

การฟื้นฟูสมรรถภาพปอดสำหรับผู้ที่ได้รับผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่น PM_{2.5}

จุฑามาส ฉวยศรีเมือง¹

บทคัดย่อ

การฟื้นฟูสมรรถภาพปอดเป็นกระบวนการสำคัญในการลดผลกระทบจากวิกฤตฝุ่น PM_{2.5} ซึ่งเป็นมลพิษทางอากาศที่ส่งผลเสียต่อสุขภาพอย่างรุนแรง ฝุ่น PM_{2.5} มีขนาดเล็กมากจนสามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนลึกและแทรกซึมเข้าสู่กระแสเลือด ก่อให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจ โรคหัวใจและหลอดเลือด รวมถึงมะเร็งปอด การฟื้นฟูสมรรถภาพปอดด้วยเทคนิคกายภาพบำบัด เช่น การฝึกหายใจด้วยกล้ามเนื้อกะบังลม การไอ การไอแบบ Huffing และการใช้อุปกรณ์ช่วยระบายเสมหะ มีส่วนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของปอด ลดการอักเสบ และลดการสะสมของเสมหะในทางเดินหายใจ การออกกำลังกายระดับเบาถึงปานกลาง เช่น การเดินเร็ว หรือการปั่นจักรยาน สามารถเสริมสร้างระบบหัวใจและปอด พร้อมทั้งลดความเสี่ยงของการเกิดภาวะปอดแฟบและโรคเรื้อรัง นอกจากนี้ การดูแลสุขภาพในช่วงค่าฝุ่น PM_{2.5} สูง เช่น การหลีกเลี่ยงการออกกำลังกายกลางแจ้งในพื้นที่เสี่ยง และการใช้อุปกรณ์ป้องกันฝุ่นที่เหมาะสม เป็นสิ่งสำคัญสำหรับประชาชนทั่วไป และกลุ่มเสี่ยง โดยเฉพาะเด็กเล็ก ผู้สูงอายุ หญิงตั้งครรภ์ และผู้ที่มีโรคประจำตัว ดังนั้น การฟื้นฟูสมรรถภาพปอดจึงมีความสำคัญในการฟื้นฟูสมรรถภาพการทำงานของปอดและสมรรถภาพทางกายจากการได้รับผลกระทบจากฝุ่น PM_{2.5} และเพิ่มคุณภาพชีวิตของประชาชน

¹ ผู้อำนวยการพิเศษนักกายภาพบำบัด งานกายภาพบำบัด โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

Abstract

Pulmonary rehabilitation is a crucial process in mitigating the impact of the PM_{2.5} air pollution crisis, which poses severe health risks. PM_{2.5} particles are extremely small and can penetrate deep into the respiratory system, entering the bloodstream and causing respiratory diseases, cardiovascular diseases, and even lung cancer. Pulmonary rehabilitation through physiotherapeutic techniques, such as diaphragmatic breathing exercises, coughing, huffing, and the use of airway clearance devices, can enhance lung function, reduce inflammation, and decrease mucus accumulation in the airways. Light to moderate exercise, such as brisk walking or cycling, can further strengthen the cardiovascular and pulmonary systems while reducing the risk of atelectasis and chronic diseases. Additionally, health measures during periods of high PM_{2.5} levels, such as avoiding outdoor exercise in high-risk areas and using appropriate protective equipment, are essential for the general population and vulnerable groups, including young children, the elderly, pregnant women, and individuals with pre-existing conditions. This article highlights the importance of pulmonary rehabilitation in addressing the adverse effects of PM_{2.5} and improving the quality of life of the population.

