



abnormality without symptoms in the respiratory system. Such test is useful for workers' health surveillance and the control measures monitoring. This literature review illustrates the statistical data of occupational respiratory disease in Thailand, such as asbestosis, silicosis and occupational asthma, is low when compared to the number of workers in the industrial sectors. This might result from an insufficiency of recommendations or guidelines for the Pulmonary Function Test interpretation for long-term respiratory problems surveillance. The purpose of this literature is to review the recommended guidelines which are able to detect a significant reduction of the pulmonary function test and this is might useful for Thailand to apply this guideline to surveillance the workers who exposed to respiratory health hazards.

**Correspondence:** Viritphon Kasemsuk

E-mail: bankkasamsuk@gmail.com

### คำสำคัญ

การแปลผลสมรรถภาพปอด, สไปโรเมตรี,  
การเฝ้าระวังสุขภาพ, อาชีวอนามัย

### Keywords

Interpretation of pulmonary lung function test, spirometry,  
health surveillance, occupational health

### บทนำ

ในงานด้านอาชีวอนามัยนั้นเป็นที่ทราบกันดีแล้วว่าการสัมผัสปัจจัยเสี่ยงบางอย่างในการทำงานสามารถส่งผลให้สมรรถภาพปอดลดลงได้อย่างรวดเร็วและทำให้เกิดโรคหลอดลมอุดกั้นเรื้อรังตามมาได้<sup>(1)</sup> จากสถิติโรคปอดจากประกอบอาชีพของประเทศอังกฤษในปี พ.ศ. 2563 พบว่ามีรายงานจำนวนผู้ป่วยรายใหม่ของโรคทางระบบทางเดินหายใจที่เกิดจากการสัมผัสสิ่งคุกคามทางสุขภาพในที่ทำงานอยู่ที่ 17,000 คนต่อปี และมีจำนวนผู้ที่เสียชีวิตจากโรคทางระบบทางเดินหายใจที่เคยมีประวัติการสัมผัสกับสิ่งคุกคามทางสุขภาพในที่ทำงาน 12,000 คนต่อปี โดยมีสาเหตุหลักของการเสียชีวิตคือโรคหลอดลมอุดกั้นเรื้อรังที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสกับสิ่งคุกคามทางสุขภาพในที่ทำงานสูงถึงร้อยละ 33 ของจำนวนผู้ที่เสียชีวิตทั้งหมด<sup>(2)</sup> ทั้งนี้แนวโน้มในปัจจุบันพบว่าประเทศแถบยุโรปมีอุบัติการณ์ของโรคทางระบบทางเดินหายใจจากทำงานในกลุ่มของโรคที่เกิดจากการทำงานลดลงอยู่ที่ 2-5 รายต่อประชากรหนึ่งแสนคน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 15-20 ของผู้ป่วยโรคหืดทั้งหมด<sup>(3)</sup> ซึ่งในจากลักษณะการทำงานที่ต้องสัมผัสกับสิ่งคุกคามทางสุขภาพที่ส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจนั้นสามารถทำให้ค่าสมรรถภาพ

ปอดลดลงได้ถึงประมาณ 50-90 มิลลิตรต่อปี ซึ่งจะส่งผลให้เพิ่มโอกาสการเกิดโรคและเสียชีวิตจากโรคหลอดลมอุดกั้นเรื้อรัง โรคทางระบบหลอดเลือดและไหลเวียนโลหิตรวมถึงเพิ่มโอกาสการเจ็บป่วยจากโรคอื่นๆ มากขึ้นตามมาได้อีกในอนาคต<sup>(4)</sup> จากรายงานประจำปีของกองทุนเงินทดแทนในปี พ.ศ. 2561 ของประเทศไทย พบว่ามีสถิติจำนวนผู้เข้ารับการตรวจเพื่อวินิจฉัยโรคในกลุ่มของโรคทางระบบทางเดินหายใจจากการทำงาน เช่น โรคระบบทางเดินหายใจจากที่เกิดจากโรคจากแอสเบสตอส (ใยหิน) โรคจากฝุ่นซิลิกา และโรคหืดจากการทำงานทั้งสิ้นจำนวน 468 ราย และได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคทางระบบทางเดินหายใจจากการทำงานทั้งหมด 12 ราย ซึ่งลูกจ้างที่ทำงานในสถานประกอบกิจการ มีโอกาสสัมผัสกับสิ่งคุกคามทางสุขภาพที่มีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจต่างๆ เช่น สารเคมีที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง (High molecular weight) ได้แก่ แป้งสาลีสำหรับทำขนมปัง ในอุตสาหกรรมอาหารและยางจากธรรมชาติในอุตสาหกรรมแปรรูปยาง เป็นต้น และสารเคมีที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ (Low molecular weight) ได้แก่ สารเคมีในกลุ่มไดไอโซไซยาเนต (diisocyanate) เช่น โพลียูรีเทน (polyurethane) ในอุตสาหกรรมพลาสติกและผลิตสารเคมี เป็นต้น<sup>(5-6)</sup>

นอกจากนี้ยังพบได้ในอุตสาหกรรมอื่นอีกเช่น อุตสาหกรรมสิ่งทอ ที่คนทำงานต้องสัมผัสกับฝุ่นฝ้ายหรือสารอินทรีย์ที่ใช้ในการย้อมสีซึ่งสามารถทำให้เกิดโรคหืดหรือหลอดลมอุดกั้นเรื้อรังตามมา<sup>(7)</sup> และส่งผลให้ค่าสมรรถภาพปอดของลูกจ้างสามารถลดลงอย่างรวดเร็วได้ในระยะเวลาอันสั้น<sup>(8)</sup> ในงานด้านอาชีพอนามัยนั้นการตรวจสมรรถภาพปอดเป็นจึงส่วนหนึ่งของการตรวจสุขภาพตามปัจจัยเสี่ยงเพื่อเฝ้าระวังสุขภาพสำหรับผู้ที่ทำงานสัมผัสสิ่งคุกคามที่มีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจคัดกรองหาความผิดปกติของโรคทางระบบทางเดินหายใจได้ตั้งแต่ระยะแรกเริ่มโดยที่ยังไม่มีอาการผิดปกติ ซึ่ง สไปโรเมตรี (Spirometry) ก็เป็นวิธีหนึ่งที่ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการตรวจสมรรถภาพปอดในงานอาชีพอนามัย<sup>(9)</sup> การทบทวนครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนงานวิจัยและวิชาการที่เกี่ยวกับการแปลผลค่าสมรรถภาพปอดเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวในงานอาชีพอนามัยที่ทำให้สามารถตรวจพบการลดลงของค่าสมรรถภาพปอดที่มีนัยสำคัญได้ตั้งแต่ในระยะเริ่มแรกซึ่งส่งผลต่อการเฝ้าระวังผลกระทบต่อภาวะสุขภาพให้กับลูกจ้างที่ทำงานสัมผัสกับสิ่งคุกคามทางสุขภาพที่ส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจในประเทศไทย

