการไหลของอากาศผ่าน flow sensor แล้วจึงคำนวณกลับมาเป็นปริมาตร (flow-sensing spirometer) การวัดปริมาตรด้วยวิธีที่ 1 นั้นปัจจุบันไม่เป็นที่ยอมรับ เนื่องจากตัวเครื่องมีขนาดใหญ่ การเคลื่อนย้ายและการบำรุงรักษาทำได้ยาก การวัดในปัจจุบันจึงใช้วิธีที่ 2 เป็นหลัก เนื่องจากเครื่องมีขนาดเล็ก ใช้งานและดูแลง่าย

วัตถุประสงค์ของการตรวจ spirometry คือ เพื่อการวินิจฉัยโรคต่างๆ เช่น โรคหืด (asthma) โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (COPD) โรคที่เกิดจากการทำงาน (occupational respiratory diseases) เพื่อประเมินระดับความรุนแรงของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง เพื่อติดตามการรักษาโรคทางระบบการหายใจ¹⁻²

จากข้อมูลของโครงการประเมินเทคโนโลยีและนโยบายด้านสุขภาพ พบว่า ในปี พ.ศ. 2559 โรงพยาบาลสังกัดสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุขทั่วประเทศ มีเครื่อง spirometer ใช้งานอยู่ร้อยละ 47 จากโรงพยาบาลที่เก็บข้อมูลมาได้ร้อยละ 42 ของโรงพยาบาลทั่วประเทศ โดยเป็นการใช้งานในโรงพยาบาลศูนย์ ร้อยละ 100 ส่วนโรงพยาบาลชุมชนมีใช้อยู่ร้อยละ 41³

เนื่องจากการตรวจ spirometry เป็นการตรวจสมรรถภาพปอดพื้นฐานที่ควรจัดให้มีในสถานพยาบาล

ระดับปฐมภูมิ⁴⁻⁵ ซึ่งสาเหตุสำคัญที่โรงพยาบาลส่วนใหญ่ยังไม่มีเครื่อง spirometer ใช้งานคือ เครื่อง spirometer และอุปกรณ์ที่ใช้งานร่วมกับการตรวจ spirometry เช่น bacterial filter มีราคาแพง ขาดงบประมาณในการจัดซื้อ และขาดแคลนบุคลากรที่ผ่านการอบรมวิธีการตรวจ spirometry จากสมาคมอูรเวชแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ จากปัญหาที่กล่าวมา ถ้ามีหน่วยงานกลางที่มีความพร้อมทั้งอุปกรณ์และบุคลากรให้บริการตรวจ spirometry หมุนเวียนไปตามโรงพยาบาลชุมชนต่างๆ จะเป็นการใช้ทรัพยากรร่วมกันได้อย่างคุ้มค่า มีคุณภาพ และที่สำคัญ ง่ายต่อการควบคุมคุณภาพการตรวจ spirometry ให้ได้มาตรฐาน

คุณภาพของการตรวจ Spirometry

1. เครื่อง spirometer ต้องได้มาตรฐานตามข้อกำหนด American Thoracic Society (ATS) /European Respiratory Society (ERS)² ใช้งานและดูแลรักษาความสะอาดง่าย สามารถแสดงกราฟ flow-volume กับ volume-time พร้อมกันในขณะตรวจ spirometry ได้

2. บุคลากรควรมีความรู้พื้นฐานในเรื่องหลักการทำงานของ spirometer แต่ละชนิด มีความรู้ในเรื่องอาการของโรคระบบการหายใจที่พบบ่อย และสามารถจัดการข้อมูลที่ได้จากการทดสอบได้ดี ได้รับการอบรมทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติจากสถาบันที่ได้มาตรฐาน เพื่อให้มีความรู้พื้นฐาน และสามารถทำการทดสอบสมรรถภาพปอดได้ตามเกณฑ์มาตรฐานสากล⁶⁻⁷ อย่างไรก็ตาม หลังจากการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ควรต้องมีการปฏิบัติงานอย่างสม่ำเสมอ เพื่อเพิ่มประสบการณ์ เพราะปัญหาส่วนใหญ่คือแม้ว่าบุคลากรจะผ่านการอบรมมาแล้ว แต่ในช่วงแรกของการทำงานก็ยังคงเกิด

ปัญหาหลายอย่าง ทั้งในเรื่องของการตัดสินใจเลือกกราฟที่ถูกต้องเพื่อรายงานผล และความสามารถในการสื่อสารให้ผู้ป่วยเข้าใจถึงวิธีการทดสอบ

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าการที่โรงพยาบาลชุมชนแต่ละแห่งมีผู้ป่วยในแต่ละเดือนไม่กี่คน หากต้องจัดซื้อเครื่อง spirometer 1 เครื่อง ร่วมกับการจัดหาบุคลากรอย่างน้อย 1 คนเพื่อมาทำหน้าที่ตรวจ spirometry เพียงอย่างเดียวจึงเป็นไปได้ยาก และไม่คุ้มค่า โอกาสที่บุคลากรจะเพิ่มประสบการณ์ก็น้อย นานๆ จึงจะได้ตรวจ spirometry สักครั้งหนึ่ง ก็อาจจะลืมขั้นตอน หรือเกณฑ์มาตรฐานไปบ้างไม่มากนัก ความชำนาญในการตรวจก็ไม่เกิดขึ้น เมื่อการตรวจไม่ประสบผลสำเร็จ แพทย์ก็อาจจะส่งผู้ป่วยไปตรวจต่อที่โรงพยาบาลอื่นที่มีบุคลากรที่มีความชำนาญมากกว่า⁸ ทำให้เป็นการสูญเสียทรัพยากรโดยเปล่าประโยชน์

แนวทางการดำเนินงาน

ลักษณะแนวทางการดำเนินงานเป็นแบบหมุนเวียนไปตามโรงพยาบาลสัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง ตามจำนวนผู้ป่วย หากบุคลากรตรวจ spirometry มีความสามารถในการตรวจผู้ป่วยสูงสุด 6 รายต่อวัน (คิดจากเวลาทำงาน 7 ชั่วโมง พัก 1 ชั่วโมง ผู้ป่วย 1 รายใช้เวลาตรวจอยู่ที่ 45-60 นาที) เมื่อมีผู้ป่วยที่โรงพยาบาล 2 แห่ง แห่งละ 1-2 ราย และอยู่ห่างกันไม่มาก ภายใน 1 วัน หน่วยตรวจก็จะสามารถหมุนเวียนไปตรวจได้ 2 โรงพยาบาล สาเหตุที่กำหนดไว้เพียงแห่งละไม่เกิน 2 ราย เนื่องจากต้องใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมงสำหรับการเดินทางของหน่วยตรวจด้วย

สถานที่ตรวจ spirometry สำหรับหน่วยตรวจเคลื่อนที่ สามารถทำได้ 2 ลักษณะคือ

1. ตรวจ spirometry ในโรงพยาบาล

โรงพยาบาล จัดหาห้องขนาดประมาณห้องตรวจแพทย์ มีโต๊ะ เก้าอี้ ปลั๊กไฟ ไม้วัดส่วนสูง เครื่องชั่งน้ำหนัก พร้อมใช้งาน มีระบบระบายอากาศที่ดี และควรเป็นห้องปรับอากาศ เนื่องจากถ้าเป็นห้องที่ต้องใช้พัดลม กระแสลมจากพัดลมจะมีผลต่อการตรวจ spirometry ถ้าสามารถกันเสียงได้บ้างจะดีมาก เพราะในขณะที่ทำการตรวจเสียงจะดัง

บุคลากรตรวจ spirometry จัดเตรียมเครื่อง spirometer ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก แต่ไม่ควรเป็น spirometer มือถือ (handheld spirometer) พร้อมอุปกรณ์ เช่น bacterial filter, calibration syringe, ยาชายาลดตลุม และเครื่องพิมพ์สำหรับพิมพ์ผลตรวจเป็นต้น

การตรวจลักษณะนี้ไม่ต้องใช้งบประมาณเพิ่มเติมมากไปจากการตรวจ spirometry ตามปกติ จะมีก็เพียงแต่ค่าน้ำมันรถที่บุคลากรตรวจ spirometry ใช้ในการเดินทางสำหรับทางโรงพยาบาลต้องเตรียมห้องเอาไว้สำหรับการตรวจ spirometry ทุกครั้งที่มีกรณีนัดหมายผู้ป่วยมาตรวจ ส่วนบุคลากรต้องเดินทางมาโรงพยาบาลด้วยรถยนต์ หรือรถจักรยานยนต์ พร้อมอุปกรณ์ทั้งหมด และต้องติดตั้งอุปกรณ์ในห้องตรวจใหม่ทุกครั้งที่มาถึง ทำให้เสียเวลาไปกับการติดตั้งอย่างน้อย 30 นาที ซึ่งเวลาที่เสียไปนี้บางครั้งสามารถตรวจผู้ป่วยได้ 1 ราย

2. ตรวจ spirometry ภายในรถที่จัดสร้างขึ้นพิเศษ

โรงพยาบาล จัดหาที่จอดรถในร่มที่มีปลั๊กไฟใกล้ๆ ไม่ต้องจัดหาห้อง

บุคลากรตรวจ spirometry จัดเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ ไว้ในรถทั้งหมด ไม่มีการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ใดๆ

การตรวจลักษณะนี้มีความคล่องตัวในการปฏิบัติงานมากกว่าลักษณะแรก เนื่องจากเมื่อจอดรถแล้วบุคลากรจะใช้เวลาไม่นานก็เริ่มตรวจผู้ป่วยได้เลย ไม่ต้องขนย้ายและติดตั้งอุปกรณ์ แต่แนวทางนี้จำเป็นที่จะต้องใช้งบประมาณเพิ่มเติมพอสมควรในส่วนของการดัดแปลงเพื่อใช้งาน ซึ่งข้อดีคือ เป็นการออกแบบห้องตรวจ spirometry ได้ตามต้องการ สามารถกำหนดจุดติดตั้งผู้ป่วย จุดตรวจ spirometry ให้เป็นสัดส่วนได้ และยังสามารถจัดการระบบระบายอากาศด้วยการติด HEPA filter ได้

ขั้นตอนการให้บริการ

1. โรงพยาบาลนัดหมายผู้ป่วยให้มาตรวจ spirometry ตามวันเวลาและสถานที่ที่กำหนดไว้ และแจ้งให้บุคลากรตรวจ spirometry ได้ทราบว่าจะมีผู้ป่วยเข้ารับการตรวจกี่ราย เวลาใดบ้าง ในส่วนของขั้นตอนนี้จำเป็นที่จะต้องมีการประสานงานระหว่างโรงพยาบาลกับบุคลากรที่ออกตรวจ spirometry

