

5

Office Lung Function Test

อรุณวรรณ พฤทธิพันธุ์

บันกาล ชี้อรรถ

การทดสอบสมรรถภาพปอดมีประโยชน์อย่างยิ่งในการดูแลผู้ป่วยที่มีปัญหาทางระบบหายใจ เป็นการทดสอบเพื่อประเมินความผิดปกติทางสรีรวิทยาของระบบหายใจ คล้ายคลึงกับการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ถูกนำมาใช้ประเมินพยาธิสภาพของหัวใจ แต่การทดสอบสมรรถภาพปอดอาจมีข้อจำกัดกว่าการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจตรงที่จะต้องอาศัยความร่วมมืออย่างมากจากผู้ถูกตรวจ ข้อมูลที่ได้มาอาจเปลี่ยนแปลงได้ง่าย จากระดับความร่วมมือของผู้ถูกตรวจ การทดสอบสมรรถภาพปอดจึงทำได้ยากกว่าและเสียเวลามากกว่าการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ โดยเฉพาะในเด็ก หากเด็กไม่ให้ความร่วมมือก็ไม่สามารถทำการทดสอบสมรรถภาพปอดได้ หรือหากเด็กให้ความร่วมมือแต่ทำได้ไม่เต็มที่ก็จะทำให้ข้อมูลที่ได้มามีค่าต่ำกว่าความเป็นจริง ในทางกลับกันถ้าเด็กให้ความร่วมมือดี ผู้ทดสอบมีความเข้าใจเด็ก มีเทคนิคในการขอความร่วมมือจากเด็ก ก็จะทำให้ได้ข้อมูลที่มีประโยชน์อย่างยิ่งในการช่วยวินิจฉัยแยกโรค, ตัดสินการรักษา และดูแลติดตามผู้ป่วยเด็กที่มีปัญหาทางระบบหายใจ

การทดสอบสมรรถภาพปอดมีข้อจำกัดตรงที่ไม่สามารถนำมาวินิจฉัยโรคต่างๆ ได้โดยตรง เพียงแต่ช่วย

แยกแยะได้ว่า ระบบหายใจมีความผิดปกติทางสรีรวิทยาเป็นแบบที่มีการอุดกั้นของทางเดินหายใจ (obstructive airway disease) หรือมีความผิดปกติในการขยายตัวของปอด (restrictive lung disease) นอกจากนี้ยังช่วยในการประเมินการทำงานของระบบหายใจว่าดีขึ้นหรือเลวลง โดยเฉพาะในกรณีที่การซักประวัติและการตรวจร่างกายไม่สามารถประเมินความเปลี่ยนแปลงได้อย่างถูกต้อง

ประโยชน์และข้อบ่งชี้ของการทดสอบสมรรถภาพปอดได้แก่

1. เพื่อวินิจฉัยและประเมินความรุนแรงของภาวะที่มีการอุดกั้นของทางเดินหายใจ (obstructive disorder) ได้แก่ โรคหืด, การมีสิ่งแปลกปลอมหรือเสมหะอุดกั้นทางเดินหายใจ, โรคอื่นๆ เช่น subglottic and tracheal stenosis, tracheomalacia, vascular ring, vocal cord paralysis
2. เพื่อวินิจฉัยและประเมินความรุนแรงของภาวะที่มีความผิดปกติในการขยายตัวของปอด (restrictive disorder) ซึ่งมีสาเหตุเป็นได้จาก
 - ก. ปอดถูกกดจากภายนอก เช่น มีรูปวีปริต

ของผนังทรวงอก, สารเหลวในช่องเยื่อหุ้มปอด, ลมในช่องเยื่อหุ้มปอด, ความอ้วน, scoliosis

ข. เนื้อปอดไม่ขยายออก เช่น interstitial fibrosis, pulmonary edema, silicosis

ค. เป็นโรคของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ เช่น poliomyelitis, myasthenia gravis