บทนำ

มลพิษทางอากาศจากฝุ่นละอองขนาดเล็กหรือฝุ่น $PM_{2.5}$ (Particulate Matter with diameter of less than 2.5 micron) ถือเป็นหนึ่งในปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญในหลายพื้นที่ทั่วโลก ตั้งแต่ปี 2562 องค์การอนามัยโลก (WHO) ได้คาดการณ์ว่ามลพิษทางอากาศทำให้มีผู้เสียชีวิตก่อนวัยอันควรถึง 4.2 ล้านคนทั่วโลก เนื่องจากฝุ่น $PM_{2.5}$ ดังกล่าวมีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ทำให้สามารถผ่านการกรองของจมูกเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจและปอด เข้าไปในถุงลมฝอยขนาดเล็ก และซึมผ่านกระแสเลือดได้ ส่งผลให้ไปรบกวนการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ เกิดผลกระทบต่อสุขภาพที่หลากหลาย เช่น โรคระบบทางเดินหายใจ โรคระบบหัวใจและหลอดเลือด เป็นต้น¹ สำหรับประเทศไทยพบปัญหาวิกฤตของฝุ่น $PM_{2.5}$ มาตั้งแต่ต้นปี 2562 ที่เกิดปรากฏการณ์ฝุ่นปกคลุมอย่างหนาแน่น² และปี 2566 พบว่าจังหวัดที่มีปัญหาคอนcentration อากาศมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ พิษณุโลก กรุงเทพมหานคร สุโขทัย น่าน มุกดาหาร โดยมีสาเหตุหลักมาจากโรงงานอุตสาหกรรม การเผาไหม้พลังงานฟอสซิล การเกษตรกรรมที่มีการเผาในที่โล่ง ไฟป่า การคมนาคม และปัญหาหมอกควันข้ามแดน กรมควบคุมมลพิษรายงานว่าในปี 2566 ฝุ่น $PM_{2.5}$ มีค่าเฉลี่ยรายปีทั้งประเทศ 26 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จากข้อมูลผลการตรวจวัด 87 สถานีทั่วประเทศ ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี 2565 ร้อยละ 30 และในหลายพื้นที่มีฝุ่น $PM_{2.5}$ เกินค่ามาตรฐานเฉลี่ยรายปีขององค์การอนามัยโลก (WHO) ที่ได้กำหนดค่าเฉลี่ยรายปีจะต้องไม่เกิน 15 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร³ ปัญหามลพิษทางอากาศจากฝุ่น $PM_{2.5}$ นี้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพในระยะสั้นและระยะยาว

ดังนั้น การมีสมรรถภาพปอดและดูแลสุขภาพร่างกายให้แข็งแรงอยู่เสมอ อาทิ การฝึกหายใจ การกำจัดเสมหะ และการออกกำลังกาย เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้ลดความเสี่ยง ลดอาการรุนแรงของอาการจากโรคระบบทางเดินหายใจที่เกิดขึ้นเนื่องจากมลพิษทางอากาศ โดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดเล็กหรือฝุ่น $PM_{2.5}$

ฝุ่นละออง (Particulate Matter: PM) หมายถึง อนุภาคของแข็งหรือหยดละอองของเหลวที่ลอยอยู่ในอากาศ ซึ่งมีแหล่งกำเนิดทั้งจากธรรมชาติ และเกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เช่น ฝุ่นจากดิน การเผาไหม้ เชื้อเพลิง การก่อสร้าง และกระบวนการทางอุตสาหกรรม ฝุ่นละอองบางชนิดมีขนาดใหญ่จนมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่ฝุ่นละอองบางชนิดมีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนในการตรวจหา⁴

หน่วยงานป้องกันสิ่งแวดล้อม ประเทศสหรัฐอเมริกา US. EPA (United State Environmental Protection Agency) ได้ทำการกำหนดค่ามาตรฐานของฝุ่นละอองขนาดเล็กใน

อากาศที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์เอาไว้โดยใช้ค่า PM (Particulate Matters) เป็นเกณฑ์ในการตรวจวัดคุณภาพอากาศ แบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1. ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) หมายถึง ฝุ่นละเอียด (Fine Particles) เป็นอนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 2.5 ไมครอน หรือมีขนาดเล็กกว่าประมาณ 30 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นผมมนุษย์ ขนาดเล็กของฝุ่นนี้ทำให้สามารถลอยในอากาศได้นานและกระจายไปในพื้นที่กว้าง แหล่งกำเนิดส่วนใหญ่มาจากการเผาไหม้ เช่น การใช้เชื้อเพลิงในยานพาหนะ การเผาในที่โล่ง และกระบวนการทางอุตสาหกรรม⁴

2. ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) หมายถึง ฝุ่นหยาบ (Course Particles) เป็นอนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 - 10 ไมครอน แหล่งกำเนิดส่วนใหญ่มาจากฝุ่นดิน ฝุ่นละอองจากงานก่อสร้าง และกิจกรรมทางการเกษตร⁴ ฝุ่นประเภทนี้เมื่อรวมกันเป็นจำนวนมากแล้วมักจะสังเกตเห็นได้ง่าย เช่น ฝุ่นที่เกาะอยู่ตามเครื่องใช้และบริเวณต่าง ๆ เป็นต้น