2. เมื่อผู้ป่วยมาถึงบุคลากรตรวจ spirometry คัดกรองผู้ป่วยตามเกณฑ์ข้อห้ามของการตรวจ spirometry เมื่อผ่านเกณฑ์จึงชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง และเริ่มเข้าสู่ขั้นตอนการตรวจ
3. เมื่อตรวจเสร็จ ให้ผู้ป่วยไปชำระค่าบริการที่จุดชำระค่าบริการภายในโรงพยาบาล และไปพบแพทย์ตามนัด
4. พิมพ์ผลตรวจให้พยาบาลเก็บเข้าแฟ้มประวัติผู้ป่วยเพื่อให้แพทย์เจ้าของไข้แจ้งผลการตรวจกับผู้ป่วย หรืออาจจะให้ผลไว้กับผู้ป่วยเพื่อไปพบแพทย์เลยก็ได้ แต่ก็เสี่ยงที่จะเกิดการสูญหายได้ง่าย ซึ่งในขั้นตอนนี้นี้น้อยอยู่กับการบริหารจัดการของแต่ละโรงพยาบาลว่าต้องการรับผลทางใด

ต้นทุนการดำเนินงาน

การคำนวณต้นทุนโดยประมาณจะคิดเฉพาะค่าใช้จ่ายหลัก สำหรับค่าน้ำ ค่าไฟ ค่าเช่าสถานที่ที่จะขอไม่นำมาคิดด้วย เนื่องจากค่าใช้จ่ายส่วนนี้จะมีผลต่อต้นทุนเพียงเล็กน้อย ค่าแรงของแพทย์ที่อ่านและแปลผลก็จะไม่นำมาคิดเช่นกัน เนื่องจากแพทย์ที่ส่งตรวจก็กับแพทย์ที่อ่านผลเป็นแพทย์คนเดียวกัน จึงขออนุโลมไม่คิดค่าแรงส่วนนี้เข้ากับต้นทุนการตรวจ spirometry

จำนวนผู้ป่วยสูงสุดที่สามารถตรวจได้คือ 6 รายต่อวัน จำนวนวันทำงานคือ 245 วันต่อปี (หักวันหยุดเสาร์-อาทิตย์ 104 วัน และวันหยุดนักขัตฤกษ์ 16 วัน) ดังนั้นใน 1 ปีจะตรวจผู้ป่วยได้ 1,470 ราย (6×245) และเมื่อคิดที่จำนวนผู้ป่วย 2 รายต่อวัน จะตรวจผู้ป่วยได้จำนวน 490 ราย (2×245)

1. เครื่อง spirometry ราคาอ้างอิงจากการจัดซื้อของกระทรวงสาธารณสุข คือ 260,000 บาทต่อเครื่อง³ มีอายุการใช้งาน 5 ปี เมื่อคำนวณค่าเสื่อมราคาของเครื่องจะเท่ากับ 52,000 บาทต่อปี ต้นทุนส่วนนี้จะลดลงเมื่อมีจำนวนผู้ป่วยที่ตรวจ spirometry เพิ่มขึ้น ยกตัวอย่างเช่น เมื่อคิดที่จำนวนผู้ป่วย 6 รายต่อวัน ต้นทุนจะอยู่ที่ 35.40 บาทต่อราย ($52,000 \div 1,470$) หากคิดที่จำนวนผู้ป่วย 2 รายต่อวัน ต้นทุนจะสูงถึง 106.10 บาท ($52,000 \div 490$) บาทต่อราย ดังนั้นการที่โรงพยาบาลมีเครื่อง spirometer ใช้งาน แต่มีการส่งตรวจ spirometry น้อยจะทำให้ต้นทุนเมื่อคิดต่อการตรวจ 1 ครั้งสูงมาก

2. ประมาณการค่าแรงของบุคลากรโดยคิดจากค่าแรงเริ่มต้นขั้นต่ำรวมกับประสบการณ์การทำงานด้านการตรวจ spirometry เท่ากับ 20,000 บาทต่อเดือนหรือ 240,000 ต่อปี เวลาทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน 245 วันต่อปี ค่าแรงเมื่อคิดต่อหน้าที่จะเท่ากับ 2.04 บาทต่อหน้าที่ ($240,000 \div (8 \times 60 \times 245)$) เมื่อใช้เวลาตรวจ spirometry 45 นาที ค่าแรงของบุคลากรต่อผู้ป่วย 1 ราย จะเท่ากับ 91.80 บาท

3. ค่าขายยาหลอดลม (salbutamol inhaler) 1 หลอด 180 บาท ใช้กับผู้ป่วยได้ 50 ราย เฉลี่ย 3.60 บาทต่อราย

4. ถุงมือยาง (สำหรับบุคลากรที่ปฏิบัติงาน) 1 กล่อง ราคา 180 บาท มี 50 คู่ต่อ เฉลี่ย 3.60 บาทต่อราย

5. Bacterial filter 120 บาทต่อราย

6. ชุดคลุมพลาสติก (สำหรับบุคลากรที่ปฏิบัติงาน) 18 บาทต่อราย

7. Mouse-piece กระดาษสำหรับสูดยาขายยา หลอดลม 3 บาทต่อราย

8. ค่าน้ำมันสำหรับการเดินทางไป-กลับ 60 กิโลเมตร ระหว่างโรงพยาบาลกับหน่วยงานที่จะเป็นส่วนรับผิดชอบหน่วยตรวจเคลื่อนที่ ระยะทางประมาณการนี้เป็นระยะทางที่บุคลากรสามารถเดินทางได้โดยไม่รู้สึกลำบากเกินไป เมื่อคิดอัตราสิ้นเปลืองของรถไว้ที่ 11 กิโลเมตรต่อลิตร น้ำมันราคาดิถรร 26 บาท ค่าน้ำมันรถต่อวันจะอยู่ที่ 142 บาทต่อวัน ($(26 \div 11) \times 60$) ค่าใช้จ่ายส่วนนี้จะเหมือนกับเครื่อง spirometer คือจะลดลงเมื่อจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้น เช่น เมื่อตรวจผู้ป่วย 6 รายต่อวันจะมีต้นทุนเท่ากับ 24 บาทต่อราย ($142 \div 6$) และเท่ากับ 71 บาทต่อราย ($142 \div 2$) เมื่อตรวจผู้ป่วย 2 รายต่อวัน

อัตราค่าบริการตรวจ spirometry โดยขายยา หลอดลม กรมบัญชีกลางกำหนดราคาไว้ที่ 400 บาท เมื่อรวมต้นทุนจากข้อ 1-8 ที่ความสามารถในการตรวจ spirometry สูงสุด 6 รายต่อวัน จะมีต้นทุนอยู่ที่ 299 บาทต่อราย ($35.4 + 91.8 + 3.6 + 3.6 + 120 + 18 + 3 + 24$) และต้นทุนจะเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนผู้ป่วยลดลง เช่น ถ้ามีผู้ป่วย 2 รายต่อวัน ต้นทุนจะอยู่ที่ 417 บาท ($106.1 + 91.8 + 3.6 + 3.6 + 120 + 18 + 3 + 71$) ซึ่งเป็นราคาที่สูงเกินกว่าที่กรมบัญชีกลางกำหนดไว้อยู่ 17 บาท ต้นทุนอีกจุดหนึ่งที่สูงมากคือ bacterial filter ถ้ามีการจัดซื้อ

ในปริมาณมากราคาก็จะถูกลง หรืออาจลดต้นทุนด้วยการนำไปทำให้ปราศจากเชื้อเพื่อกลับมาใช้ซ้ำ แต่ต้องพิจารณาถึงประสิทธิภาพที่จะลดลงด้วยหลังจากนำมาใช้ซ้ำ เพราะทางบริษัทผู้ผลิตแนะนำให้ใช้ครั้งเดียวเท่านั้น

ต้นทุนที่กล่าวมาข้างต้นเป็นต้นทุนที่บุคลากรเดินทางมาแล้วเข้าตรวจ spirometry ภายในโรงพยาบาล แต่ถ้าเป็นการตรวจภายในรถที่จัดสร้างขึ้นพิเศษ ก็เกิดต้นทุนของรถขึ้นมาอีกส่วนหนึ่ง เมื่อสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตพบว่าลักษณะของรถที่เหมาะสมกับการดัดแปลงเป็นหน่วยตรวจเคลื่อนที่จะเป็นประเภทรถ food truck ราคาโดยประมาณคันละ 400,000 บาท เมื่อคิดที่อายุการใช้งาน 5 ปี จะมีต้นทุนอยู่ที่ 80,000 บาทต่อปี ต้นทุนส่วนนี้จะเหมือนกับต้นทุนเครื่อง spirometer คือจะลดลงเมื่อมีผู้ป่วยเพิ่มขึ้น เมื่อคำนวณที่ความสามารถในการตรวจ spirometry 6 รายต่อวัน จะมีต้นทุนอยู่ที่ 353.40 บาทต่อราย ($299 + (80,000 \div 1,470)$) เพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 18.2 และราคายังไม่เกินค่าบริการที่จัดเก็บตามปกติ แต่ถ้ามีผู้ป่วย 2 รายต่อวัน ต้นทุนจะอยู่ที่ 580.20 บาท เพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 39.2 ($417 + (80,000 \div 490)$) ทำให้ไม่คุ้มค่ากับการลงทุน

สรุป

การมีหน่วยตรวจสมรรถภาพปอดเคลื่อนที่สำหรับการให้บริการตรวจ spirometry หมุนเวียนไปตรวจตามโรงพยาบาลชุมชนที่มีจำนวนผู้ป่วยที่ต้องตรวจ spirometry โดยเฉลี่ย 14 รายต่อเดือน³ เป็นการร่วมกันใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า เครื่อง spirometer 1 เครื่อง กับบุคลากรที่ผ่านการอบรมเพื่อมาทำงานด้านนี้โดยเฉพาะเพียง 1 คน ก็สามารถทำให้โรงพยาบาลชุมชนเข้าถึงงานบริการตรวจ spirometry ได้ง่าย ส่งผลให้การวินิจฉัยโรคระบบการหายใจบางโรคสามารถทำได้ในระดับโรงพยาบาลชุมชน ลดการส่งต่อผู้ป่วยไปโรงพยาบาลศูนย์ หากแนวคิดหน่วยตรวจสมรรถภาพปอดเคลื่อนที่นี้สามารถนำไปใช้ได้ อาจมีการขยายขอบเขตการตรวจให้ครอบคลุมการตรวจสมรรถภาพปอดขั้นสูงเพิ่มขึ้น เช่น การตรวจปริมาตรปอด (static lung volumes) และการตรวจวัดความจุการซึมผ่านคาร์บอนมอนอกไซด์ (diffusing capacity for carbon monoxide: DLco) ที่ใน

ขณะนี้ก็ยังประสบปัญหาการขาดแคลนเครื่องมือและบุคลากรตามโรงพยาบาลเล็กๆ เช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

1. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, *et al.* Standardisation of spirometry. *Eur Respir J* 2005; 26:319–38.
2. สมาคมออร์เวชแห่งประเทศไทย. แนวทางการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยสไปโรเมตริย์ ๖ (Guidelines for spirometric evaluation). กรุงเทพฯ ภาพพิมพ์; 2545.
3. ทงยศ พิลาสันต์, ธนพร บุษาวไล, ยศ ศิระวัฒนานนท์, ศรีเพ็ญ ดันติเวสส. การศึกษาการเข้าถึงบริการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธี spirometry ที่มีประสิทธิภาพในโรงพยาบาลชุมชน. นนทบุรี: สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข; 2560.
4. Coates AL, Graham BL, McFadden RG, *et al.* Spirometry in primary care. *Can Respir J* 2013; 20:13-21.
5. Walker PP, Mitchell P, Diamantea F, Warburton CJ, Davies L. Effect of primary-care spirometry on the diagnosis and management of COPD. *Eur Respir J* 2006; 28:945-52.
6. Hankinson JL, Gardner RM. Standard waveforms for spirometer testing. *Am Rev Respir Dis* 1982; 126:362-4.
7. Chaicharn P, Warawut C, Nittaya P. Quality Assurance of Spirometry for COPD Clinic Accreditation in Thailand. *J Med Assoc Thai* 2016; 99:1167-72.
8. ญาดา ตั้งภาพงษ์, สุพล ลิ้มวัฒนานนท์. สถานการณ์การให้บริการรักษาพยาบาลแก่ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังในโรงพยาบาลชุมชนของจังหวัดชัยภูมิ. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติครั้งที่ 19; 9 มีนาคม 2561; มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น:2561. หน้า 828-39.