3. เพื่อศึกษาทางระบาดวิทยาและการวิจัย เช่น ผลของมลพิษในอากาศต่อสมรรถภาพปอด, สมรรถภาพปอดในเด็กอ้วน เป็นต้น

4. เพื่อประเมินความไวของหลอดลม (bronchial hyperreactivity) ต่อขยายหลอดลม หรือยากระตุ้นให้หลอดลมเกิดการเกร็งตัว เช่น methacholine, histamine โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่มีอาการผิดปกติทางระบบหายใจแต่ไม่แน่ใจว่าผู้ป่วยเป็นโรคหอบหืดหรือไม่ เช่น ในผู้ป่วยที่มีปัญหาไอเรื้อรัง, ไอตอนกลางคืน, หอบและมีเสียงวี๊ดหลายๆ ครั้ง หายใจลำบากไม่ทราบสาเหตุ, ออกกำลังกายแล้วมีอาการไอ, เหนื่อยหอบ, เป็นปอดบวมหรือหลอดลมอักเสบมาแล้วหลายครั้ง เป็นต้น

5. เพื่อติดตามและประเมินผลการรักษาด้วยยาหลังจากเริ่มใช้ยา, เพิ่มยา, ลดยาหรือหยุดยา เช่น ยาขยายหลอดลม, corticosteroids, antileukotrienes

รวมถึงการรักษาด้วยการผ่าตัด เช่น การผ่าตัดแก้ไข scoliosis

คำศัพท์ที่ควรทราบและคำจำกัดความ (ภาพที่ 1)

1. ด้าน Volume

1.1 Tidal volume (TV) คือ ปริมาตรก๊าซที่หายใจเข้า-ออกตามปกติ

1.2 Inspiratory reserve volume (IRV) คือ ปริมาตรก๊าซที่หายใจเข้าได้เต็มที่หลังจากหายใจเข้าตามปกติ

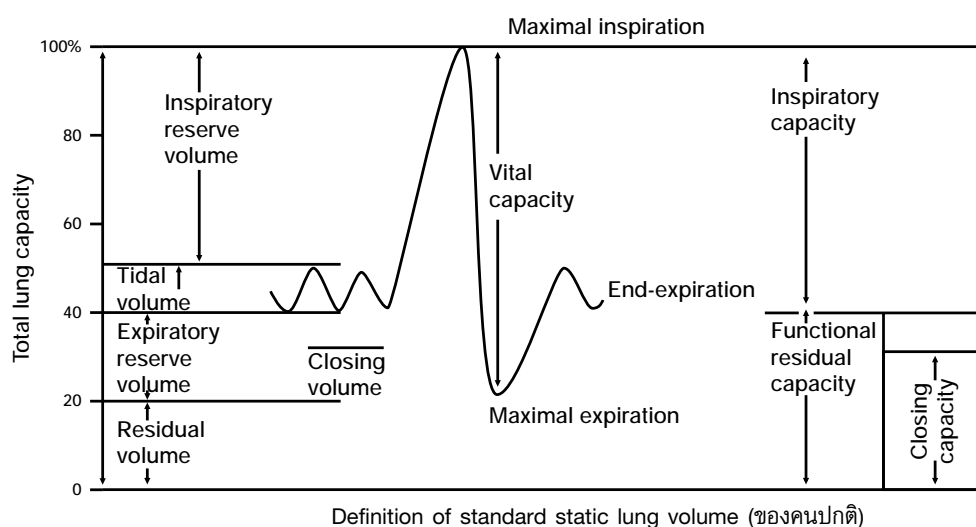
1.3 Expiratory reserve volume (ERV) คือ ปริมาตรก๊าซที่หายใจออกได้เต็มที่หลังจากหายใจออกตามปกติ