## วัตถุประสงค์และวิธีการศึกษา

บทความนี้เป็นการศึกษาดำเนินการทบทวนงานวิจัยและวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสมรรถภาพปอดและการแปลผลค่าสมรรถภาพปอดเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวในงานอาชีพอนามัย ที่ได้ทำการอ้างอิงและสืบค้นจากฐานข้อมูล(database) ของ Scopus, Pubmed และวิทยาลัยอาชีพเวชศาสตร์และเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม ประเทศสหรัฐอเมริกา (American college of occupational and environmental medicine; ACO-EM) โดยใช้คำสำคัญ(keyword)ในการสืบค้นว่า “Interpretation of pulmonary lung function test”, “Longitudinal assessment of spirometry” และ “Spirometry in occupational health setting” เกณฑ์การคัดเข้า

ของบทความ(inclusion criteria) ที่นำมาศึกษาครั้งนี้ต้องเป็นงานวิจัยหรือบทความทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์ระหว่างปี 2005 ถึงปี 2020 จากฐานข้อมูลดังกล่าวข้างต้น โดยที่จะต้องสามารถสืบค้นและเข้าถึงเอกสารฉบับสมบูรณ์ของทั้งชื่อเรื่องและบทคัดย่อของงานวิจัยหรือบทความทางวิชาการนั้นได้

## ผลการศึกษา

จากการทบทวนงานวิจัยและวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสมรรถภาพปอดและการแปลผลค่าสมรรถภาพปอดเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวในงานอาชีพอนามัยจากหน่วยงานทั้งภายในประเทศและต่างประเทศได้สาระสำคัญที่เป็นประโยชน์ต่อการตรวจสุขภาพปอดในงานอาชีพอนามัยดังต่อไปนี้

### 1. วิธีการแปลผลค่าสมรรถภาพปอดในงานอาชีพอนามัย

สไปโรเมตรี เป็นหนึ่งในวิธีพื้นฐานในการตรวจติดตามการติดตามสมรรถภาพปอดในงานอาชีพอนามัยที่ได้รับความนิยมใช้มากที่สุด<sup>(10)</sup> โดยจะทำการตรวจสมรรถภาพปอดโดยการวัดปริมาตรของอากาศที่หายใจเข้าและออกจากปอด รายงานผลออกมาเป็นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและเวลาเรียกว่า สไปโรแกรม(Spirogram) ในการตรวจสไปโรเมตรีเพื่อติดตามภาวะทางสุขภาพนั้นมีจุดประสงค์เพื่อที่จะทำการคัดกรองและเฝ้าระวังภาวะทางสุขภาพของลูกจ้างในสถานประกอบกิจการที่มีสภาพแวดล้อมในการทำงานที่มีความเสี่ยงต่อผลกระทบต่อสุขภาพของระบบทางเดินหายใจ เพื่อที่จะสามารถตรวจคัดกรองโรคทางระบบทางเดินหายใจได้ตั้งแต่ในระยะแรกเริ่มหรือตั้งแต่ยังไม่มีการแสดงที่ผิดปกติ<sup>(11-12)</sup> ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แนวปฏิบัติการตรวจสุขภาพตามปัจจัยเสี่ยงด้านเคมีและกายภาพจากการประกอบอาชีพในสถานประกอบกิจการ ปี พ.ศ. 2555 นั้น ได้กำหนดค่าที่ต้องทำการตรวจวัดได้จากการทดสอบสมรรถภาพปอดนั้นจะต้องประกอบไปด้วย 5 ค่าได้แก่ ค่าความจุปอดสูงสุด (force vital

capacity, FVC), ค่าปริมาตรอากาศสูงสุดในวันแรกที่แรก (forced expiratory volume in one second, FEV<sub>1</sub>), ค่าปริมาตรอากาศในวันแรกที่แรกต่อความจุปอดสูงสุด (FEV<sub>1</sub>/FVC), ค่าเฉลี่ยอัตราการเป่าในช่วงความจุ 25% ถึง 75% ของความจุปอดสูงสุด (force expiratory flow at 25%–

75%,FEF25–75%) และอัตราการไหลของอากาศสูงสุดจากการหายใจออก (peak expiratory flow, PEF) ซึ่งค่าสไปโรเมตรีที่วัดได้มาทั้งหมดข้างต้นนั้นสามารถนำไปใช้วิเคราะห์และแปลผลออกมาได้หลากหลายวิธีตามแต่ละจุดประสงค์ ดังตัวอย่างในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อบ่งชี้ในการตรวจสไปโรเมตรี<sup>(13)</sup>

### ข้อบ่งชี้

#### การวินิจฉัยโรค

- เพื่อตรวจหาอาการผิดปกติ หรืออาการแสดงของโรค รวมถึงความผิดปกติทางห้องปฏิบัติการอื่น ๆ
- เพื่อคัดกรองหาความผิดปกติของโรคทางระบบทางเดินหายใจ
- เพื่อตรวจหาลักษณะความผิดปกติทางสรีรวิทยาของระบบทางเดินหายใจ
- เพื่อดูพยากรณ์ของโรค
- เพื่อดูความพร้อมของผู้ป่วยก่อนเข้าผ่าตัด