การควบคุมคุณภาพในการทดสอบสมรรถภาพระบบการหายใจ ด้วยคลื่นความถี่ โดยวิธี Forced Oscillation Technique (FOT) และ Impulse Oscillometry System (IOS)

สิมาพร พรหมสาร วท.บ.*

สุวัฒน์ ตั้งจิตยงสีวะ วท.ม.*

เรือดรีหญิง วัชรภรณ์ บุตรชำ พย.บ.**

* สาขาวิชาโรคระบบการหายใจและวัณโรค ภาควิชาอายุรศาสตร์
คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

** ฝ่ายการพยาบาล โรงพยาบาลสมเด็จพระปิ่นเกล้า
กรมแพทยทหารเรือ กองทัพเรือ

บทนำ

การวัดการทำงานของปอดและระบบการหายใจเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการตัดสินใจในขั้นตอนการรักษา ประเมินผลติดตามการรักษาผู้ป่วยโรคระบบการหายใจ ประเมินความเสี่ยงของภาวะแทรกซ้อนในผู้ป่วยก่อนการผ่าตัด และสามารถบ่งบอกถึงการเสื่อมของการทำงานของปอดก่อนที่อาการทางคลินิกจะเริ่มปรากฏ ไม่เพียงแต่จะช่วยในการวินิจฉัยเท่านั้น การวัดการทำงานในระบบดังกล่าวยังช่วยในการประเมินความรุนแรงเพื่อให้เภสัชบำบัดที่เหมาะสมอีกด้วย ซึ่งนอกเหนือจากการตรวจสอบสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตริ (spirometry) ซึ่งเป็นหนึ่งในวิธีการที่ใช้ในการวัดการทำงานของปอดที่เป็นที่นิยมมากที่สุดในการปฏิบัติทางคลินิกและถือเป็นการตรวจวินิจฉัยโรคหืด (asthma) และปอดอุดกั้นเรื้อรัง (chronic obstructive pulmonary disease, COPD) ที่เป็นมาตรฐาน (gold standard) แล้ว¹ การตรวจสอบสมรรถภาพปอดในวิธีการดังกล่าวไม่ใช้การทดสอบที่ง่ายในเด็กที่มีอายุต่ำกว่า 5 ปี ผู้สูงอายุ ผู้ที่มีข้อจำกัดทางร่างกายและการรับรู้ ที่ยังต้องอาศัยความร่วมมืออย่างมากในรูปแบบวิธีการหายใจในการทดสอบ ซึ่งการทดสอบความต้านทานของระบบการหายใจด้วยวิธี FOT (forced oscillation technique) และการทดสอบความต้านทานหลอดลมด้วยวิธี IOS (impulse oscillometry system) นั้น สามารถลดข้อจำกัดในบุคคลและความร่วมมือในการทดสอบดังกล่าวได้เป็นอย่างดีและเป็นวิธีการทดสอบที่ง่ายในเด็กเล็ก²⁻¹² อีกทั้งยังเป็นวิธีการทดสอบที่นักวิจัยโดยเฉพาะในสหรัฐอเมริกาให้ความสนใจอย่างยิ่ง¹³⁻¹⁵

แม้การทดสอบที่ง่ายและเป็นมิตรแก่ผู้รับการทดสอบ แต่ยังมีข้อผิดพลาดและข้อพึงระวังที่เจ้าหน้าที่ตรวจสอบสมรรถภาพปอดยังคงต้องควบคุมคุณภาพเพื่อให้การทดสอบมีประสิทธิภาพสูงสุด และผลการทดสอบที่มีคุณภาพ

หลักการงานที่สำคัญ

ในปี 1956, DuBois และคณะ¹⁶ ได้อธิบายเทคนิคการทดสอบความต้านทานทางเดินหายใจด้วยวิธี FOT ว่าเป็นการวัดการทำงานของปอดโดยใช้คลื่นเสียงรูปไซน์ (sinusoidal sound waves) ที่สร้างขึ้นโดยลำโพงและผ่านเข้าไปในปอดในระหว่างการหายใจเข้าออก ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่ได้คือความต้านทานของระบบทางเดินหายใจ (respiratory system impedance, Z_{rs}) จากความสัมพันธ์ดังสมการ¹⁷⁻¹⁸

$$Z_{rs} = R_{rs} + j \cdot X_{rs}$$

R_{rs} คือ ความต้านทานทางเดินหายใจ (Respiratory resistance) ที่มีทิศทางเดียวกับ flow

X_{rs} คือ ปฏิกริยาสะท้อนกลับทางเดินหายใจ (Respiratory reactance)

j คือ ส่วนจินตภาพ ($\sqrt{-1}$) ที่กำหนดทิศทางของค่า X_{rs} ไว้ว่าตรงข้ามกับ flow

ช่วงความถี่ที่ให้ขณะทดสอบอยู่ที่ 3-35 Hz ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จะให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับความต้านทานของหลอดลมและเนื้อเยื่อปอด ซึ่งประโยชน์หลักที่สำคัญของการทดสอบในรูปแบบนี้คือ เป็นการทดสอบที่ง่ายและได้ข้อมูลเกี่ยวกับความต้านทานของปอดที่แตกต่างจากการตรวจด้วยเครื่อง spirometer

ในปี ค.ศ. 1975, Michaelson และคณะ¹⁹ ได้พัฒนาโดยใช้คอมพิวเตอร์ที่ขับเคลื่อนแรงดันคลื่นสี่เหลี่ยม (square wave) ในหลายช่วงความถี่ด้วยลำโพง และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแรงดันกับอัตราการไหลของอากาศโดยใช้การวิเคราะห์สเปกตรัม ซึ่งเทคนิคในการทดสอบนี้ถูกเรียกว่า IOS แต่ความละเอียดเชิงเวลาของวิธีการทดสอบ IOS จะด้อยกว่า FOT เล็กน้อย โดยที่ IOS จะส่งพัลส์ (pulses) ของคลื่นความดันภายในปอดโดยแสดงเป็น bit uncomfortable

อย่างไรก็ตาม IOS แสดงรายละเอียดที่ครอบคลุมความสัมพันธ์การไหลของอากาศและแรงดันในช่วงความถี่ระหว่าง 4 และ 32 Hz และให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีกว่าในตัววัดความต้านทานและปฏิกริยาโดยใช้เทคนิค Fast

Fourier Transform (FFT) นอกจากนี้ ยังมีการใช้คลื่นเสียงในหลายความถี่ในการทดสอบโดยเป็นไปในลักษณะผสมและการปรับปรุงลักษณะสัญญาณต่อเสียงรบกวนซึ่งเทคนิคใหม่นี้ได้ปรับปรุงในหลายปีต่อมาโดยบริษัท Jaeger จนนำมาสู่การใช้งานเชิงพาณิชย์ใน ค.ศ. 1998²⁰ FOT และ IOS ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายในคลินิกเด็กทั่วโลก เช่นเดียวกับในหลายห้องปฏิบัติการตรวจสรีรวิทยาของปอดและยังเป็นวิธีการทดสอบหนึ่งในการวิจัยทางคลินิก

พารามิเตอร์ที่ FOT/IOS สามารถวัดได้

แรงกระตุ้นที่สร้างขึ้นจากเครื่องกำเนิดความถี่จะถูกส่งผ่านทางเดินหายใจในส่วนที่มีขนาดใหญ่ไปจนถึงส่วนที่มีขนาดเล็ก หรือที่เรียกว่าส่วนปลายพร้อมกับการหายใจเข้าออกปกติ ซึ่งช่วงความถี่สูงที่มากกว่า 20 Hz นั้นจะเดินทางด้วยระยะทางได้สั้นกว่าจึงใช้ในการตรวจของทางเดินหายใจที่มีขนาดใหญ่ ในขณะที่เดียวกันที่ความถี่ต่ำกว่า 15 Hz จะสามารถลงลึกไปปอดและเนื้อเยื่อของปอดซึ่งคล้ายกับประโยชน์ของคลื่นวิทยุ กล่าวคือ คลื่นวิทยุความถี่สูง (frequency modulation, FM) จะเดินทางได้ระยะทางที่สั้นกว่าคลื่นวิทยุความถี่ต่ำ (amplitude modulation, AM)

R5 คือ ค่า respiratory resistance ที่ความถี่ 5 Hz ค่าที่ได้นี้แสดงถึงความต้านทานของทางเดินหายใจทั้งหมดไปจนถึงส่วนท่อลมส่วนปลาย (Peripheral airways)

R20 คือค่า respiratory resistance ที่ความถี่ 20 Hz ค่าที่ได้นี้แสดงถึงความต้านทานของทางเดินหายใจตั้งแต่ส่วนต้น จนถึงส่วนกลางที่เป็นหลอดลมขนาดใหญ่

R5-R20 คือค่าความแตกต่างของ respiratory resistance ที่ความถี่ 5 Hz กับ 20 Hz เป็น respiratory resistance ในส่วนของท่อลมส่วนปลาย (peripheral airways)

X5 คือค่าปฏิกริยาสะท้อนกลับของความต้านทานที่ความถี่ 5 Hz

Fres (resonant frequency) ค่าความถี่ที่ inertance forces เท่ากับ peripheral capacitance

AX (area of reactance) พื้นที่ใต้กราฟของปฏิกริยาสะท้อนกลับจากจุดความถี่ต่ำสุดไปถึงจุด Fres

CO (Coherence) ค่าดัชนีความสอดคล้องของผลลัพธ์ บ่งชี้คุณภาพการทดสอบ มีค่าระหว่าง 0-1