ผลกระทบของฝุ่น $PM_{2.5}$ ต่อสุขภาพ

มีงานวิจัยจำนวนมากที่แสดงให้เห็นว่าฝุ่น $PM_{2.5}$ มีผลกระทบต่อสุขภาพ เนื่องจากฝุ่น $PM_{2.5}$ มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ทำให้สามารถผ่านกระบวนการกรองของขนจมูกเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจและปอด เข้าไปในถุงลมฝอยขนาดเล็ก และซึมผ่านกระแสเลือดได้ ส่งผลให้ไปรบกวนการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ เกิดผลกระทบต่อสุขภาพในระบบต่าง ๆ ตามมา⁵ จากงานวิจัยที่ผ่านมา ในประเทศไทยพบว่าการได้รับมลพิษทางอากาศมีความสัมพันธ์กับการเสียชีวิตที่เพิ่มขึ้นจากกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจ กลุ่มโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด ผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดจากฝุ่น $PM_{2.5}$ มีมากมายโดยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ผลกระทบต่อสุขภาพระยะสั้นและระยะยาว

1. ผลกระทบต่อสุขภาพระยะสั้น เช่น ไอ จาม การระคายผิวหนัง ผื่น คัน การระคายเคืองตา แสบตา และตาแดง⁵ อาการเหล่านี้สามารถหายได้เองเมื่อระยะเวลาผ่านไปหรือมลพิษหมดไป

2. ผลกระทบต่อสุขภาพระยะยาว มีดังนี้

- 2.1 ระบบหัวใจและหลอดเลือด เช่น โรคหัวใจเต้นผิดจังหวะ ความเสี่ยงต่อภาวะหัวใจหยุดเต้นเฉียบพลัน หัวใจวาย ภาวะหลอดเลือดสมองตีบ และความดันโลหิตสูง⁵ เนื่องจากฝุ่น $PM_{2.5}$ สามารถเข้าสู่กระแสเลือดผ่านทางถุงลมปอด ส่งผลกระทบต่อระบบหัวใจและหลอดเลือดผ่านกลไกต่าง ๆ เช่น การอักเสบ ความเครียดออกซิเดชัน การเปลี่ยนแปลงระบบประสาทอัตโนมัติ และการเกิดลิ่มเลือดซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของภาวะหัวใจขาดเลือดเฉียบพลันและโรคหลอดเลือดสมอง^{6,7}

- 2.2 ระบบทางเดินหายใจ เช่น โรคหอบหืด โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง⁵ พบว่ามีอาการที่มีความสัมพันธ์กับฝุ่น $PM_{2.5}$ เช่น หายใจลำบากเจ็บหรือแน่นหน้าอก ไอธรรมดา ไอแบบมีเสียงหวีด

(Wheezing) และการทำงานของปอดลดลง เนื่องจากฝุ่น $PM_{2.5}$ ที่มีขนาดเล็กมากสามารถเข้าสู่ถุงลม ทำให้ปอดอักเสบ การทำงานของปอดจึงมีประสิทธิภาพลดลง และพบว่าการเพิ่มขึ้นของระดับฝุ่น $PM_{2.5}$ มีความสัมพันธ์กับการกำเริบของอาการในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง เมื่อค่า $PM_{2.5}$ มากกว่า 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร⁸

2.3 มะเร็งปอด พบหลักฐานว่ามีความเกี่ยวข้องกับฝุ่นละอองขนาดเล็กมากที่สุด เนื่องจากฝุ่น $PM_{2.5}$ ทำให้เกิดการอักเสบในเนื้อเยื่อปอด มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดการกลายพันธุ์ของยีนชนิด Epidermal growth factor receptor (EGFR) ในเซลล์ระบบทางเดินหายใจนำไปสู่การเกิดโรคมะเร็งปอด⁹

2.4 โรคเบาหวาน การสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ อย่างต่อเนื่อง ทำให้ฝุ่น $PM_{2.5}$ เข้าสู่ร่างกายไปทำลายเซลล์ เกิดการอักเสบและส่งผลต่อสมดุลของระดับน้ำตาลในเลือด (Glucose Homeostasis) ทำให้เกิดภาวะดื้อต่ออินซูลิน (Insulin Resistance) และนำไปสู่ความเสี่ยงการเกิดโรคเบาหวานประเภทที่ 2 ได้¹⁰