1.4 Residual volume (RV) คือ ปริมาตรก๊าซที่ค้างอยู่ภายในปอดหลังจากหายใจออกเต็มที่

2. ด้าน Capacity หมายถึง ปริมาตรของก๊าซที่รวมกันตั้งแต่ 2 volumes ขึ้นไป

2.1 Vital capacity (VC) คือ ปริมาตรก๊าซที่เป่าออกมาได้เต็มที่หลังจากสูดหายใจเข้าเต็มที่แล้ว ($VC = IRV + TV + ERV$)

2.2 Functional residual capacity (FRC)



ภาพที่ 1 Classic spirogram แสดงส่วนต่างๆ ของ lung volume และ lung capacity (ค่าของ FRC และ RV วัดจาก spirometry ไม่ได้ต้องใช้ body plathysmography หรือ helium dilution method)

คือ ปริมาตรก๊าซที่เหลืออยู่ภายในปอดหลังจากหายใจออกตามปกติ ($FRC=RV+ERV$)

2.3 Total lung capacity (TLC) คือ ปริมาตรก๊าซในปอดทั้งหมด หลังจากสูดหายใจเข้าเต็มที่ ($TLC = RV+VC$)

2.4 Inspiratory capacity (IC) คือ ปริมาตรก๊าซที่สามารถสูดหายใจเข้าได้เต็มที่ หลังจากหายใจออกตามปกติ ($IC = IRV+TV$)

การเลือกชนิดของการทดสอบสมรรถภาพปอด

1. ในภาวะรีบด่วนและผู้ป่วยอาการหนัก ที่พอจะทำได้คือ การตรวจวัดก๊าซในเลือดแดง, การวัดความอิ่มตัวของออกซิเจนด้วย pulse oximeter, การวัด end tidal CO_2 ด้วย capnograph และ capnometry

2. ในภาวะที่รื้อได้ ในเด็กโตสามารถตรวจวัดสมรรถภาพปอดโดยใช้ spirometer, peak flow meter, body plethysmograph, carbonmonoxide diffusion capacity, helium dilution method, ventilation-perfusion scan ในเด็กเล็กสามารถตรวจวัดสมรรถภาพปอดโดยการวัด flow ผ่าน face mask, วัด compliance และ resistance โดยใช้ occlusion technique, วัด flow rate ที่ FRC หรือ V_{max} FRC โดยใช้ chest compression technique

ในบทความนี้จะกล่าวถึงการทดสอบสมรรถภาพปอดที่นิยมใช้ในผู้ป่วยเด็ก ได้แก่ การวัด peak expiratory flow rate การทดสอบสมรรถภาพปอดแบบ spirometry และการทดสอบสมรรถภาพของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจ

Peak expiratory flow rate

Peak expiratory flow rate (PEFR) หมายถึง อัตราเร็วสูงสุดของลมที่เป่าออกอย่างแรงเต็มที่ สามารถวัดได้โดยใช้เครื่อง peak flow meter ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ทำด้วยพลาสติก มีขนาดเล็ก ราคาไม่แพง สามารถใส่ในกระเป๋พกติดตัวได้ (ภาพที่ 2)

การวัด PEFR ทำได้ง่ายไม่ยุ่งยาก สามารถวัดได้ในเด็กอายุตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป^{1,2,3} โดยเฉพาะเด็กที่ร่วมมือดีในการเป่า วิธีเป่าทำโดยให้เด็กยืนหรือนั่งตัวตรง ศีรษะตั้งตรง ไม่ต้องปิดจมูกด้วย nose clip ให้เด็กสูดหายใจเข้าให้เต็มที่ แล้วเป่าลมแรงๆ เข้าไปใน peak flow meter โดยใช้ริมฝีปาก seal รอบ mouth piece ให้สนิท เป่าแบบกระแทกให้แรงที่สุดเท่าที่จะทำได้เป่าสั้นๆ ก็พอ ไม่จำเป็นต้องเป่ายาวจนหมดลมหายใจเหมือน spirometry ลูกศรบนหน้าปัทม์ของ peak flow meter จะถูกแรงลมกระแทก ผลักให้เคลื่อนตัวไปข้างหน้า ยิ่งเป่าแรง ค่าที่วัดได้จะยิ่งสูงขึ้น ควรให้เด็กเป่าอย่างน้อย