ข้อแตกต่างจากวิธีการทดสอบอื่น

ในระหว่างทำการทดสอบ FOT และ IOS ผู้รับการทดสอบสามารถหายใจได้ปกติ ใช้ความพยายามและความร่วมมือน้อยกว่าการตรวจสมรรถภาพปอดสไปโรเมตริ (spirometry) ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบ หลักของการทดสอบนี้เมื่อเทียบกับการทดสอบโดยวิธีการอื่นๆ จึงทำให้การทดสอบนี้เหมาะสมกับเด็กที่อายุต่ำกว่า 5 ปี ผู้สูงอายุ ผู้ที่มีข้อจำกัดทางด้านร่างกาย หรือผู้บกพร่องทางสติปัญญา นอกจากนี้ยังสามารถทดสอบในผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจ และทำการทดสอบในระหว่างการนอนหลับ²² ได้อีกด้วย มีความไวในการตรวจจับการอุดตันและสิ่งกีดขวางทางเดินหายใจส่วนปลายมากขึ้น อีกทั้งให้ข้อบ่งชี้ชัดเจนกว่าการตรวจสมรรถภาพปอดสไปโรเมตริ (spirometry) ในการตรวจสอบการอุดตันในบริเวณของทางเดินหายใจส่วนปลายโดยไม่อาศัยข้อมูลที่มีอยู่ใน flow-volume Curve และ forced expiratory flow (FEF) ที่ 25-75% (FEF25-75%) จึงเป็นประโยชน์ต่อการวินิจฉัยในผู้ป่วยที่เป็นโรคระบบทางเดินหายใจขนาดเล็กที่อุดตัน เช่น ผู้ป่วยที่เป็นโรคหืด (Asthma) โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (COPD) ซึ่งจากการวิเคราะห์ค่าของ Rrs และ Xrs สามารถแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างโรคดังกล่าว และยังมีข้อมูลที่เป็นประโยชน์เพิ่มเติมเกี่ยวกับพยาธิสรีรวิทยาของโรคดังกล่าว ซึ่งวิธีการตรวจสมรรถภาพปอดสไปโรเมตริ (spirometry) ไม่สามารถทำได้

ตารางที่ 1. ความแตกต่างระหว่างวิธีการตรวจ Spirometry และ FOT/ IOS²¹

Parameter	Spirometry	FOT/IOS
หลักการสำคัญ	ใช้การตรวจจับการไหลของอากาศ และปริมาตรของปอด โดยอาศัยหลักการวัดปริมาณอากาศเคลื่อนผ่านอุปกรณ์ตรวจจับ	ใช้การสั่นจากเครื่องกำเนิดคลื่นความถี่เดียว (FOT) หรือการใช้แรงกระตุ้นจากคลื่นหลายความถี่ (IOS) โดยจะถูกผลักดันเข้าสู่ทางเดินหายใจและแปรเป็นคลื่นความดันเพื่อวัดผลความต้านทานและปฏิกิริยาของทางเดินหายใจ
ตัวแปรหลักที่วัด	ปริมาตร: FEV1, FVC อัตราการไหล: PEFR, FEF25-75%	Zrs, Rrs, Xrs, Fres, Ax
ความร่วมมือของผู้ทำการทดสอบ	+++	+
วิธีการหายใจในการทดสอบ	การบังคับให้หายใจออกอย่างเร็วและแรง	การหายใจปกติ
ค่าความแปรปรวนจากผู้ทดสอบ	3-5%	5-15%
ความไวต่อการตรวจจับในส่วนของทางเดินหายใจ		
ส่วนกลาง	+	+++
ส่วนปลาย	++	+++
ค่าตัวแปรหลักสำหรับผู้ตอบสนองต่อขยายหลอดลม	12-15% for FEV1	40% for R _s or X _s
ค่าตัวแปรหลักสำหรับผู้ที่มีภาวะหลอดลมตีบ	20% for FEV1	50% for R _s
ข้อมูลเชิงลึกในกลศาสตร์ของปอด	+	+++
วิธีการที่เป็นมาตรฐาน	+++	++
ประสิทธิภาพของค่าอ้างอิง	+++	+

การเลือกใช้วิธีการทดสอบระหว่าง FOT และ IOS เพื่อวัดความต้านทานและปฏิกิริยาของทางเดินหายใจนั้นเหมือนการเลือกชนิดของ spirometer ระหว่าง volume-displacement spirometer และ flow sensor-based spirometer ตามลำดับ ถึงแม้ว่า volume-displacement spirometer จะมีการวัดปริมาตรปอดที่ถูกต้องและแม่นยำมากกว่า flow sensor-based spirometer แต่อุปกรณ์และเครื่องมือการตรวจนั้น มีขนาดค่อนข้างใหญ่และความแตกต่างในการแปลผลการทดสอบที่สำคัญด้วย ทั้งนี้ อุปกรณ์ของวิธีการทดสอบ FOT และ IOS สามารถวัดค่า Rrs และ Xrs ที่หลายความถี่ แต่เครื่องมือที่ทำการทดสอบทั้ง 2 วิธีการนั้นไม่จำเป็นที่จะต้องแสดงค่าที่คล้ายกัน²³

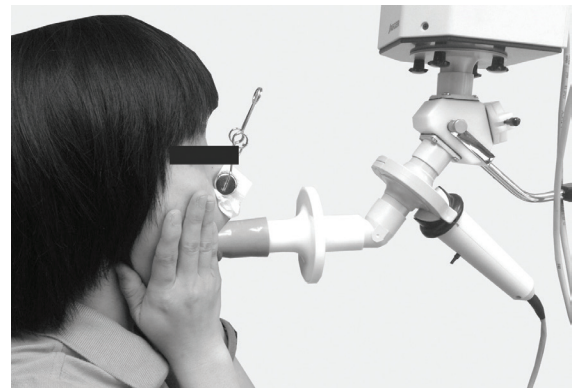
การควบคุมคุณภาพที่สำคัญ

ผู้รับการทดสอบ

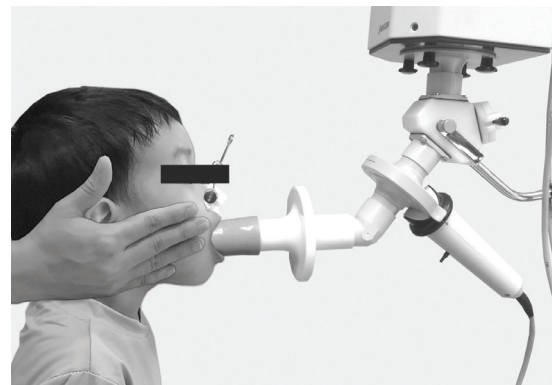
1. ควรนั่งบนเก้าอี้ หรือรถเข็น (Wheelchair) ตัวตรง คอตั้งตรงในระดับปกติ ไม่ควรพิงพนักพิง ไขว้ขาหรือไขว้ห้าง เนื่องจากอาจจะทำให้การขยายตัวของทรวงอกถูกจำกัดได้
2. ปรับระดับท่อที่ใช้ออม เพื่อทำการทดสอบให้พอดีกับช่องปากโดยให้คอยื่นออกมาเล็กน้อย
3. อมท่อไว้บนลิ้นโดยริมฝีปากแนบชิดกับท่อ เพื่อป้องกันการรั่วไหลของอากาศ ใช้พื้นหน้ากักหลอดลมไว้เบาๆ ไม่กักแน่นจนหลอดลมยุบตัว โดยที่ลิ้นจะต้องไม่อุดท่อและช่องปาก
4. ใช้มือทั้งสองข้างบีบแกำ และใช้นิ้วหัวแม่มือทั้งสองข้างเชยบริเวณใต้คาง เพื่อป้องกันการเกิดช่องว่างบริเวณกระพุ้งแก้ม หากไม่สามารถทำได้ เช่น เด็กเล็ก ผู้มีปัญหาการเคลื่อนไหว ให้เจ้าหน้าที่ตรวจสอบสมรรถภาพอดเป็นผู้บีบแกำ
5. พิจารณาใช้อุปกรณ์เสริมช่วยในการอมท่อ (mouthpiece) ในกรณีที่ผู้รับการทดสอบไม่สามารถอมท่อของ filter ได้ เช่น ผู้มีปัญหาด้านช่องปากหรือเด็กเล็ก และใช้ที่หนีบจมูก (nose clips) หนีบจมูกของผู้รับการทดสอบในระหว่างการทดสอบ
6. หากผู้รับการทดสอบสวมใส่ฟันปลอม ต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าฟันปลอมนั้นยึดติดแน่นหนา หรือเพื่อความปลอดภัยอาจถอดออกเพื่อป้องกันการเลื่อนหลุดในระหว่างการทดสอบ



รูปที่ 1. ลักษณะการนั่งของผู้รับการทดสอบ



รูปที่ 2. ลักษณะการอมท่อที่มีการต่อ Mouthpiece เพิ่มเติมและใช้มือทั้งสองข้างบีบแกำและใช้นิ้วหัวแม่มือเชยบริเวณใต้คาง



รูปที่ 3. ลักษณะการอมท่อที่มีการต่อ Mouthpiece เพิ่มเติม และเจ้าหน้าที่ตรวจสอบสมรรถภาพอดใช้มือทั้งสองข้างบีบแกำช่วยผู้รับการทดสอบ เช่น ในเด็กเล็ก

อุปกรณ์เสริมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ

ในกรณีที่ผู้รับการทดสอบไม่สามารถอมท่อของ Filter ในรูปแบบปกติได้ เช่น ผู้มีปัญหาด้านช่องปาก หรือ เด็กเล็ก ให้เจ้าหน้าที่ตรวจสอบสภาพปอดพิจารณาอุปกรณ์เสริมในการอมท่อ (mouthpiece) ต่อเสริมจาก filter ซึ่งพิจารณาจากขนาดช่องปากของผู้รับการทดสอบ โดยมีลักษณะดังรูปที่ 4 และ 5



รูปที่ 4. Mouthpiece ต่อเสริมจาก Filter



รูปที่ 5. Mouthpiece ที่ใช้ป้องกันคลื่นขัดขวางการส่งคลื่นความถี่ (Free Flow Mouthpiece)

การวัดค่า (Record Measurement)

1. เมื่อผู้รับการทดสอบหายใจโดยปกติและผ่อนคลาย ทำการวัดค่า 3-5 ครั้ง โดยการรายงานผลลัพธ์เป็นค่าเฉลี่ยของการวัดค่า²⁴
2. เวลาที่เหมาะสมในการวัดค่าในแต่ละครั้ง ควรใช้ระยะเวลาดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2. ระยะเวลาในการบันทึกค่าในการทดสอบ FOT และ IOS แต่ละช่วงอายุ²⁵

ช่วงอายุ	ระยะเวลาในการวัดค่า (Record Measurement)	Coefficient of variation (C.V.)
เด็กทารก	5-10 วินาที	≤15%
< 12 ปี	16 วินาที	≤15%
ผู้ใหญ่	30 - 60 วินาที	≤10%

Coherence (CO)

ค่าดัชนีความสอดคล้องของผลลัพธ์และบ่งชี้คุณภาพการทดสอบ มีค่าระหว่าง 0-1 ซึ่งสำหรับผู้ใหญ่²¹ แล้วที่ความถี่ 5 Hz ต้องมีค่า CO > 0.8 และที่ความถี่ 20 Hz ต้องมีค่า CO ≥ 0.9 สำหรับในเด็กเล็กมาก²⁶ ที่ความถี่ 5 Hz ค่า CO ≥ 0.6 นั้นถือว่ายอมรับได้ ทั้งนี้ ค่าความสอดคล้องที่สูงกว่าย่อมมีคุณภาพกว่าค่าที่ต่ำโดยผลลัพธ์ของการทดสอบควรมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ดังกล่าวข้างต้น

ข้อมูลเพิ่มเติมในการรายงานผล

บนแบบรายงานผลการทดสอบ นอกเหนือจากการรายงานค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญแล้ว เจ้าหน้าที่ตรวจสอบสภาพปอดพิจารณารายงานข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อประกอบการแปลผล ดังต่อไปนี้