#### การติดตามการรักษาหรือการดำเนินของโรค

- เพื่อการตรวจติดตามผลการรักษาของผู้เข้ารับการรักษา
- เพื่อการติดตามอาการเพื่อดูการดำเนินไปของโรค
- เพื่อการติดตามผลกระทบต่อสมรรถภาพปอดในผู้ที่สัมผัสปัจจัยเสี่ยงทางสุขภาพ เพื่อดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงและเฝ้าระวังสุขภาพ

#### การประเมินความทุพพลภาพ

- เพื่อประเมินในการทำการฟื้นฟูสมรรถภาพทางร่างกาย
- เพื่อใช้ในการประเมินการสูญเสียสมรรถภาพทางระบบทางเดินหายใจ

#### จุดประสงค์อื่น ๆ

- เพื่อทำการวิจัยและการทดลองทางคลินิก
- เพื่อศึกษาทางระบาดวิทยา
- เพื่อตรวจสุขภาพก่อนเข้าทำงานที่สัมผัสปัจจัยเสี่ยงทางระบบทางเดินหายใจ

ที่มา : Graham BL, Steenbruggen I, Miller MR, Barjaktarevic IZ, Cooper BG, Hall GL, et al. Am J Respir Crit Care Med. 2019;200(8):e70–88.

การตรวจสไปโรเมตรีในงานอาชีวอนามัยนั้นมีจุดประสงค์หลักในคัดกรองความผิดปกติของสมรรถภาพปอดและเฝ้าระวังติดตามค่าสมรรถภาพปอดที่มีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญได้ตั้งแต่มิมีอาการแสดงของโรค เพื่อประโยชน์ในการจัดทำมาตรการควบคุมความเสี่ยงในสถานประกอบกิจการในการลดผลกระทบทางสุขภาพและป้องกันโรคระบบทางเดินหายใจจากการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยในงานอาชีวอนามัยของประเทศไทยขณะนี้ได้มีการใช้แนวทางการแปลผลสมรรถภาพอยู่ 3 แนวทาง ดังนี้<sup>(14)</sup>

1) Specified ratio หรือ Fixed ratio เป็นวิธีดั้งเดิมที่หลักการคือการนำค่าสไปโรเมตรีที่ได้มาทำการเปรียบเทียบกับค่าคาดคะเน (Predicted) ที่ได้มาจากสมการอ้างอิงของค่ามาตรฐานจากกลุ่มประชากรที่ไม่สูบบุหรี่ โดยใช้ปัจจัยของ เชื้อชาติ อายุ ส่วนสูง และเพศ ที่เป็นกลุ่มเดียวกัน โดยจะคำนวณค่าการตรวจที่ได้ออกมานั้นเป็นร้อยละเทียบกับค่าคาดคะเน (Percent of predicted value: %Predicted) และกำหนดจุดตัด (Cut-off) ของร้อยละของค่าคาดคะเนที่มีความผิดปกติไว้อ้างอิงตามแนวทางของสมาคมอุรเวชช์แห่งประเทศไทย<sup>(15)</sup>

หากค่าสไปโรเมตรีที่ตรวจได้นั้นมีค่าน้อยกว่าค่าคาดคะเนที่กำหนดไว้ ก็จะต้องถือว่าค่าสไปโรเมตรีที่นำมาพิจารณานั้นมีค่าผิดปกติ

2) Lower limit of normal (LLN) หรือ 5<sup>th</sup> percentile criteria เป็นแนวที่ทางวิทยาลัยอาชีวเวชศาสตร์และเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม ประเทศสหรัฐอเมริกา (American college of occupational and environmental medicine; ACOEM)<sup>(16)</sup> และสำนักงานบริหารความปลอดภัย และอาชีวอนามัย ประเทศสหรัฐอเมริกา (Occupational Safety and Health Administration: OSHA)<sup>(17)</sup> แนะนำให้ใช้ในการแปลผลเพื่อตรวจหาความผิดปกติของค่าสไปโรเมตรีของลูกจ้าง โดยอ้างอิงหลักการของสถิติจากค่าสมรรถภาพปอดของกลุ่มประชากรที่ไม่สูบบุหรี่

ตารางที่ 2 ชนิดของความผิดปกติและเกณฑ์ที่ใช้ในการแปลผลการตรวจสมรรถภาพปอด<sup>(15)</sup>

ความผิดปกติ	วิธี Lower limit of normal range (LLN) หรือ 5 <sup>th</sup> percentile criteria	วิธี Specified ratio หรือ Fixed ratio
Obstruction	FEV <sub>1</sub> /FVC < 5 <sup>th</sup> percentile of pred.*	FEV <sub>1</sub> /FVC < 75% (< 70% ในผู้ที่มีอายุมาก)
Restriction	TLC < 5 <sup>th</sup> percentile of pred.	FVC < 80% pred.**
Mixed defect	FEV <sub>1</sub> /FVC และ TLC < 5 <sup>th</sup> percentile of pred.	FEV <sub>1</sub> /FVC < 75% (< 70%) และ FVC < 80% pred.

หมายเหตุ \* < 5<sup>th</sup> percentile of pred.(predicted) หรือ lower limit of normal (LLN)

\*\* การตรวจสไปโรเมตรีพบ FVC ต่ำโดยที่ FEV<sub>1</sub>/FVC ปกติหรือสูงกว่าปกติ แสดงว่าค่า FVC ที่ต่ำน่าจะเป็นจากมี restriction แต่ควรยืนยันว่ามี restriction โดยการวัด TLC ถ้าสามารถทำได้

ที่มา : Thoracic Society of Thailand under Royal Patronage. Spirometry interpretation training book for authorities. Bangkok: Picture Prints; 2013.