2.5 การสูดดมฝุ่น $PM_{2.5}$ ของมารดาในขณะตั้งครรภ์ พบว่า มีความเสี่ยงแท้งหรือคลอดก่อนกำหนด กระตุ้นต่อการพัฒนาการของตัวอ่อนหรือระบบสมองของทารก ทารกแรกคลอด ผิดปกติหรือน้ำหนักแรกคลอดน้อย⁵ และมีงานวิจัยพบว่าฝุ่น $PM_{2.5}$ ที่มารดาได้รับในขณะตั้งครรภ์ในปริมาณฝุ่นที่เพิ่มขึ้นทุก 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรจะพบโรคหัวใจพิการแต่กำเนิดในทารกเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 และพบความเสี่ยงประเภทรูขี้ผึ้งกันห้องหัวใจมีรูรั่ว 1.04 เท่า และยังพบว่าผลกระทบจากฝุ่น $PM_{2.5}$ ต่อหัวใจทารกยิ่งเพิ่มขึ้น หากมารดาได้รับฝุ่น $PM_{2.5}$ เข้าไปมากตั้งแต่ช่วงก่อนการปฏิสนธิ¹¹

ทั้งนี้ความรุนแรงของผลกระทบต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ ในแต่ละจุดพื้นที่แต่ละเวลาอาจไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับหลายองค์ประกอบ ได้แก่ ปริมาณของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในพื้นที่นั้น ๆ ว่าสูงหรือไม่ เช่น ริมนถนน หรือจุดที่ราชการประกาศว่าฝุ่น $PM_{2.5}$ สูง ช่วงเวลากับระยะเวลาที่สัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ ชนิดของกิจกรรมที่ทำในพื้นที่ที่มีค่าฝุ่น $PM_{2.5}$ สูง เช่น การออกกำลังกาย หรือการทำงานที่ต้องใช้แรงมาก จะมีความเสี่ยงมากกว่ากิจกรรมที่ใช้แรงน้อย เนื่องจากความถี่ในการหายใจที่เพิ่มขึ้นเพื่อให้ร่างกายได้รับออกซิเจนเพียงพอต่อการเคลื่อนไหวร่างกายหรือการออกแรงที่มากขึ้น ลักษณะของบุคคลโดยเฉพาะกลุ่มเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยง่าย ได้แก่ เด็กเล็ก ผู้สูงอายุ หญิงตั้งครรภ์ กลุ่มที่มีโรคประจำตัวที่ไวต่อผลกระทบ เช่น ผู้ป่วยภูมิแพ้ ผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือด เป็นต้น และผู้ที่ทำงานกลางแจ้งเป็นเวลานาน เช่น ตำรวจจราจร พนักงานกวาดถนน พ่อค้าแม่ค้าริมถนน รถจักรยานยนต์รับจ้าง ผู้ที่ทำงานอยู่นอกอาคาร เป็นต้น ดังนั้นผู้ที่ทำงานนอกอาคารในบริเวณพื้นที่ที่มีค่าฝุ่น $PM_{2.5}$

สูง และได้รับสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ เป็นเวลานาน มีโอกาสได้รับฝุ่นละอองสูงและหากเป็นกลุ่มเสี่ยงจะทำให้มีความเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบต่อสุขภาพมากกว่ากลุ่มประชากรทั่วไป⁵

กลไกการเกิดโรคระบบทางเดินหายใจจากฝุ่น $PM_{2.5}$

ฝุ่น $PM_{2.5}$ เป็นอนุภาคนาขนาดเล็กที่สามารถส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจและระบบอื่น ๆ ในร่างกายผ่านกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการอักเสบ ความเครียดออกซิเดชัน (Oxidative stress) และการเปลี่ยนแปลงทางพยาธิสภาพ ดังนี้

1. การสะสมในระบบทางเดินหายใจส่วนลึก ด้วยอนุภาคของฝุ่น $PM_{2.5}$ ที่มีขนาดเล็กกว่าประมาณ 30 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นผมมนุษย์ ทำให้ฝุ่น $PM_{2.5}$ สามารถเล็ดลอดผ่านขนจมูกและระบบกรองในทางเดินหายใจส่วนต้น เช่น จมูกและหลอดลมใหญ่ แล้วเดินทางไปถึงทางเดินหายใจส่วนลึก เช่น หลอดลมฝอยและถุงลมในปอด (alveoli) ซึ่งเป็นบริเวณที่แลกเปลี่ยนออกซิเจนกับเลือด การสะสมของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในบริเวณนี้อาจทำให้เกิดการระคายเคืองและอักเสบอย่างรุนแรง¹²