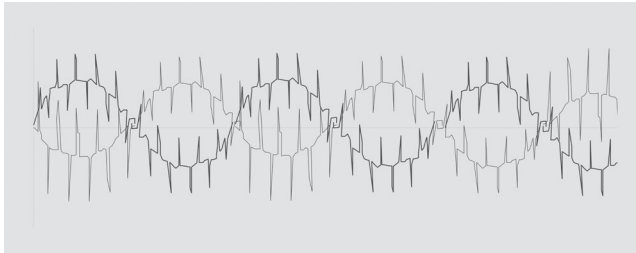
1. ชื่ออุปกรณ์ รุ่นซอฟต์แวร์ และผู้ผลิต
2. ระยะเวลาของการบันทึกแต่ละครั้ง
3. จำนวนการทำซ้ำ
4. ลักษณะตำแหน่งลำตัวและศีรษะ
5. การใช้ที่หนีบจมูก และการบีบแก้ม

ปัญหาที่พบได้บ่อยในการทดสอบ

เนื่องจากการเกิดช่องว่างบริเวณกระพุ้งแก้ม ซึ่งส่งผลต่อค่า R5 และ X5 ซึ่งส่งผลต่อการแปลค่าในผู้ป่วยโรคทางเดินหายใจ²⁵ โดยปัญหาดังกล่าวจะแสดงออกมาในลักษณะกราฟที่แสดงบนจอแสดงผลที่สามารถสังเกตเห็นได้ ได้แก่

1) การหายใจปกติ (normal breathing)

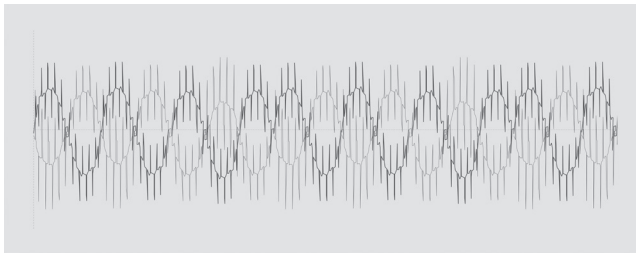
เมื่อผู้รับการทดสอบอมท่อและหายใจโดยปกติและผ่อนคลายก่อนทำการบันทึกค่า โดยสังเกตภาพกราฟที่แสดงความต่อเนื่องและสม่ำเสมอ



รูปที่ 6. กราฟแสดงลักษณะการหายใจปกติ (normal breathing)

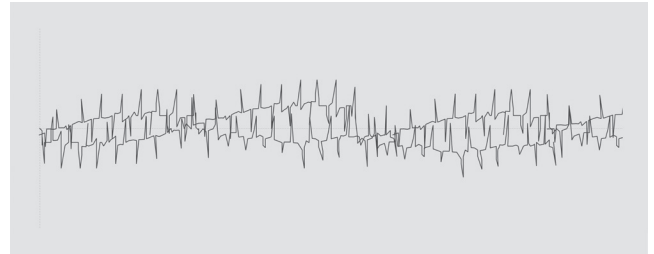
2) การหายใจเร็วกว่าปกติ (rapid breathing)

ซึ่งอาจเกิดได้จากอาการเหนื่อยจากการเดินทาง สภาพอากาศจากการเดินทาง หรือในห้องที่ทำการทดสอบ ซึ่งอาจสังเกตการหายใจของผู้รับการทดสอบในระหว่างสอบถามข้อมูล หรือขั้นตอนอื่น ๆ ก่อนการทดสอบเพื่อประเมินลักษณะการหายใจว่าเป็นการหายใจปกติ (normal breathing) แล้วหรือไม่



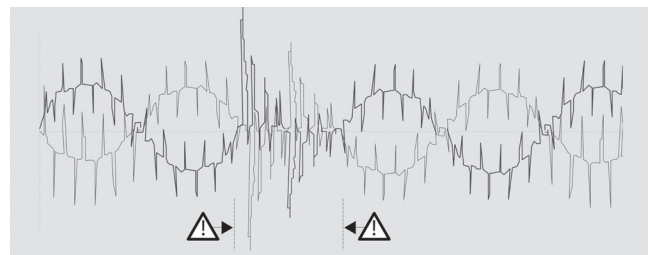
รูปที่ 7. กราฟแสดงลักษณะการหายใจเร็วกว่าปกติ (rapid breathing)

3) การหายใจช้ากว่าปกติ (slow breathing)



รูปที่ 8. กราฟแสดงลักษณะการหายใจช้ากว่าปกติ (slow breathing)

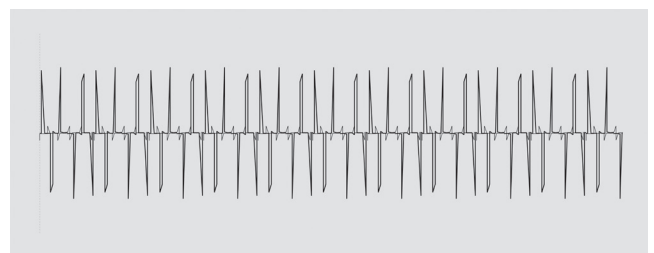
4) ผู้รับการทดสอบไอระหว่างทดสอบ (cough)



รูปที่ 9. กราฟแสดงลักษณะการไอ (cough) ระหว่างการทดสอบ

5) การหายใจทางจมูก (nasal breathing)

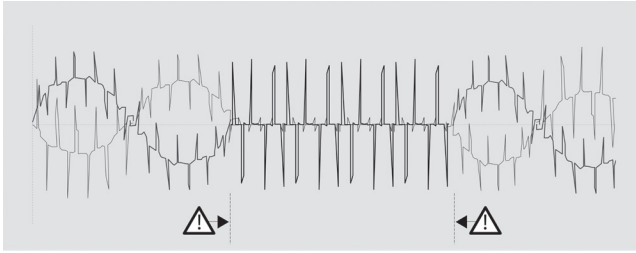
ตรวจดูที่หนีบจมูก (nose clip) ว่าแน่นหนาหรือไม่ ทั้งนี้อาจตรวจสอบสภาพของที่หนีบจมูก ว่ามีความยืดหยุ่น และมีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะใช้งานได้มีประสิทธิภาพ



รูปที่ 10. กราฟแสดงลักษณะการหายใจทางจมูก (nasal breathing)

6) การกลืนน้ำลายหรือช่องทางเดินหายใจถูกปิดกั้น (swallow/ glottic closure)

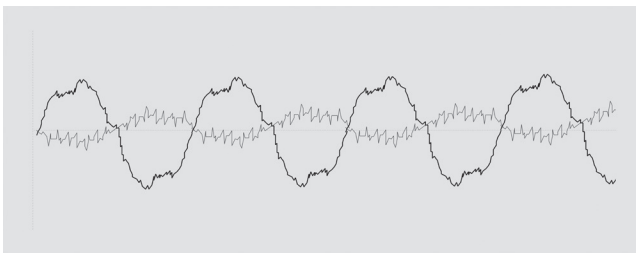
พิจารณาใช้ mouthpiece ที่ใช้ป้องกันลิ้น/การกลืนน้ำลายที่ขัดขวางการส่งคลื่นความถี่ต่อเสริมจาก filter



รูปที่ 11. กราฟแสดงลักษณะช่องทางเดินหายใจถูกปิดกั้น (swallow/glottic closure)

7) ช่อง terminating resistance ถูกเปิด

ช่อง terminating resistance จะถูกเปิดเฉพาะการสอบเทียบ (calibration) เท่านั้น



รูปที่ 12. กราฟแสดงลักษณะช่อง terminating resistance ถูกเปิด

ข้อจำกัดในการทดสอบที่พึงระวัง

1. ยังไม่เป็นวิธีการที่มาตรฐาน ยังคงต้องทำการทดสอบด้วยวิธีการดังกล่าวร่วมกับการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตริ (spirometry) เพื่อความสมบูรณ์ของการวินิจฉัยโรค
 2. ผู้แปลผลต้องได้รับการฝึกอบรม และใช้ประสบการณ์สูงในการแปลผลการทดสอบ
 3. ประสิทธิภาพของค่าอ้างอิงอยู่ในระดับต่ำ
 4. อุปกรณ์ยังมีราคาสูงหากเทียบกับวิธีการอื่น
 5. ยังคงต้องใช้ในห้องปฏิบัติการทางคลินิก
- เนื่องจากอุปกรณ์ไม่สามารถพกพาได้เมื่อเทียบกับการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตริ (spirometry)

ปัจจัยที่มีผลต่อการทดสอบ ได้แก่ เพศ²⁷ อายุ²⁷ ความสูง²⁷⁻²⁸ และการเกิดช่องว่างบริเวณกระบังลมที่ส่งผลต่อค่า R5 และ X5 ซึ่งต้องระวังในระหว่างการทดสอบ

สรุป

แม้ว่าการทดสอบสมรรถภาพระบบทางเดินหายใจและถุงลมด้วยคลื่นความถี่ โดยวิธี forced oscillation technique (FOT) และ impulse oscillometry system (IOS) จะมีจุดเด่นในด้านความร่วมมือของผู้รับการทดสอบน้อยกว่าวิธีการอื่น เช่น ปัจจัยส่วนบุคคล (เด็กที่อายุต่ำกว่า 5 ปี ผู้สูงอายุ ผู้ที่มีข้อจำกัดทางด้านร่างกาย ผู้บกพร่องทางสติปัญญา ผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจ และการทดสอบในระหว่างการนอนหลับ) หรือเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการวินิจฉัยโรคระบบทางเดินหายใจขนาดเล็กที่อุดตัน เช่น ผู้ป่วยที่เป็นโรคหืด (asthma) โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (COPD) ที่ดีกว่าวิธีการอื่นๆ แล้ว แต่เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการวัดค่าระยะสั้นไม่กี่วินาที หากเจ้าหน้าที่ตรวจสอบสมรรถภาพปอดควบคุมคุณภาพไม่เป็นไปตามมาตรฐานแล้ว อาจส่งผลต่อคุณภาพของผลการทดสอบ จึงจำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงปัจจัยเสี่ยงที่จะทำให้ผลการทดสอบด้วยคุณภาพอย่างเคร่งครัด