**2. วิธีการแปลผลค่าสมรรถภาพปอดเพื่อดูความเปลี่ยนแปลงของในระยะยาว (Longitudinal interpretation)**

การแปลผลค่าสมรรถภาพปอดเพื่อดูความเปลี่ยนแปลงของในระยะยาว (Longitudinal interpretation) หรือ Longitudinal normal limit (LNL) ก็เป็นอีกหนึ่งแนวทางที่ ACOEM และ OSHA ได้แนะนำให้ใช้แปลผลเพื่อค้นหาความผิดปกติของการลดลงของสมรรถภาพปอดของลูกจ้างที่มีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อการเฝ้าระวังสุขภาพของ

หากถือว่ามี การกระจายตัวอย่างปกติแล้ว จะกำหนดให้ค่าสไปโรเมตรีที่อยู่ในช่วงของ 5 เปอร์เซ็นต์เซ็นไทล์ที่ต่ำสุดนั้นเป็นค่าที่ผิดปกติ โดยวิธีการแปลผลจะนำค่าสไปโรเมตรีของลูกจ้างได้นั้นมาเทียบกับค่าที่จุด 5 เปอร์เซ็นต์เซ็นไทล์ที่ต่ำสุดนี้หรือเรียกว่าค่าต่ำสุดของความผิดปกติ (Lower limit of normal: LLN) หากค่าสไปโรเมตรีที่ตรวจได้นั้นมีค่าน้อยกว่าค่า LLN ก็ถือว่าค่าสไปโรเมตรีที่นำมาพิจารณานั้นมีค่าผิดปกติ

โดยสามารถจำแนกชนิดของความผิดปกติและเกณฑ์ที่ใช้ในการแปลผลการตรวจสมรรถภาพปอดของทั้ง Specified ratio และ Lower limit of normal range (LLN) ได้ดังตัวอย่างในตารางที่ 2

ลูกจ้าง โดยหลักการของการแปลผลเพื่อดูความเปลี่ยนแปลงของค่าสมรรถภาพปอดในระยะยาวนั้นจะทำการแปลผลโดยการนำค่าสไปโรเมตรีพื้นฐาน (baseline) ของลูกจ้างที่ได้ทำการตรวจครั้งแรกตั้งแต่เริ่มเข้ามาทำงานในสถานประกอบกิจการมาใช้ในการเปรียบเทียบกับค่าสไปโรเมตรีที่ได้รับการตรวจในปัจจุบันเพื่อดูการเปลี่ยนแปลง<sup>(17)</sup> โดยจะคำนวณหาการลดลงของค่าสไปโรเมตรีนั้นว่ามีค่าการลดลงที่ผิดปกติอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ซึ่งแตกต่างจากวิธี Specified ratio หรือ Lower limit of normal range (LLN) ที่นำค่า

สมรรถภาพปอดของลูกจ้างเพียงครั้งปัจจุบันเพียงครั้งเดียวนั้น มาเทียบกับค่าคาดคะเน (Predicted value) หรือค่าอ้างอิงจากสถิติที่ได้มาจากกลุ่มประชากรนั้น ซึ่งทำให้วิธีการแปลผลเพื่อดูความเปลี่ยนแปลงของค่าการตรวจสไปโรเมตรีในระยะเวลาจึงมีประโยชน์อย่างยิ่งในการติดตามค่าสมรรถภาพปอดของลูกจ้างที่ต้องทำงานสัมผัสกับสิ่งคุกคามทางสุขภาพของระบบทางเดินหายใจ

วิธีการแปลผลค่าสมรรถภาพปอดเพื่อดูความเปลี่ยนแปลงของในระยะเวลาของงานอาชีวอนามัยนั้นมีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อคุณภาพของข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ เช่น คุณภาพของเครื่องตรวจสไปโรเมตรี เทคนิคการตรวจ ปัจจัยรบกวน (Confounding factor) อื่นๆ ได้แก่ ความถี่ในการตรวจและระยะเวลาในการตรวจติดตามผล (Length of follow up) ของลูกจ้างนั้นควรมีผลการตรวจติดตามทุก 1-2 ปี และมีชุดข้อมูลค่าสมรรถภาพอยู่อย่างน้อย 4-6 ปีขึ้นไป จึงจะมีความน่าเชื่อถือในการนำมาวิเคราะห์ผล มากกว่าการวิเคราะห์ชุดข้อมูลที่มีการตรวจติดตามในระยะเวลาสั้นๆ เช่น น้อยกว่า 2 ปี เป็นต้น<sup>(18)</sup> และปัจจัยส่วนบุคคล เช่น การสูบบุหรี่ ภาวะอ้วน และอายุที่มากขึ้น<sup>(19)</sup> ซึ่งโดยทั่วไป

วิธีที่ 1 สำหรับสมรรถภาพปอดของลูกจ้างที่มีค่าพื้นฐานของ FEV<sub>1</sub> หรือ FVC > 100% Prediction นั้นให้ทำการคำนวณการลดลงของ FEV<sub>1</sub> % Prediction หรือ FVC % Prediction จากการติดตามเทียบกับค่า baseline โดยใช้สูตรคำนวณคือ

$$\text{Longitudinal normal limit (LNL)} = \text{Baseline} \% \text{ Prediction} \times 0.85$$

โดยวิธีการที่ 1 เป็นวิธีที่สะดวกและรวดเร็วในการหาค่า LNL โดยคำนวณจากค่า 15% ของของสมรรถภาพปอดที่ยอมรับได้<sup>(22)</sup> FEV<sub>1</sub> % Prediction และ FVC % Prediction ของลูกจ้างแต่ละคน ซึ่งค่า LNL จะสามารถทำให้ตรวจพบการลดลงของสมรรถภาพปอด

แล้วค่า FEV<sub>1</sub> และ FVC จะเพิ่มขึ้นในระหว่างช่วงวัยเด็กจนมากที่สุดในช่วงอายุ 20-30 ปี จากนั้นจะเริ่มลดลงปีละ 20-30 มิลลิลิตร ในประชากรกลุ่มที่ไม่สูบบุหรี่ โดยทั่วไปในคนที่ไม่สูบบุหรี่ยังจะมีการลดลงของ FEV<sub>1</sub> ประมาณ 29 มิลลิลิตรต่อปีอยู่แล้ว<sup>(20)</sup> จึงจำเป็นต้องมีการนำข้อมูลทั้งหมดของปัจจัยเหล่านี้มาใช้ประกอบการวิเคราะห์ร่วมด้วยกับการแปลผลค่าสมรรถภาพปอดเพื่อดูความเปลี่ยนแปลงของในระยะเวลา