ภาพที่ 2 Peak flow meter แบบต่างๆ

3 ครั้ง แล้วเอาค่าที่สูงที่สุดมาใช้ในการแปลผล^{1, 2, 3} ก่อนเป่าอย่าลืมเลื่อนลูกศรให้กลับมาอยู่ในตำแหน่งตั้งต้นก่อนทุกครั้ง

เนื่องจากค่า PEFR ที่วัดได้ ขึ้นกับแรงเป่าและความร่วมมือของผู้ป่วยเป็นอย่างมากถ้าเด็กออกแรงเป่าไม่เต็มที่ หรือไม่ร่วมมือ หรือมีลมรั่วออกรอบๆ mouth piece หรือมีกล้ามเนื้ออ่อนแรงจากสาเหตุต่างๆ ก็จะทำให้พบว่า PEFR ต่ำกว่าปกติ ทั้งๆ ที่ไม่มีพยาธิสภาพที่หลอดลมแต่อย่างใด ดังนั้นในการแปลผล PEFR จึงต้องแน่ใจก่อนว่าเด็กสามารถเป่าด้วยเทคนิคที่ถูกต้อง จึงจะแปลผลค่า PEFR นั้นได้

การแปลผล PEFR จะต้องนำค่าที่วัดได้ไปเปรียบเทียบกับค่าพยากรณ์ (predicted value) ที่ได้จากการศึกษาในเด็กปกติที่มีเพศและความสูงใกล้เคียงกัน ค่าพยากรณ์ที่ใช้ในเด็กไทยมีทั้งการศึกษาของ ศ.พญ.สุกรี สุวรรณจุฑะ ในปี พ.ศ. 2526 ซึ่งพบความสัมพันธ์ของ PEFR และความสูงของเด็กดังนี้⁴

เด็กชาย [ก.ท.ม.] PEFR (ลิตร/นาที) = $319.13 - 4.75 \times x + 0.035 \times x^2$

[ราชบุรี] PEFR (ลิตร/นาที) = $-766.88 + 11.15 \times (-0.022) \times x^2$

เด็กหญิง [ก.ท.ม.] PEFR (ลิตร/นาที) = $-487.12 + 7.0 \times (-0.0085) \times x^2$

[ราชบุรี] PEFR (ลิตร/นาที) = $-843.03 + 12.64 \times (-0.03) \times x^2$

(x = ความสูงมีหน่วยเป็น ซม.)

และจากการศึกษาของ ผศ.นพ.สุวัฒน์ เบญจพลพิทักษ์ ในปี พ.ศ. 2542 พบความสัมพันธ์ของ PEFR กับความสูงของเด็กดังนี้⁵

เด็กชาย PEFR (ลิตร/นาที) = $(3.52 \times \text{ความสูงเป็น ซม.}) - 186.80$

เด็กหญิง PEFR (ลิตร/นาที) = $(3.48 \times \text{ความสูงเป็น ซม.}) - 204.11$

โดยทั่วไปถือว่า PEFR ต่ำกว่าปกติ เมื่อค่าที่วัด

ได้ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของค่าพยากรณ์หรือต่ำกว่าร้อยละ 80 ของค่าสูงสุดที่บุคคลคนนั้นเคยเป่าได้ (personal best value) ซึ่งจะแสดงว่า มีภาวะอุดกั้นของทางเดินหายใจ หรือมีการตีบแคบของหลอดลมเกิดขึ้น^{3, 6}

ในภาวะฉุกเฉินที่ผู้ป่วยมี acute asthmatic attack เราสามารถวัด PEFR ก่อนและหลังให้สูดหรือพ่นยาขยายหลอดลม แล้วนำค่า PEFR มาใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกการรักษาที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยแต่ละราย เช่น ถ้าให้ยาขยายหลอดลมแล้ว PEFR ไม่ดีขึ้นเท่าที่ควร ให้พิจารณารับตัวไว้รักษาในโรงพยาบาลเพิ่มยาพ่นหรือยาฉีด หรือถ้า PEFR ดีขึ้นจนอยู่ในเกณฑ์ปกติ สามารถให้ผู้ป่วยกลับบ้านได้ เป็นต้น