วิธีการทดสอบนี้ยังไม่เป็นวิธีการมาตรฐาน (gold standard) หรือทดแทนการทดสอบด้วยวิธีสไปโรเมตริ (spirometry) สำหรับการประเมินสมรรถภาพปอดตามปกติ เนื่องจากยังมีข้อจำกัดในประสิทธิภาพของค่าอ้างอิงรวมถึงการแปลผลการทดสอบที่ต้องอาศัยผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมและใช้ประสบการณ์สูง แต่การทดสอบดังกล่าวจะมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นหากทดสอบและแปลผลควบคู่กับการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตริ (spirometry) และในอนาคตเมื่อมีงานวิจัยและองค์ความรู้ที่เพิ่มมากขึ้น อาจส่งผลต่อการพิจารณาค่าอ้างอิงและการแปลผลที่เป็นมาตรฐานซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการวินิจฉัยโรคระบบทางเดินหายใจขนาดเล็กที่สะดวก ง่ายและมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Spirometry for health care providers Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) [Internet]. 2010[cited 2021 Jan 13]. Available from: URL: https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2016/04/GOLD_Spirometry_2010.pdf
2. Bisgaard H, Klug B. Lung function measurement in awake young children. *Eur Respir J* 1995; 8: 2067-75.
3. Klug B, Nielsen KG, Bisgaard H. Observer variability of lung function measurements in 2-6-yr-old children. *Eur Respir J* 2000; 16:472-5.
4. Klug B, Bisgaard H. Lung function and short-term outcome in young asthmatic children. *Eur Respir J* 1999; 14:1185-9.
5. Klug B, Bisgaard H. Specific airway resistance, interrupter resistance, and respiratory impedance in healthy children aged 2-7 years. *Pediatr Pulmonol* 1998; 25:322-31.
6. Klug B, Bisgaard H. Repeatability of methacholine challenges in 2-to 4-year-old children with asthma, using a new technique for quantitative delivery of aerosol. *Pediatr Pulmonol* 1997; 23:278-86.
7. Klug B, Bisgaard H. Measurement of lung function in awake 2-4 yearold asthmatic children during methacholine challenge and acute asthma: a comparison of the impulse oscillation technique, the interrupter technique, and transcutaneous measurement of oxygen versus whole-body plethysmography. *Pediatr Pulmonol* 1996; 21: 290-300.
8. Klug B. The impulse oscillation technique applied for measurements of respiratory function in young children. *Pediatr Pulmonol Suppl* 1997; 16:240-1.
9. Nielsen KG, Bisgaard H. Discriminative capacity of bronchodilator response measured with three different lung function techniques in asthmatic and healthy children aged 2 to 5 years. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 164:554-9.
10. Nielsen KG, Bisgaard H. The effect of inhaled budesonide on symptoms, lung function, and cold air and methacholine responsiveness in 2- to 5-year-old asthmatic children. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 162:1500-6.
11. Nielsen KG, Bisgaard H. Lung function response to cold air challenge in asthmatic and healthy children of 2-5 years of age. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 161:1805-9.
12. Nielsen KG, Pressler T, Klug B, Koch C, Bisgaard H. Serial lung function and responsiveness in cystic fibrosis during early childhood. *Am J Respir Crit Care Med* 2004; 169:1209-16.
13. Goldman MD, Carter R, Klein R, Fritz G, Carter B, Pachucki P. Withinand between-day variability of respiratory impedance, using impulse oscillometry in adolescent asthmatics. *Pediatr Pulmonol* 2002; 34:312-9.
14. Marotta A, Klennert MD, Price MR, Larsen GL, Liu AH. Impulse oscillometry provides an effective measure of lung dysfunction in 4- year-old children at risk for persistent asthma. *J Allergy Clin Immunol* 2003; 112:317-22.

15. Guilbert TW, Morgan WJ, Krawiec M, *et al.* The Prevention of early asthma in kids study: design, rationale and methods for the childhood asthma research and education network. *Control Clin Trials* 2004; 25:286–310.
16. Dubois AB, Botelho SY, Comroe JH Jr. A new method for measuring airway resistance in man using a body plethysmograph: values in normal subjects and in patients with respiratory disease. *J Clin Invest* 1956; 35:327-35
17. King GG, Bates J, Berger KI, *et al.* Technical standards for respiratory oscillometry. *Eur Respir J* 2020; 55:1-21.
18. Porojan-Supini N, Fira-Mladinescu O, Marc M, Tudorache E, Oancea C. Lung function assessment by impulse osilometry in adults. *Ther Clin Risk Manag* 2020; 16:1139-50.
19. Michaelson ED, Grassman ED, Peters WR. Pulmonary mechanics by spectral analysis of forced random noise. *J Clin Invest* 1975; 56:1210-30.
20. Klug B, Bisgaard H. Specific airway resistance, interrupter resistance, and respiratory impedance in healthy children aged 2-7 years. *Pediatr Pulmonol* 1998; 25:322-31.
21. Brashier B., Salvi S. Measuring lung function using sound waves: role of the forced oscillation technique and impulse oscillometry system. *Breathe* 2015; 11:57-65. doi: 10.1183/20734735.020514
22. Oostveen E, MacLeod D, Lorino H, *et al.* The forced oscillation technique in clinical practice: methodology, recommendations and future developments. *Eur Respir J* 2003; 2003; 22(6):1026-41. doi: 10.1183/09031936.03.00089403.
23. Tanimura K, Hirai T, Sato S, *et al.* Comparison of two devices for respiratory impedance measurement using a forced oscillation technique: basic study using phantom models. *J Physiol Sci* 2014; 64:377-82.
24. Nielsen KG. Forced oscillation technique. *Paediatr Respir Rev* 2006; 2006;7 Suppl 1:S8-S10. doi: 10.1016/j.prrv.2006.04.021.
25. Uchida A, Ito S, Suki B, *et al.* Influence of cheek support on respiratory impedance measured by forced oscillation technique. *Springer Plus* 2013; 2:342. doi: 10.1186/2193-1801-2-342.
26. Mottram C. Ruppel's Manual of Pulmonary Function Testing. 10th ed. Minnesota: Mosby; 2012
27. Assumpção MS, Gonçalves RM, Martins R, Bobbio TG, Schivinski CIS. Reference Equations for Impulse Oscillometry System Parameters in Healthy Brazilian Children and Adolescents. *Respir Care* 2016; 2016; 61(8):1090-9. doi: 10.4187/respcare.04226.
28. Frei J, Jutla J, Kramer G, Hatzakis GE, Ducharme FM, Davis GM. Impulse oscillometry: reference values in children 100 to 150 cm in height and 3 to 10 years of age. *Chest* 2005; 128:1266-73.

บรรณานุกรม

ก		ภ	
กายวิภาคของกระบังลม	11	ภาวะกระบังลมทำงานผิดปกติ	11
การใช้เครื่องอัดอากาศแรงดันบวกชนิดต่อเนื่อง	22	ภาวะการเชื่อมต่อของหลอดอาหารและหลอดลม	64
การเตรียมตัวผู้ป่วยก่อนการตรวจการนอนหลับ	78		
การติดเชื้อวัณโรคระยะแฝง	2	ร	
การติดอุปกรณ์ตรวจการนอนหลับ	30	โรคที่พบภาวะ CO ₂ สูงผิดปกติขณะนอนหลับ	73
การหายใจและกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊ส	72		
		ว	
ค		วัณโรคดื้อยาหลายขนาน	88
ความชุกการติดเชื้อวัณโรคระยะแฝงในในบุคลากร	1	วัณโรคดื้อยาหลายขนานชนิดรุนแรง	88
ทางการแพทย์และสาธารณสุข		วัณโรคดื้อยาหลายขนานชนิดรุนแรงมาก	89
คุณภาพของการตรวจ Spirometry	112	วัณโรคดื้อยา Rifampicin	88
เครื่อง CPAP	23		
		ส	
ท		สถานการณ์วัณโรคดื้อยาหลายขนาน	87
เทคนิคการแกะอุปกรณ์ตรวจการนอนหลับ	29	ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2560-2563	
เทคนิคการติดอุปกรณ์ตรวจวัดค่าคาร์บอนไดออกไซด์	72	สรีรวิทยาของกระบังลม	12
ทางผิวหนังในผู้ป่วยตรวจการนอนหลับ		สาเหตุของภาวะกระบังลมทำงานผิดปกติ	13
		เสียงกรน	85
ถ		ห	
ถอดบทเรียนการดูแลผู้ป่วยติดเชื้อวัณโรคดื้อยา	35	หน่วยตรวจสมรรถภาพปอดเคลื่อนที่	112
หลายขนาน			
ผ			
ผลการตรวจคัดกรองวัณโรคปอดด้วยเอกซเรย์ปอด	57		
ในผู้ป่วยเบาหวาน			
ผู้ป่วยโควิด-19	47		

Index

A

Active chest X-ray screening for pulmonary tuberculosis	63
Airway stent	67
Anatomy of Intrathoracic Lymph Nodes	104

C

Conventional MDR-TB regimen	89
COVID-19 Pneumonia	47
CPAP	23

E

Endobronchial Ultrasonography Evaluation of Mediastinal Lymph Node	107
Esophageal stent	66
Extensively drug resistant TB: XDR-TB	35

F

Forced Oscillation Technique (FOT)	116
------------------------------------	-----

H

high-flow nasal cannula (HFNC)	54
--------------------------------	----

I

Impulse Oscillometry System (IOS)	116
Interferon-gamma Release Assay (IGRA)	1
Intervention treatment	66
Intrapleural Administration of Fibrin glue	98

M

Mediastinal Lymph Node Evaluation in Non-Small Cell Lung Cancer	103
---	-----

Multidrug resistant TB: MDR-TB	88
--------------------------------	----

P

Polysomnography: PSG	30
----------------------	----

Pre-extensively drug resistant TB: Pre-XDR-TB	88
---	----

Pulmonary Function Test	112
-------------------------	-----

R

Radiographic Evaluation of	105
----------------------------	-----

Mediastinal Lymph Nodes with CT scan	
--------------------------------------	--

Rifampicin resistant TB: RR-TB	88
--------------------------------	----

S

Shorter standard MDR-TB regimen	89
---------------------------------	----

Snoring Sound	85
---------------	----

Successful Closure of A Bronchopleural Fistula by Intrapleural Administration of Fibrin glue	98
--	----

T

Tissue sealants and glues	101
---------------------------	-----

Tracheoesophageal fistula	64
---------------------------	----

Transdiaphragmatic Pressure (Pdi)	16
-----------------------------------	----

บรรณานุกรม

ก

กมลทิพย์ กุลภาวิกร (Kamontip Kunwipakorn) 103-111
 กุสุมา มามณี 22-28, 72-77

จ

จิราวัฒน์ แก้ววินัด 57-63
 แจ่มศักดิ์ ไชยคุนา (Jamsak Tscheikuna) 103-111

ช

ชนทัต ไตรทอง 98-102
 ชำนาญ ยุ่งไธสง 1-10

ด

ดวงพร เลิศศิลป์ 22-28, 29-34

ธ

ธวัชชัย แพนอุชวัน 22-28, 29-34
 ธิติวัฒน์ ศรีประสาธน์ 98-102

น

นิธิพัฒน์ เจียรกุล 47-56

บ

บุญเชิด กลัดพ่วง 1-10

ป

ปรภัสร์ อึ้งขจรกุล 64-77

ผ

ผลีน กมลวัฒน์ 1-10

พ

พีระพัชร ไทยสยาม 35-45

ภ

ภคณัฐ พรหมเคี่ยมอ่อน 78-86
 ภาดภูมิ เขยชีพ 72-77, 78-86

ร

รำไพ รอยเวียงคำ 87-97

ว

วรรณเพ็ญ จิตต์วิวัฒน์ 87-97
 วัชรภรณ์ บุตรขำ 116-124

ศ

ศุภฤกษ์ ดิษยบุตร (Supparearg Disayabutr) 103-111

ส

สุวัฒน์ ตั้งจิตยงสิวะ 112-115, 116-124
 สมศรี เจริญพิชิตนันท์ 87-97
 สิมภาพร พรหมสาร 116-124