ในการแปลผลการตรวจสมรรถภาพปอดในระยะเวลาอันสามารถเลือกใช้ได้ทั้ง ค่า FEV<sub>1</sub> และ FVC แต่แนะนำให้เลือกใช้ค่า FEV<sub>1</sub> มากกว่า เนื่องจากมีปัจจัยที่มารบกวนคุณภาพค่าสไปโรเมตรีน้อยกว่าค่า FVC<sup>(8,18,21)</sup> ซึ่งในการแปลผลนั้นต้องทำการคำนวณหาค่า Longitudinal normal limit (LNL) ออกมาและนำมาเปรียบเทียบกับค่าสไปโรเมตรีของลูกจ้าง เมื่อทำการเปรียบเทียบแล้วพบว่าค่าสไปโรเมตรีนั้นมีค่าต่ำกว่า Longitudinal normal limit (LNL) จะแปลได้ว่าค่าสมรรถภาพปอดของลูกจ้างรายนั้นมีการลดลงอย่างผิดปกติและมีนัยสำคัญ ซึ่งวิธีการคำนวณหาค่า Longitudinal normal limit (LNL) นั้นมีอยู่ 2 แนวทางและมีรายละเอียดดังนี้

อย่างมีนัยสำคัญ แม้ว่าค่าสมรรถภาพปอดนั้นจะอยู่ในช่วงของค่าปกติ ในการแปลผลค่าสมรรถภาพปอดในปีถัดไปหลังจากนี้ต้องเทียบกับค่า baseline เดิมรวมถึงต้องใช้สูตรคำนวณวิธีที่ 1 ในการติดตามและแปลผลค่าสมรรถภาพปอด

วิธีที่ 2 สำหรับค่าสมรรถภาพปอดของลูกจ้างที่มีค่าพื้นฐานของ FEV<sub>1</sub> หรือ FVC < 100% Prediction นั้นให้ทำการคำนวณการลดลงของค่าที่วัดได้จริงของ FEV<sub>1</sub> หรือ FVC จากการติดตามเทียบกับค่า baseline

$$\text{Longitudinal normal limit (LNL)} = (0.85 \times \text{baseline ที่วัดได้จริง}) - (\text{Expected aging effect})$$

โดยวิธีการที่ 2 เป็นวิธีที่ ในการคำนวณหาค่า LNL สำหรับลูกจ้างที่มีค่าพื้นฐานของ FEV<sub>1</sub> หรือ FVC

<100%Pred การลดลงของค่าการตรวจสไปโรเมตรีที่ตามอายุ (Expected loss due to aging) สามารถทำได้โดย

$$\text{Expected aging effect} = \text{Baseline Predicted FEV}_1 \text{ or FVC} - \text{Follow-up Predicted FEV}_1 \text{ or FVC}$$

อย่างไรก็ตามในการเปรียบเทียบสมรรถภาพปอดในระยะยาวอาจต้องการวิธีการคำนวณเพียงหนึ่งวิธีสำหรับลูกจ้างทุกคน วิธีที่ 2 สามารถนำไปใช้กับลูกจ้างที่มี ค่าพื้นฐานของ FEV<sub>1</sub> หรือ FVC >100%Pred ได้เช่นกัน เพราะสามารถคำนวณค่า LNL ออกมาไม่แตกต่างกัน เพราะสามารถคำนวณค่า LNL ออกมาไม่แตกต่างจากวิธีที่ 1 ซึ่งในกรณีถ้าต้องเลือกหนึ่งวิธีเพื่อใช้คำนวณสมรรถภาพปอดของลูกจ้างทุกคน ACOEM แนะนำให้เลือกใช้วิธีที่ 2 ในกรณีที่พบว่ามีการลดลงของสมรรถภาพปอดอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับค่า LNL แล้วต้องทำการตรวจซ้ำเพื่อยืนยันผลของสมรรถภาพปอดถ้าตรวจพบว่ามี การลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ต้องทำการตรวจวินิจฉัยเพิ่มเติมเพื่อหาความผิดปกติทางการแพทย์ของลูกจ้างรายนั้น แม้ว่าค่าสมรรถภาพปอดจะอยู่ในช่วงของค่าปกติก็ตามและ ACOEM ได้แนะนำถ้ามีผลการตรวจติดตามสมรรถภาพปอด FEV<sub>1</sub> และ FVC อย่างน้อย 4 ถึง 6 ปีแล้ว สามารถนำมาคำนวณการเปลี่ยนแปลงเพื่อดูแนวโน้มการลดลงของสมรรถภาพปอดได้ ถ้าลดลงมากกว่า 90–100 มิลลิลิตร/ปี ถือว่าสมรรถภาพปอดของลูกจ้างรายนั้นมีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญแม้ว่าค่าสมรรถภาพปอดจะอยู่ในช่วงปกติก็ตาม<sup>(23)</sup>

ในประเทศไทยได้มีการศึกษาค่ามาตรฐานของสมรรถภาพปอดซึ่งแปรผันตามเชื้อชาติ เพศ อายุ และความสูง โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ได้จากการศึกษาวิจัย สำหรับประเทศไทยนั้น ในปัจจุบัน

ใช้ค่าคาดคะเนจากสมการ Siriraj equations ที่ได้จากการสำรวจในประชากรไทยที่สุ่มตัวอย่างทั่วประเทศ<sup>(24)</sup> อย่างไรก็ตาม ในปี พ.ศ. 2555 ได้มีความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญทั่วโลกในการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในประชากรหลากหลายเชื้อชาติ โดยนำข้อมูลของสมการ Siriraj equations รวมอยู่ด้วยและใช้กระบวนการทางสถิติสมัยใหม่ ทำให้ได้สมการที่มีความแม่นยำมากขึ้นในการคำนวณค่ามาตรฐานสมรรถภาพปอดสำหรับประชากรทั่วโลก เรียกว่า Global Lung Initiative (GLI)-2012<sup>(25-26)</sup> แต่เนื่องจากสมการนี้มีความซับซ้อนและยุ่งยากในการคำนวณจึงได้มีการพัฒนาโปรแกรม SpiroThai 3.0 ที่ช่วยให้สามารถคำนวณค่าคาดคะเนสมรรถภาพปอดในประเทศไทยได้สะดวกมากขึ้น ซึ่งสามารถคำนวณได้ทั้งจากสมการของ GLI-2012 และสมการ Siriraj equations ทำให้โปรแกรม SpiroThai 3.0 ถูกใช้เพื่ออ้างอิงค่าสมรรถภาพปอดของประชากรไทยในตัวอย่างการคำนวณดังต่อไปนี้ ตัวอย่าง วิธีการแปลผลเพื่อดูความเปลี่ยนแปลงของค่าการตรวจสไปโรเมตรีในระยะยาว