2. การกระตุ้นการอักเสบ ฝุ่น $PM_{2.5}$ มีสารเคมีอันตราย เช่น โลหะหนัก และพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic Aromatic Hydrocarbon; PAHs) ซึ่งสามารถกระตุ้นเซลล์เยื่อผิวของทางเดินหายใจให้ผลิตสารไซโตไคน์ (cytokines) เช่น $TNF-\alpha$ และ IL-6 รวมถึงสารเคมีไคเนส (chemokines) ที่ดึงดูดเซลล์เม็ดเลือดขาวมายังบริเวณที่เกิดการระคายเคือง การตอบสนองนี้ทำให้เกิดการอักเสบและเนื้อเยื่อถูกทำลาย⁶

3. ความเครียดออกซิเดชัน (Oxidative stress) อนุภาคของฝุ่น $PM_{2.5}$ สามารถสร้างอนุมูลอิสระ (reactive oxygen species: ROS) ในระดับเซลล์อนุมูลอิสระเหล่านี้ทำให้เกิดความเสียหายต่อเซลล์เยื่อผิว เช่น โปรตีน ไขมัน และ DNA นอกจากนี้ความเสียหายที่เกิดขึ้นยังเป็นตัวกระตุ้นให้ร่างกายหลั่งสารอักเสบเพิ่มเติม ซึ่งทำให้เกิดกระบวนการอักเสบเรื้อรัง⁷

4. ผลกระทบต่อระบบภูมิคุ้มกัน เนื่องจากฝุ่น $PM_{2.5}$ สามารถยับยั้งการทำงานของเซลล์แมโครฟาจ (macrophages) ซึ่งมีหน้าที่กำจัดสิ่งแปลกปลอมและเชื้อโรคในระบบทางเดินหายใจ ส่งผลให้ผู้ที่ได้รับฝุ่น $PM_{2.5}$ ปริมาณมากหรือระยะเวลานานเสี่ยงต่อการติดเชื้อ เช่น ไข้หวัดใหญ่และปอดบวม นอกจากนี้ ฝุ่น $PM_{2.5}$ ยังทำให้ภูมิคุ้มกันของร่างกายตอบสนองผิดปกติ ซึ่งอาจนำไปสู่การเกิดโรคหอบหืดหรือโรคภูมิแพ้⁷

5. การเกิดพยาธิสภาพเรื้อรัง การได้รับฝุ่น $PM_{2.5}$ อย่างต่อเนื่องสามารถนำไปสู่การเกิดพยาธิสภาพเรื้อรังในระบบทางเดินหายใจ เช่น โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (COPD) ที่เกิดจากการทำลายเนื้อเยื่อปอดและการอักเสบเรื้อรัง การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อที่ได้รับ ความเสียหายจากอนุมูลอิสระยังเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งปอด⁷

การฟื้นฟูสมรรถภาพปอดสำหรับผู้ที่ได้รับผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่น PM_{2.5}

ในภาวะที่ค่าฝุ่น PM_{2.5} สูงเกินมาตรฐาน การสัมผัสฝุ่นในระยะยาวสามารถก่อให้เกิดการอักเสบในทางเดินหายใจ ทำให้สมรรถภาพการทำงานของปอดลดลง และเพิ่มความเสี่ยงของโรคทางเดินหายใจเรื้อรัง มีงานวิจัยพบว่าผู้ป่วยโรคหอบหืดที่สัมผัสฝุ่น PM_{2.5} มีค่าเฉลี่ย PEF ลดลง และ PEF variability เพิ่มขึ้นกว่าร้อยละ 20¹³ ส่วนผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่สัมผัสฝุ่น PM_{2.5} พบว่าการทำงานของสมรรถภาพปอดลดลง และทุกการเพิ่มขึ้น 5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรของปริมาณฝุ่น PM_{2.5} ส่งผลให้ค่า FEV₁ ลดลง¹⁴ การฟื้นฟูสมรรถภาพปอดด้วยวิธีทางกายภาพบำบัดจึงมีบทบาทสำคัญในการช่วยลดอาการหอบเหนื่อย เพิ่มความทนทานและลดอาการรุนแรงของโรคทางระบบทางเดินหายใจ ทำให้คุณภาพชีวิตของผู้ป่วยดีขึ้น ซึ่งการฟื้นฟูสมรรถภาพปอดด้วยวิธีทางกายภาพบำบัดมีจุดมุ่งหมายเพื่อ