นอกจากนี้ในผู้ป่วยที่เราสงสัย asthma เราสามารถใช้ PEFR ในการประเมินภาวะนี้ โดยการวัด PEFR ก่อนและหลังให้ยาขยายหลอดลม ถ้า PEFR เพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 12 หลังจากให้ยาขยายหลอดลม แสดงว่าผู้ป่วยน่าจะมี reversible airway obstruction ซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญของ asthma^{3, 6}

PEFR ยังมีประโยชน์ในการติดตามความรุนแรงของภาวะความไวเกินของหลอดลมต่อสิ่งกระตุ้นในผู้ป่วยหอบหืดแต่ละราย โดยการคำนวณหาผลต่างระหว่าง PEFR ตอนเช้าขณะตื่นนอนใหม่ๆ กับตอนเย็น แล้วคิดเทียบเป็นร้อยละของค่าเฉลี่ย PEFR ดังสมการ²

$$\text{Daily variability (\%)} = \frac{\text{PEFR}_{\text{เย็น}} - \text{PEFR}_{\text{เช้า}} \times 100}{1/2 (\text{PEFR}_{\text{เย็น}} + \text{PEFR}_{\text{เช้า}})}$$

ในคนปกติ PEFR ตอนเช้า มักมีค่าต่ำกว่าตอนเย็น (diurnal variability ของ PEFR) เล็กน้อยทำให้ daily variability ของ PEFR ในคนปกติ ตามที่คำนวณจากสมการข้างต้น จะมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 20 เสมอ^{2,3} ในผู้ป่วยหอบหืดที่มีปัญหา bronchial hyperresponsiveness ค่า PEFR_{เช้า} มักจะต่ำกว่า PEFR_{เย็น} เป็นอย่างมาก เมื่อคำนวณตามสมการ จึงทำให้ daily variability ของ PEFR มีค่ามากกว่าร้อยละ 20 ยิ่งหลอดลมมีความ

ไวเกินต่อสิ่งกระตุ้นมาก ค่า daily variability ยิ่งเพิ่มมากขึ้น

อนึ่ง เนื่องจากเครื่อง peak flow meter ที่มีขายในท้องตลาดนั้น มีอยู่หลายยี่ห้อ แต่ละยี่ห้อมีความแม่นยำ (accuracy) แตกต่างกัน แต่ละเครื่องแต่ละยี่ห้ออาจวัด PEFR ได้ไม่เท่ากัน ถึงแม้จะใช้วัดในคนเดียวกันและในเวลาเดียวกันก็ตาม⁷ ดังนั้นจึงควรใช้ peak flow meter เครื่องเดียวกันในคนๆ เดียวกันทุกครั้ง^{7,8} จึงจะสามารถบอกความเปลี่ยนแปลงของค่า PEFR ที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง peak flow meter บางชนิดใช้ไปนานๆ แล้วความแม่นยำอาจลดลงได้⁷ ถ้าไม่แน่ใจ ต้องเปลี่ยน ซื้อเครื่องใหม่

การรักษาโรคหืดเรื้อรังในปัจจุบัน ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้ผู้ป่วยที่เป็นโรคหืดในขั้น moderate-to-severe persistent และผู้ป่วยที่ไม่ค่อยรับรู้อาการหอบหืดของตัวเองใช้ peak flow meter เป็นประจำที่บ้าน² เพื่อประเมินความรุนแรงของการตีบแคบของหลอดลมด้วยตนเอง โดยให้วัด PEFR ด้วย peak flow meter วันละครั้ง หลังตื่นนอนตอนเช้า ก่อนให้ยาขยายหลอดลม แล้วนำค่า PEFR ที่วัดได้มาใช้ประเมินความรุนแรงของการตีบแคบของหลอดลม แบ่งโดยความรุนแรงออกเป็น 3 ระดับ ตามสปีไฟรจาดังนี้²