อ

อริวัฒน์ ไตรพิพิธสิริวัฒน์ 11-21
 เอื้อมพร คชลัย 29-34, 72-77, 78-86
 อนันต์ วัฒนธรรม 64-71

ข้อแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ

วารสารโรค โรคทรวงอกและเวชบำบัดวิกฤต ยินดีรับพิจารณาตีพิมพ์ต้นฉบับ รายงานวิจัย รายงานผู้ป่วย ทบทวนวารสาร และงานเขียนวิชาการในลักษณะอื่นๆ ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษเพื่อตีพิมพ์และเผยแพร่ความรู้ ทั้งนี้ด้วยวัตถุประสงค์ที่จะส่งเสริมความก้าวหน้าความร่วมมือทางวิชาการของบรรดาแพทย์และบุคลากรทางสาธารณสุขที่มีความสนใจในสาขาวิชานี้

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวและเพื่อความสะดวกรวดเร็วในการตีพิมพ์บทความของท่าน คณะบรรณาธิการขอเรียนแนะนำ การเตรียมต้นฉบับสำหรับวารสารโรค โรคทรวงอกและเวชบำบัดวิกฤต ดังนี้

1. รูปแบบของต้นฉบับ โปรดสละเวลาพลัดดูการจัดรูปแบบกระดาษจากบทความต่างๆ ที่ตีพิมพ์อยู่ในวารสารฉบับนี้และกรุณาถือเป็นตัวแบบในการพิมพ์ต้นฉบับของท่าน (โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหน้าแรกของบทความทุกประเภท ซึ่งวารสารโรค โรคทรวงอกและเวชบำบัดวิกฤต ต้องการรักษาไว้ซึ่งลักษณะเฉพาะบางประการเกี่ยวกับรูปแบบการเรียงพิมพ์ชื่อเรื่อง บทความ ชื่อผู้พิมพ์ วุฒิของผู้พิมพ์ สถาบันในสังกัดของผู้พิมพ์และบทคัดย่อ) สำหรับกระดาษพิมพ์ที่ดีอาจเป็นกระดาษพิมพ์สีหรือยาวก็ได้ โดยควรพิมพ์หน้าเดียว และควรมีความยาวไม่เกิน 10 หน้ากระดาษพิมพ์

2. องค์ประกอบของต้นฉบับ ต้นฉบับทุกประเภทควรประกอบด้วยส่วนต่างๆ เรียงลำดับดังนี้

2.1 ชื่อเรื่อง ควรให้สั้นและบ่งบอกถึงขอบเขตของเนื้อเรื่องได้ชัดเจน ถ้าต้นฉบับเป็นผลงานที่ได้รับทุนสนับสนุนหรือเคยบรรยายในที่ประชุมวิชาการมาก่อน อาจใส่เครื่องหมายดอกจันกำกับที่อักษรตัวสุดท้ายของชื่อเรื่องนั้นๆ และให้แจ้งความเป็นมา ไว้ที่เชิงอรรถท้ายหน้ากระดาษแผ่นแรกของต้นฉบับ

2.2 ชื่อผู้พิมพ์ วุฒิ สถาบันในสังกัด ใส่ชื่อและสกุลของผู้พิมพ์ตามปกติพร้อมด้วยปริญญาหรือคุณวุฒิการศึกษาไม่เกิน 3 อักษร ในบรรทัดถัดไปให้ระบุชื่อหน่วยงานในสังกัดของผู้พิมพ์ ถ้าต้นฉบับเป็นผลงานของคณะบุคคลที่ไม่ได้อยู่ในสังกัดหน่วยงานเดียวกัน ให้ใส่เครื่องหมายดอกจันกำกับความแตกต่างไว้ที่อักษรของผู้ร่วมพิมพ์แต่ละคน แล้วจึงระบุหน่วยงานในสังกัดของบุคคลเหล่านั้นในบรรทัดถัดไป

2.3 บทคัดย่อ ต้นฉบับที่เป็นนิพนธ์ต้นฉบับและรายงานผู้ป่วยทุกประเภทจำเป็นต้องมีบทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ โดยให้พิมพ์คัดย่อภาษาไทยก่อน แล้วจึงตามด้วย Abstract

ในกรณีที่นิพนธ์ต้นฉบับหรือรายงานผู้ป่วยเป็นต้นฉบับภาษาไทย ไม่ต้องระบุชื่อผู้พิมพ์ ชื่อเรื่อง และสถาบันต้นสังกัดไว้ในบทคัดย่อภาษาไทย แต่ให้ระบุชื่อเหล่านั้นเป็นภาษาอังกฤษไว้ใน Abstract

ในกรณีที่นิพนธ์ต้นฉบับหรือรายงานผู้ป่วยเป็นต้นฉบับภาษาอังกฤษ ให้ระบุชื่อผู้พิมพ์ ชื่อเรื่อง และสถาบันในสังกัดไว้ในบทคัดย่อภาษาไทย แต่ไม่จำเป็นต้องระบุชื่อเหล่านั้นเป็นภาษาอังกฤษไว้ใน Abstract

สำหรับต้นฉบับในลักษณะอื่นๆ เช่น บทความพิเศษ บททบทวนวารสาร บททบทวนวรรณกรรม ฯลฯ ไม่จำเป็นต้องมีบทคัดย่อ

2.4 เนื้อเรื่อง ในกรณีของนิพนธ์ต้นฉบับควรมีขั้นตอนในการนำเสนอเนื้อเรื่องตามลำดับคือ บทนำ วัสดุและวิธีการ ผล วิจารณ์ สรุป สำหรับต้นฉบับประเภทอื่นๆ ผู้พิมพ์อาจพิจารณาจัดลำดับหัวข้อในการนำเสนอเนื้อเรื่องได้เองตามความเหมาะสม

สำหรับต้นฉบับทุกประเภทที่เป็นภาษาอังกฤษ ผู้พิมพ์ควรให้วามรอบคอบเป็นพิเศษกับการใช้หลักไวยากรณ์ และควรพิสูจน์อักษรทุกๆ ตัวในต้นฉบับ ก่อนที่จะส่งต้นฉบับนั้นไปให้คณะบรรณาธิการ

สำหรับต้นฉบับที่เป็นภาษาไทย ควรหลีกเลี่ยงการใช้ภาษาไทยปนภาษาต่างประเทศโดยไม่จำเป็น ศัพท์แพทย์ภาษาต่างประเทศที่มีบัญญัติเป็นภาษาไทยและใช้กันแพร่หลายแล้ว ขอให้พยายามใช้ภาษาไทย โดยอาจจะใส่ภาษาต่างประเทศไว้ในวงเล็บเมื่อใช้ครั้งแรก แต่ไม่จำเป็นต้องกล่าวถึงภาษาต่างประเทศอีกในการใช้ครั้งต่อไป

หากมีตาราง แผนภูมิ สไลด์ และรูปภาพ คำบรรยายตาราง แผนภูมิ และรูปภาพให้พิมพ์ไว้ด้านบนหรือด้านล่างของตาราง หรือแผนภูมิ หรือรูปภาพเหล่านั้น

2.5 กิตติกรรมประกาศ หากผู้พิมพ์ต้องการบันทึกคำกล่าวขอบคุณบุคคลหรือสถาบันใดไว้ในต้นฉบับก็อาจทำได้โดยขอให้ใช้ข้อความที่กะทัดรัดพอสมควร

2.6 เอกสารอ้างอิง ต้นฉบับทุกประเภทจะต้องอ้างอิงเอกสารที่ใช้ประกอบการเขียน (ยกเว้นบทความพิเศษและบทบรรณาธิการ) ถ้าข้อความในเนื้อเรื่องเอามาจากผู้แต่งคนใดคนหนึ่งโดยเฉพาะ ให้กำกับกับการอ้างอิงไว้ด้วยหมายเลขเรียงตามลำดับ โดยให้หมายเลขที่กำกับในรายชื่อเอกสารอ้างอิงตรงกันกับหมายเลขในเนื้อเรื่องด้วย

การอ้างอิงเอกสารให้ใช้ระบบแวนคูเวอร์ (Vancouver) และการย่อวารสารให้ใช้ตามดรรชนีเมดิคัส (Index Medicus) ตัวอย่างเช่น :-

2.6.1 การอ้างอิงหนังสือตำรา

ถ้าเป็นตำราของผู้มีพรณ์เดียวหรือหลายคน ให้ใส่ชื่อผู้มีพรณ์ทุกๆ คน เช่น

Crofton JW, Douglas AC. Respiratory diseases. 3rd ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1981.

ถ้าเป็นตำราประเภทรวบรวมบทความของผู้มีพรณ์หลายคน ให้ใส่ชื่อบรรณาธิการหรือคณะบรรณาธิการ เช่น

Weatherall DJ, Ledingham JGG, Warrell DA, editors. Oxford textbook of medicine. Oxford : Oxford University Press; 1983.

บัญญัติ ปริชญาณนท์, สมบุญ ผ่องอักษร (บรรณาธิการ). วัณโรค. พิมพ์ครั้งที่ 2. สมาคมปราบวัณโรคแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์อักษรสัมพันธ์; 2524.

ในกรณีที่อ้างอิงเฉพาะบทความใดบทความหนึ่งจากหนังสือตำราประเภทบทความ เช่น

Reynolds HY. Normal and defective respiratory host defenses. In : Pennington JE, editor. Respiratory infections. New York: New York Press: 1983. p.1-24.

ประพาฬ ยงใจยุทธ. โรคหืด. ใน: บัญญัติ ปริชญาณนท์ (บรรณาธิการ). โรคระบบการหายใจและวัณโรค. กรุงเทพฯ: โครงการตำรา-ศิริราช คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล; 2522. p. 212-44.

2.6.2 การอ้างอิงบทความในวารสาร

ถ้าเป็นบทความที่มีผู้มีพรณ์ไม่เกิน 6 คน ให้ใส่ชื่อผู้มีพรณ์ทุกๆ คน แต่ถ้าเกิน 6 คน ให้ใส่ชื่อเพียง 3 คนแรก เช่น

Douglas NJ, Calverley PMA, Leggett RJE, et al. Transient hypoxaemia during sleep in chronic bronchitis and emphysema. Lancet 1979; 1;1-4.

ประกิต วาทีสากรกิจ, ประไพ สุเทวี บุรี, พูนเกษม เจริญพันธ์, สุมาลี เกียรติบุญศรี, ศรีสุวรรณ บุรณรัชดา, การจัดบริการรักษาผู้ป่วยนอก. วารสารวัณโรคและโรคทรวงอก 2529; 7: 107-10.

ถ้าเป็นบทความหรือรายงานของหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่ง เช่น

College of General Practitioner. Chronic bronchitis in Great Britain. Br Med J 1961; 2: 973-99.

ศูนย์วัณโรคเขต 5 อุบลราชธานี. รายงานการให้ภูมิคุ้มกันโรคขั้นพื้นฐานปี 2520. วารสารโรคติดต่อ 2521; 4: 20-35.

2.6.3 การอ้างอิงเอกสารในลักษณะอื่นๆ

ถ้าเป็นต้นฉบับที่ยังไม่ได้พิมพ์เผยแพร่ แต่กำลังอยู่ในระหว่างตีพิมพ์ เช่น

Boysen PG, Block AJ, Wynne JW, et al. Nocturnal pulmonary hypertension in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Chest (in press).