1. ปรับปรุงการแลกเปลี่ยนก๊าซภายในถุงลมปอด (alveoli) ลดโอกาสการเกิดภาวะปอดแฟบ (atelectasis) และเพิ่มความจุปอด (lung capacity) ทำให้ปอดสามารถรับออกซิเจนได้ดีขึ้น¹⁵

2. ลดอาการหายใจลำบาก การออกกำลังกายและการฝึกหายใจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของกลไกการหายใจ เช่น การใช้กล้ามเนื้อกระบังลมอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งช่วยลดการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็น ทำให้ผู้ป่วยมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น¹⁶

3. ลดเสมหะและสารคัดหลั่งในทางเดินหายใจ เนื่องจากฝุ่น PM_{2.5} กระตุ้นการผลิตเมือก (Mucus) ในทางเดินหายใจ การระบายเสมหะช่วยป้องกันการอุดตันในหลอดลมและลดโอกาสการติดเชื้อได้

4. เสริมสร้างกล้ามเนื้อในการหายใจ การฝึกหายใจ หรือการใช้อุปกรณ์ฝึกหายใจช่วยให้กล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจมีความแข็งแรงขึ้น เช่น กล้ามเนื้อระหว่างซี่โครง และกล้ามเนื้อกระบังลม

15

5. ส่งเสริมการเคลื่อนไหวร่างกาย การออกกำลังกายระดับเบาถึงปานกลางช่วยลดความเสี่ยงของภาวะแทรกซ้อนจากการอยู่นิ่ง เช่น การสะสมเสมหะหรือการอักเสบในปอด¹⁶

การฟื้นฟูสมรรถภาพปอดด้วยวิธีทางกายภาพบำบัดมีหลากหลายวิธี ได้แก่

การฝึกหายใจ (Breathing Exercises) การฝึกการหายใจที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพช่วยเพิ่มปริมาตรอากาศในปอด ป้องกันภาวะปอดแฟบ เพิ่มประสิทธิภาพของการไอ เพิ่มความแข็งแรงและประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจ ลดแรงการหายใจ และเพิ่มการเคลื่อนไหวของทรวงอกให้ดีขึ้น ซึ่งรูปแบบในการฝึกหายใจ มีดังนี้

1. การฝึกหายใจด้วยกล้ามเนื้อกะบังลม (Diaphragmatic Breathing Exercise) เป็นเทคนิคกายภาพบำบัดที่มุ่งเน้นการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อกะบังลม ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อหลักในการหายใจ โดยวิธีการนี้จะช่วยลดการใช้กล้ามเนื้อเสริมการหายใจ และลดอาการหอบเหนื่อย วิธีฝึกเริ่มต้นด้วยการนอนราบหรืออยู่ในท่านั่งที่ผ่อนคลาย วางมือหนึ่งไว้ที่หน้าอกและอีกมือหนึ่งที่หน้าท้อง จากนั้นสูดลมหายใจเข้าทางจมูกช้า ๆ โดยให้หน้าท้องพองขึ้น และหายใจออกทางจมูกหรือทางปากอย่างช้า ๆ พร้อมกับให้หน้าท้องแฟบลง¹⁷

2. การฝึกหายใจแบบเป่าปาก (Pursed-Lip Breathing Exercise) เป็นเทคนิคการหายใจที่ช่วยควบคุมอัตราการหายใจ โดยมุ่งเน้นการลดอาการหายใจลำบาก เป็นรูปแบบการฝึกหายใจเพิ่มเติมเสริมการฝึกหายใจแบบใช้กล้ามเนื้อกะบังลมหรือการฝึกหายใจแบบขยายซี่โครง วิธีฝึกเริ่มต้นด้วยการหายใจเข้าทางจมูกอย่างช้า ๆ และลืก จากนั้นค่อย ๆ หายใจออกทางปากผ่านริมฝีปากที่ห่อเป็นรูปตัวโอเหมือนการเป่าลม ผ่อนลมหายใจออกช้า ๆ ให้นานเป็นสองเท่าของการหายใจเข้า เพื่อช่วยลดการคั่งของอากาศในปอด (Air Trapping)¹⁷