**ตัวอย่างที่ 1**

ตัวอย่างชุดข้อมูลผลการตรวจสมรรถภาพปอดของลูกจ้างชาย สุขภาพสมบูรณ์แข็งแรง เชื้อชาติไทย อายุ 30 ปี ส่วนสูง 175 เซนติเมตรโดยอ้างอิงจากข้อมูลโปรแกรม SpiroThai 3.0 และสมการ GLI-2012 มาคำนวณค่า FVC ได้เท่ากับ 4.66 ลิตร ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างชุดข้อมูลผลการตรวจสมรรถภาพปอดของลูกจ้างชาย

อายุ (ปี)	FVC (ลิตร)	FVC prediction (%)	Lower limit of traditional normal range (ลิตร)
30 (baseline)	4.89	105	3.687
31	4.80	103	3.683
32	4.24	91	3.680
33	4.38	93	3.676
34	3.96	85	3.660

ในลูกจ้างรายนี้ทำการทดสอบสมรรถภาพปอดครั้งแรกตอนอายุ 30 ปี จึงนำมาใช้เป็น baseline ในการคำนวณโดย FVC% prediction มีค่าเท่ากับ 105% จึงเลือกใช้วิธี Method 1 เนื่องจากค่า baseline>100%

Baseline %Prediction x 0.85=105 x 0.85 =89.25% Prediction จากการคำนวณจะได้ค่า Longitudinal normal limit (LNL) ของลูกจ้างรายนี้ คือ 89.25% ดังภาพที่ 1

**วิธีคำนวณ Method 1**

ภาพที่ 1 แสดงการลดลงของสมรรถภาพปอดในลูกจ้างชาย



จากภาพที่ 1 พบว่า ที่อายุ 34 ปี มีค่า FVC prediction เหลือเพียง 85% ซึ่งต่ำกว่า Longitudinal normal limit (LNL) ที่ได้จากคำนวณเท่ากับ 89.25% ซึ่งถือว่าพบการลดลงของสมรรถภาพอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในทางกลับกันถ้าหากใช้วิธีการแปลผลแบบ Lower limit of normal พบว่าตอนที่อายุ 34 ปีนั้นยังคงแปลผลออกมาว่าปกติทั้งที่มีการสูญเสียสมรรถภาพปอดไปแล้วมากกว่า 15% จากสมรรถภาพปอดแรกเริ่ม ตารางที่ 3 ตัวอย่างชุดข้อมูลผลการตรวจสมรรถภาพปอดของลูกจ้างหญิง

(baseline) เมื่อเข้าทำงาน

**ตัวอย่างที่ 2**

ตัวอย่างชุดข้อมูลผลการตรวจสมรรถภาพปอดของลูกจ้างหญิง สุขภาพสมบูรณ์แข็งแรง เชื้อชาติไทย อายุ 34 ปี ส่วนสูง 160 เซนติเมตรโดยอ้างอิงจากข้อมูลโปรแกรม Spirothai 3.0 และสมการ GLI-2012 ในการคำนวณค่า FEV<sub>1</sub> ได้เท่ากับ 2.69 ลิตร ดังตารางที่ 3

อายุ (ปี)	FEV <sub>1</sub> (ลิตร)	FEV <sub>1</sub> Prediction (ลิตร)	FEV <sub>1</sub> % Prediction (%)	Longitudinal Normal Limit (ลิตร)
34	2.59	2.69	96.28	2.20
35	2.32	2.68	83.95	2.19
36	2.20	2.66	82.70	2.17
37	2.14	2.64	80.30	2.15
38	2.10	2.62	78.24	2.13
39	2.00	2.60	76.92	2.11

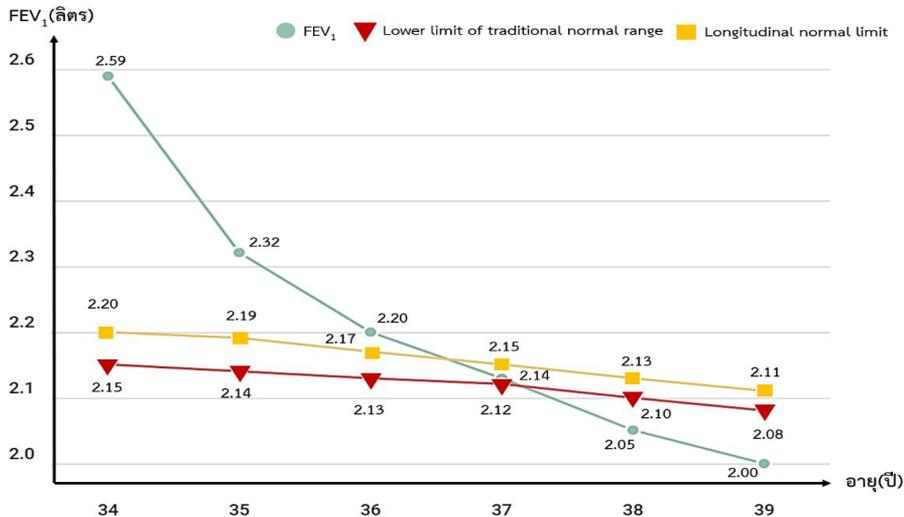
ในลูกจ้างรายนี้ทำการทดสอบสมรรถภาพปอด ครั้งแรกตอนอายุ 34 ปี จึงนำมาใช้เป็น baseline ในกรคำนวณโดย FEV<sub>1</sub> prediction มีค่าเท่ากับ 2.69 ลิตรหรือ

FEV<sub>1</sub>%prediction ที่ 96.28% จึงเลือกใช้วิธี Method 2 เนื่องจากค่าพื้นฐานของ FEV<sub>1</sub><100%