สงคราม ทรัพย์เจริญ, ชัยเวช นุชประยูร, บัญญัติ ปริชญาณนท์. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อวัณโรคต้านยาปฏิชีวนะกับผลการรักษา. วารสารวัณโรค โรคทรวงอกและเวชบำบัดวิกฤต (กำลังตีพิมพ์).

ถ้าเป็นรายงานประจำปี หรือเอกสารเผยแพร่ความรู้ของหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่งซึ่งตีพิมพ์เป็นครั้งคราว เช่น National Center for Health Statistics. Acute condition-incidence and associated disability. United States July 1968—June 1969. Rockville, Maryland: National Center for Health Statistics, 1972. สมาคมปราบวัณโรคแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์และกระทรวงสาธารณสุข. รายงานการประชุมสมมนาวิชาการวัณโรคระดับชาติครั้งที่ 2 วันที่ 8-9 กรกฎาคม พ.ศ. 2528 ณ โรงแรมไฮแอทเซ็นทรัลพลาซา, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ศิริสาร: 2530.

ในกรณีที่เป็นรายงานการอภิปราย หรือสมมนาวิชาการ ซึ่งตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสาร เช่น

CIBA symposium. Terminology, definition, and classification of chronic pulmonary emphysema and related conditions. Thorax 1959; 14:286-99.

3. การส่งต้นฉบับ เมื่อต้นฉบับของท่านพิมพ์เสร็จสมบูรณ์ตามหลักเกณฑ์ที่แนะนำไว้ในข้อ 1 และข้อ 2 แล้ว กรุณาสละเวลาตรวจสอบรูปแบบและองค์ประกอบของต้นฉบับอีกครั้งพร้อมกับพิสูจน์อักษรด้วยตนเองให้ละเอียดที่สุด แล้วจึงส่งต้นฉบับพิมพ์จำนวน 2 ชุด พร้อมกรอกแบบฟอร์มการส่งต้นฉบับ (ท้ายเล่ม) และแผ่น Diskette มาให้คณะบรรณาธิการ โดยเจ้าหน้าที่ของดังนี้

บรรณาธิการวารสารวัณโรค โรคทรวงอกและเวชบำบัดวิกฤต
สาขาวิชาโรคระบบการหายใจและวัณโรค

ตึกอักษฎาฯ ชั้น 2

โรงพยาบาลศิริราช

ถนนพหลโยธิน แขวงบางกอกน้อย

กรุงเทพฯ 10700

หรือ ส่งไฟล์ต้นฉบับมาที่ e-mail : tasneeya@gmail.com

4. การพิสูจน์อักษรในกระบวนการเรียงพิมพ์ เมื่อ
คณะบรรณาธิการได้รับต้นฉบับของท่านแล้วพิจารณาเห็นว่า
ไม่มีสิ่งใดขาดตกบกพร่อง ก็จะส่งให้ผู้มีคุณวุฒิ 2 ท่าน เป็น
ผู้ทบทวนบทความก่อนจะเร่งดำเนินการตีพิมพ์ออกเผยแพร่และจะ

มีหนังสือแจ้งให้เจ้าของต้นฉบับได้รับทราบ การเรียงพิมพ์และการ
พิสูจน์อักษรโดยเจ้าหน้าที่ของวารสารฯ ในขั้นตอนนี้จะถือเอาต้นฉบับ
พิมพ์ของท่านเป็นเกณฑ์ ท่านจะแก้ไขเพิ่มเติมข้อความใดๆ เข้าไปอีก
ไม่ได้ เพราะการทำเช่นนั้นจะก่อให้เกิดความยุ่งยากในกระบวนการ
ผลิตหลายประการ อีกทั้งจะทำให้สิ้นเปลืองเวลา-วัสดุ-ค่าจ้างในการ
พิมพ์มากขึ้น

ในกรณีที่ท่านต้องการพิสูจน์อักษรในขั้นตอนนี้ด้วยตนเอง
โปรดแจ้งความจำนงค์ล่วงหน้าไว้ในต้นฉบับพิมพ์หรือในจดหมายที่แนบ
มากับต้นฉบับพิมพ์ด้วย

5. สำเนาพิมพ์ ผู้นิพนธ์สามารถดาวน์โหลดสำเนาพิมพ์
(reprint) ได้ที่เว็บไซต์ <http://www.thaichest.org>

“จัดเตรียมต้นฉบับให้เรียบร้อยสมบูรณ์ เพื่อประโยชน์ของวารสารและบทความของท่านเอง”

กิตติกรรมประกาศ ผู้กอบกวนบทความ

คณะบรรณาธิการวารสารวัณโรค โรคทรวงอกและเวชบำบัดวิกฤต ขอขอบคุณผู้มีรายนามดังต่อไปนี้
ที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าในการทบทวนและประเมินบทความ เพื่อพิจารณารับไว้ตีพิมพ์ในวารสารวัณโรค
โรคทรวงอกและเวชบำบัดวิกฤต สำหรับวารสารฉบับปีที่ 40 มกราคม-ธันวาคม 2564

พญ.กัลยา ปัญจพรผล

นพ.ศุภฤกษ์ ติษยบุตร

นพ.মনะพล กุลปราณีต

นพ.สันติ สิลัยรัตน์



แบบฟอร์มการส่งต้นฉบับเพื่อรับการพิจารณาตีพิมพ์ใน
วารสารวัณโรค โรคทรวงอกและเวชบำบัดวิกฤต

ชื่อ-นามสกุล วันที่

สถานที่ติดต่อ
.....

หมายเลขโทรศัพท์ มือถือ E-mail

บทความเรื่อง ไทย
.....
อังกฤษ
.....

ประเภทของบทความ ☐ นวัตกรรมต้นฉบับ (original article) ☐ บททบทวนวารสาร (review article)
☐ รายงาน (report) ☐ จัดหมายถึงบรรณาธิการ (letters to the editor)
☐ อื่นๆ

	ชื่อผู้พิมพ์	วุฒิ (ย่อ)	สถานที่ทำงาน
1.	ไทย	ไทย	ไทย
	อังกฤษ	อังกฤษ	อังกฤษ
2.	ไทย	ไทย	ไทย
	อังกฤษ	อังกฤษ	อังกฤษ
3.	ไทย	ไทย	ไทย
	อังกฤษ	อังกฤษ	อังกฤษ
4.	ไทย	ไทย	ไทย
	อังกฤษ	อังกฤษ	อังกฤษ
5.	ไทย	ไทย	ไทย
	อังกฤษ	อังกฤษ	อังกฤษ
6.	ไทย	ไทย	ไทย
	อังกฤษ	อังกฤษ	อังกฤษ

(กรุณาพิมพ์เพิ่มเติมหากมีผู้ร่วมพิมพ์มากกว่า 6 ท่าน)

รายการทบทวนก่อนส่งต้นฉบับ

- ☐ มีบทคัดย่อ (สำหรับนวัตกรรมต้นฉบับ) ทั้งภาษาไทยและอังกฤษ ☐ ตารางหรือรูปหากมีเจ้าของได้ขออนุญาตหรืออ้างถึงแหล่งที่มา
- ☐ ใช้ font Cordia New ขนาด 16 ☐ เอกสารอ้างอิงใช้ระบบแนวคูเวอร์
- ☐ ความยาวไม่เกิน 10 หน้ากระดาษ A4 (single space) ☐ แนบสำเนาเอกสารรับรองการทำวิจัยในคน (ถ้ามี)
- ☐ ตารางและรูปมีคำอธิบายครบถ้วน ☐ แนบไฟล์ต้นฉบับหรือส่งทาง e-mail

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าผู้ร่วมพิมพ์มีรายนามข้างต้นยินดีที่จะส่งบทความเพื่อรับการพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารวัณโรค โรคทรวงอกและเวชบำบัดวิกฤต และบทความฉบับนี้ไม่เคยลงตีพิมพ์หรืออยู่ในระหว่างการพิจารณาเพื่อลงตีพิมพ์ในวารสารฉบับอื่น

(.....)

ผู้ส่งบทความ



ดวงตราผนึกต่อต้านวัณโรค 2562



ปิดจดหมายเพื่อการกุศล ไม่มีมูลค่าส่งทางไปรษณีย์
โปรดนำส่วนบนนี้ **สีส้ม** ไปรับบริการเอกซเรย์ปอดฟรี ที่สมาคมปราบวัณโรคแห่งประเทศไทยฯ
1281 ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กทม.10400 โทร. 0-2279-1354 แฟกซ์ 0-2271-1547

ประเทศไทย 2562 Thailand 2019 Phang-Nga-Similan National Park อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะลิบง จ.พังงา ช่วยต่อต้านวัณโรค HELP FIGHT TB.	ประเทศไทย 2562 Thailand 2019 Krabi-Poda Island เกาะปอดะ จ.กระบี่ ช่วยต่อต้านวัณโรค HELP FIGHT TB.	ประเทศไทย 2562 Thailand 2019 Krabi-Ko Phi Phi เกาะพีพี จ.ภูเก็ต ช่วยต่อต้านวัณโรค HELP FIGHT TB.	ประเทศไทย 2562 Thailand 2019 Ranong-Ko Phayam เกาะพยาม จ.ระนอง ช่วยต่อต้านวัณโรค HELP FIGHT TB.
ประเทศไทย 2562 Thailand 2019 Surat Thani-Ko Nang Yuan เกาะนางยวน จ.สุราษฎร์ธานี ช่วยต่อต้านวัณโรค HELP FIGHT TB.	† หมู่เกาะในประเทศไทย † ISLANDS IN THAILAND “IT’S TIME TO ZERO TB” “ถึงเวลา ยุติปัญหาวัณโรค” ได้รับความเอื้อเฟื้อจาก การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย		ประเทศไทย 2562 Thailand 2019 Trang-Ko Lao Liang เกาะเหลาเหลียง จ.ตรัง ช่วยต่อต้านวัณโรค HELP FIGHT TB.
ประเทศไทย 2562 Thailand 2019 Krabi-Rai Le Beach หาดไร่เลย์ จ.กระบี่ ช่วยต่อต้านวัณโรค HELP FIGHT TB.	ประเทศไทย 2562 Thailand 2019 Phang-Nga-Similan Islands-Ko 8 เกาะแปด จ.พังงา ช่วยต่อต้านวัณโรค HELP FIGHT TB.	ประเทศไทย 2562 Thailand 2019 Satun-Ko Lipe เกาะหลีเป๊ะ จ.สตูล ช่วยต่อต้านวัณโรค HELP FIGHT TB.	ประเทศไทย 2562 Thailand 2019 Phang Nga-Similan Islands-Ko Tachai เกาะตาชัย จ.พังงา ช่วยต่อต้านวัณโรค HELP FIGHT TB.

โปรดซื้อดวงตราผนึกช่วยผู้ป่วยวัณโรคที่ขาดสน

ผู้จัดพิมพ์ : สมาคมปราบวัณโรคแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

Issued by : The Anti-Tuberculosis Association of Thailand under The Royal Patronage of H.M. The King
1281 Paholyothin Rd., Bangkok 10400, THAILAND