1. **แถบสีเขียว** หมายถึง ค่า PEFR ที่เป้าได้อยู่ระหว่างร้อยละ 80-100 ของค่า personal best
2. **แถบสีเหลือง** หมายถึง ค่า PEFR ที่เป้าได้อยู่ระหว่างร้อยละ 50-79 ของค่า personal best
3. **แถบสีแดง** หมายถึง ค่า PEFR ที่เป้าได้ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของค่า personal best

ถ้าค่า PEFR อยู่ในแถบสีเขียว หมายถึง หลอดลมอยู่ในเกณฑ์ปกติ สามารถดูแลรักษาต่อเหมือนเดิมได้ แต่ถ้า PEFR อยู่ในแถบสีเหลือง เป็นสัญญาณเตือนว่ามีการตีบแคบของหลอดลมมากขึ้น ควรได้รับการรักษาเพิ่มเติม เช่น ให้สูดยาขยายหลอดลม หรือสูดยา corticosteroid เพิ่ม หรือสมควรไปปรึกษาแพทย์ ถ้าอยู่ในแถบสีแดง แสดงว่า มีหลอดลมมีการตีบแคบอย่างมาก

อาจเป็นอันตรายได้ สมควรไปพบแพทย์โดยด่วน

ที่กล่าวมานี้เป็นเพียงตัวอย่างแนวทางการแปลผลและข้อแนะนำในการปฏิบัติตัวเมื่อวัด PEFR ได้ผิดปกติ ทั้งนี้แนวทางการปฏิบัติตัวของผู้ป่วยแต่ละรายไม่เหมือนกัน ขึ้นกับอาการและการแสดงของผู้ป่วย และพิจารณาของแพทย์ผู้รักษา

ในผู้ป่วยบางรายที่เป็นโรคหอบหืดที่ควบคุมอาการลำบาก หรือพื้งจะมี asthmatic attack มาใหม่ๆ อาจพิจารณาให้ผู้ป่วยวัด PEFR บ่อยๆ มากกว่าวันละ 1 ครั้ง ทั้งก่อนและหลังให้ยาขยายหลอดลม จะทำให้สามารถประเมินการตีบแคบของหลอดลมได้ละเอียดมากขึ้นและใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงการรักษาให้ดีขึ้นกว่าเดิม

Spirometry

Spirometric measurement เป็นการวัดปริมาตรลมและความเร็วของลมหายใจ นิยมใช้ตรวจสมรรถภาพปอดในผู้ใหญ่ หรือในเด็กที่มีอายุประมาณ 6 ปีขึ้นไป ที่ร่วมมือดีในการเป่า⁹

วิธีการทดสอบสมรรถภาพปอดแบบ spirometry

จากการประชุมของผู้เชี่ยวชาญทางโรคปอดเด็กในปี ค.ศ. 1980 และจาก American Thoracic Society Statement ในปี ค.ศ. 1987 แนะนำขั้นตอนในการทดสอบดังนี้¹⁰

1. ให้ผู้ถูกทดสอบยืดอก และศีรษะตั้งตรง (โดยจะอยู่ในท่านั่งหรือยืนก็ได้ เพราะไม่ทำให้ผลแตกต่างกัน)¹¹
2. ใส่ที่หนีบจมูก (nose clip) เพื่อให้ลมผ่านเข้าออกทางปากเท่านั้น
3. สูดหายใจเข้าเต็มที่ แล้วกลั้นไว้สั้นๆ 1-2 วินาที
4. เป่าลมออกอย่างแรงและเร็วผ่าน mouth-piece ที่ต่อไว้กับเครื่องมือทดสอบสมรรถภาพปอด
5. เป่าลมออกไปอย่างรวดเร็วที่สุดจนหมด ให้มากที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้ โดยเป่านานอย่างน้อย 3