วิธีการคำนวณ Method 2

อายุ (ปี)	Baseline of normal limit	Expected aging effect	Longitudinal normal limit
	ที่อายุ 34 ปี	สูตรคำนวณ	สูตรคำนวณ
	สูตรคำนวณ	Baseline Predicted FEV <sub>1</sub> -Follow-up	Baseline normal limit-Expected aging effect
	0.85 x Baseline FEV <sub>1</sub> (ลิตร)	Predicted FEV <sub>1</sub> (ลิตร)	effect (ลิตร)
35		2.69-2.68=0.01 ลิตร	2.20-0.01=2.19 ลิตร
36		2.69-2.66=0.03 ลิตร	2.20-0.03=2.17 ลิตร
37	=0.85x2.59=2.20 ลิตร	2.69-2.64=0.05 ลิตร	2.20-0.05=2.15 ลิตร
38		2.69-2.62=0.07 ลิตร	2.20-0.07=2.13 ลิตร
39		2.69-2.60=0.09 ลิตร	2.20-0.09=2.11 ลิตร

ภาพที่ 2 แสดงการลดลงของสมรรถภาพปอดของลูกจ้างหญิง



จากภาพที่ 2 พบว่า ที่อายุ 37 ปี มีค่า FEV<sub>1</sub> เหลือ 2.14 ลิตร ซึ่งต่ำกว่า Longitudinal normal limit ที่ได้จากการคำนวณเท่ากับ 2.15 ซึ่งถือว่าพบการลดลงของสมรรถภาพอย่างมีนัยสำคัญแต่ในทางกลับกัน ถ้าหากใช้วิธีการแปลผลแบบ Lower limit of normal พบว่าตอนที่อายุ 37 ปีนั้นยังคงแปลผลออกมาว่าปกติ ทั้งที่มีการสูญเสียสมรรถภาพปอดไปแล้วจากสมรรถภาพปอดพื้นฐานเมื่อเริ่มเข้าทำงานที่ 2.59 ลิตร

วิจารณ์และสรุป

ในการทำงานที่ต้องสัมผัสกับปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อระบบทางเดินหายใจนั้น สามารถส่งผลให้สมรรถภาพปอดของลูกจ้างลดลงได้อย่างรวดเร็วภายในระยะเวลาอันสั้น การแปลผลค่าสมรรถภาพปอดในงานอาชีวอนามัยเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวจึงเป็นสิ่งสำคัญในการเฝ้าระวังสุขภาพ และมีประโยชน์อย่างยิ่งเนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถตรวจพบความผิดปกติของการลดลงของสมรรถภาพปอดได้อย่างรวดเร็ว

ตั้งแต่ก่อนที่จะเริ่มมีอาการผิดปกติทางระบบทางเดินหายใจ รวมถึงยังสามารถนำไปใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของมาตรการป้องกันของสถานประกอบการว่าการควบคุมและป้องกันการรับสัมผัสปัจจัยเสี่ยงนั้นเพียงพอหรือไม่ เพื่อนำข้อมูลของปัญหาที่ได้มานั้นไปใช้ในวิเคราะห์ และการวางแผนเพื่อลดผลกระทบต่อภาวะสุขภาพของลูกจ้างได้ในอนาคต แต่อย่างไรก็ตามวิธีนี้ก็ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของคุณภาพของชุดข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ เนื่องจากการทดสอบสมรรถภาพปอดนั้นมีปัจจัยหลายอย่างส่งผลต่อคุณภาพและความถูกต้องของค่าสไปโรเมตรีที่ได้ เช่น คุณภาพของเครื่องตรวจสไปโรเมตรี เทคนิคการตรวจ ระยะเวลาในการตรวจติดตาม เกณฑ์ในการประเมินคุณภาพของผลสไปโรเมตรี และการเตรียมตัวของลูกจ้างก่อนเข้ารับการตรวจ เป็นต้น ซึ่งผู้วิเคราะห์จะต้องนำมาปัจจัยเหล่านี้มาประกอบการพิจารณาในการเลือกชุดข้อมูลเพื่อให้ได้ชุดข้อมูลที่มีคุณภาพดีและเหมาะสมในการที่จะนำมาวิเคราะห์และแปลผล เพื่อผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลผลนั้นจะได้มีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

#### ข้อเสนอแนะ

ในการตรวจสุขภาพของลูกจ้างตามปัจจัยเสี่ยงเพื่อเฝ้าระวังสุขภาพทางระบบทางเดินหายใจที่สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพนั้นควรจะต้องประกอบด้วย การซักประวัติ การตรวจร่างกาย รวมไปถึงการตรวจสมรรถภาพปอด ซึ่งเป็นการตรวจสุขภาพตามปัจจัยเสี่ยงจากการทำงานที่สำคัญในการเฝ้าระวังผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจจากการทำงาน ซึ่งสามารถนำวิธีการแปลผลค่าสมรรถภาพปอดเพื่อดูความเปลี่ยนแปลงของในระยะยาวนี้ไปใช้ติดตามค่าสมรรถภาพปอดของลูกจ้างในสถานประกอบการ ที่ต้องทำงานสัมผัสกับสิ่งคุกคามทางสุขภาพของระบบทางเดินหายใจ และมีความเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบต่อสุขภาพได้โดยแนะนำให้ใช้ค่า FEV<sub>1</sub> ของลูกจ้างมากกว่าเนื่องจากมีปัจจัยที่มารบกวนคุณภาพค่าสไปโรเมตรีน้อยกว่าค่า FVC โดยระยะเวลาในการตรวจติดตามผลที่เหมาะสมควรมีผลการตรวจติดตามทุก 1-2 ปี และมีชุดข้อมูลค่าสมรรถภาพปอดอย่างน้อย 4-6 ปีขึ้นไป

จึงจะมีความน่าเชื่อถือในการนำมาวิเคราะห์ผล และควรนำค่าสมรรถภาพปอดที่ได้มานั้นไปใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบกันกับกลุ่มลูกจ้างที่ทำงานสัมผัสปัจจัยเสี่ยงเหมือนกัน (Similar exposure group: SEG) เพื่อหาความสัมพันธ์ของการลดลงของสมรรถภาพปอดว่าเกี่ยวข้องกับ การสัมผัสสิ่งคุกคามสุขภาพในสภาพแวดล้อมการทำงานหรือไม่ ซึ่งเป็นการเฝ้าระวังสุขภาพลูกจ้างที่สำคัญควบคู่ไปกับการเฝ้าระวังสิ่งคุกคาม และนำข้อมูลทั้งสองส่วนมาพิจารณาว่ามาตรการป้องกันความเสี่ยงที่มีอยู่เพียงพอหรือไม่ และจำเป็นต้องมีมาตรการเพิ่มเติมหรือไม่ อย่างไร เพื่อสุขภาพที่ดีของลูกจ้าง

#### เอกสารอ้างอิง

1. Omland Wrtz ET, Aasen TB, Blanc P, Brisman J, Miller MR, et al. Occupational chronic obstructive pulmonary disease: a systematic literature review. Scand J Work Environ Health. 2014 ;1:19-35.
2. Health and Safety Executive. Occupational Lung Disease statistics in Great Britain 2020 [Internet]. Annual statistic; 2020 [cited 2021 Jul 7]. Available from: <https://www.hse.gov.uk/statistics/causdis/respiratory-diseases.pdf>
3. Health and Safety Executive. Occupational Lung Disease statistics in Great Britain. Annual statistic. United Kingdom: Health and Safety Executive; 2021. p. 2-13.
4. De Matteis S, Heederik D, Burdorf A, Colosio C, Cullinan P, Henneberger PK, et al. Current and new challenges in occupational lung diseases. Eur Respir Rev. 2017;146:26.
5. Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, Crapo RO, Burgos F, Casaburi RE, et al. Interpretative strategies for lung function tests. Eur Respir j. 2005;26(5):948-68.
6. Meredith SK, Taylor VM, McDonald JC.

- Occupational respiratory disease in the United Kingdom 1989: a report to the British Thoracic Society and the Society of Occupational Medicine by the SWORD project group. *Int J Occup Environ Med.* 1991;48(5):292–7.
7. Meyer JD, Holt DL, Chen Y, Cherry NM, McDonald JC. SWORD'99: surveillance of work-related and occupational respiratory disease in the UK. *Occup med (Lond).* 2001;51(3):204–8.
  8. Lai PS, Christiani DC. Long term respiratory health effects in textile workers. *Current opinion in pulmonary medicine.* 2013;19(2):152.
  9. Redlich CA, Tarlo SM. Longitudinal assessment of lung function decline in the occupational setting. *Curr Opin Allergy Clin Immunol.* 2015;15(2):145–9.
  10. Lewis L, Fishwick D. Health surveillance for occupational respiratory disease. *Occup med (Lond).* 2013;63(5):322–34.
  11. Hayes D, Kraman SS. The physiologic basis of spirometry. *Respir Care.* 2009;54(12):1717–26.
  12. Wilken D, Baur X, Barbinova L, Preisser A, Meijer E, Rooyackers J, Heederik D. What are the benefits of medical screening and surveillance?. *Eur Respir Rev.* 2012;21(124):105–11.
  13. Szram J, Cullinan P. Medical surveillance for prevention of occupational asthma. *Curr Opin Allergy Clin Immunol.* 2013;13(2):138–44.
  14. Graham BL, Steenbruggen I, Miller MR, Barjaktarevic IZ, Cooper BG, Hall GL, et al. Standardization of spirometry 2019 update. An official American thoracic Society and European respiratory Society technical statement. *Am J Respir Crit Care Med.* 2019;200(8):e70–88.
  15. The Association of Occupational and Environmental Diseases of Thailand and Occupational and Environmental Medical Center, Nopparat Rajathanee Hospital. Guideline for standardization and interpretation of pulmonary function test by spirometry in occupational health setting 2014 version. Bangkok: Nopparat Rajathanee Hospital; 2014.
  16. Thoracic Society of Thailand under Royal Patronage. Spirometry interpretation training book for authorities. Bangkok: Thoracic Society of Thailand under Royal Patronage; 2013.
  17. Dreger M. Spirometry in Occupational Health—2020. *Journal of occupational and environmental medicine.* 2020;62(5):e208–30.
  18. Occupational Safety and Health Administration. Spirometry Testing in Occupational Health Programs. Best Practices for Healthcare Professionals. Osha 3637–03 2013. Washington, DC: OSHA; 2013.
  19. Townsend MC, Occupational and Environmental Lung Disorders Committee. Spirometry in the occupational health setting 2011 update. *Journal of occupational and environmental medicine.* 2011;53(5):569–84.
  20. Lee PN, Fry JS. Systematic review of the evidence relating FEV<sub>1</sub> decline to giving up smoking. *BMC Med.* 2010;8(1):1–29.
  21. Ryan G, Knuiman MW, Divitini ML, James A, Musk AW, Bartholomew HC. Decline in lung function and mortality: the Busselton Health Study. *J Epidemiol Community Health.* 1999;53(4):230–4.
  22. American Thoracic Society/European Respiratory Society. Interpretative strategies for lung function tests. *Eur Respir J.* 2005;26: 948–968.
  23. Quanjer PH, Stanojevic S, Cole TJ, et al.

- Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95-yr age range: the global lung function 2012 equations. *Eur Respir J*. 1982;40:419-25.
24. Townsend MC. Evaluating pulmonary function change over time in the occupational setting. *J Occup Environ Med*. 2005;47(12):1307-16.
25. Dejsomritrutai W, Nana A, Maranetra KN, Chuaychoo B, Maneechotesuwan K, Wongsurakiat P, et al. Reference spirometric values for healthy lifetime nonsmokers in Thailand. *J Med Assoc Thai*. 2000;83(5):457-66.
26. Quanjer PH, Stanojevic S, Cole TJ, et al. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95-yr age range: the global lung function 2012 equations. *Eur Respir J* 1982;40:419-25.
27. Dejsomritrutai W, Chuaychoo B. Impact of GLI-2012 Spirometric references and lower limit of normal on prevalence of COPD in older urban Thai persons. *J Med Assoc Thai* 2016;99:276-81.