3. การฝึกหายใจแบบขยายซี่โครง (Costal Breathing Exercise) เป็นการฝึกหายใจที่เน้นการขยายตัวของปอดเฉพาะส่วน โดยใช้กล้ามเนื้อระหว่างซี่โครง (Intercostal muscles) เพื่อช่วยเพิ่มการขยายตัวของทรวงอกในระหว่างการหายใจเข้า เทคนิคนี้ช่วยให้ปอดขยายตัวได้มากขึ้น การฝึกเริ่มด้วยการวางมือบริเวณชายโครง โดยซี่โครงจะบานออกขณะหายใจเข้า และซี่โครงยุบลงขณะหายใจออก¹⁷

4. การหายใจแบบเป็นวงจร (Active Cycle Breathing Exercise; ACBT) เป็นเทคนิคการหายใจร่วมกับเทคนิคการระบายเสมหะโดยการทำเป็นวงจรตามลำดับขั้นตอน ประกอบด้วยการหายใจผ่อนคลายเป็นวงจร (breathing control) การหายใจลึก (thoracic expansion) และการระบายเสมหะ (forced expiratory technique) เพื่อช่วยเปิดทางเดินหายใจและลดการอุดกั้นของเสมหะ¹⁵

การระบายเสมหะ (Airway Clearance Techniques) เป็นวิธีการสำคัญในการฟื้นฟูสมรรถภาพปอด เนื่องจากผู้ที่ได้รับผลกระทบจากฝุ่น PM_{2.5} ส่วนใหญ่เกิดการอักเสบของทางเดินหายใจ มีการผลิตเสมหะที่มากขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพของปอดทำงานได้ลดลง การระบายเสมหะช่วยลดการอุดกั้นของทางเดินหายใจ ลดความเสี่ยงการติดเชื้อ และเพิ่มสมรรถภาพการทำงานของปอด การระบายเสมหะทางกายภาพบำบัดมีหลากหลายเทคนิคทั้งสามารถทำได้ด้วยตนเองหรือใช้เทคนิคกลไกการระบายเสมหะ หรือใช้อุปกรณ์ในการช่วยระบายเสมหะ ได้แก่

1. การไอ (Coughing) เป็นกลไกทางธรรมชาติของร่างกายในการระบายเสมหะ การไออย่างมีประสิทธิภาพทำได้โดยเริ่มจากการหายใจเข้าลึกเต็มที่ กลั้นหายใจเล็กน้อยแล้วไอออกแรง ๆ การไอเป็นการระบายเสมหะในหลอดลมใหญ่ ซึ่งช่วยลดการสะสมของเสมหะและป้องกันการอุดตันของเสมหะที่นำไปสู่การติดเชื้อทางเดินหายใจ¹⁷

2. การไอแบบ Huffing หรือ Forced Expiratory Technique (FET) เป็นเทคนิคการระบายเสมหะโดยไม่ใช้แรงไอบ่อยเกินไปและไม่มีการปิดของฝาปิดกล่องเสียง ทำได้โดยเริ่มจากการหายใจเข้าลึกเต็มที่ แล้วพ่นลมหายใจออกทางปากอย่างรวดเร็วและแรง โดยออกเสียง “ฮัฟฟ์” (huff) ทำซ้ำ 2-3 ครั้งแล้วตามด้วยการหายใจลึกเพื่อผ่อนคลาย เทคนิคนี้เป็นการระบายเสมหะในหลอดลมขนาดเล็กเข้าสู่หลอดลมใหญ่¹⁸

3. การเคาะปอดและการสั่นปอด (Chest percussion and vibration) เป็นเทคนิคทางกายภาพบำบัดที่ช่วยในการระบายเสมหะจากปอด มักทำร่วมกับการจัดทำเพื่อระบายเสมหะ (Postural drainage) เทคนิคนี้ใช้แรงสั่นสะเทือนไปยังทรวงอกเพื่อกระตุ้นให้เสมหะที่ติดอยู่ในทางเดินหายใจหลุดออกมา และถูกขับออกมาโดยการไอหรือการไอแบบ Huffing^{17,18}

4. การใช้เครื่องมือช่วยระบายเสมหะ (Airway Clearance Devices) เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยเสริมการระบายเสมหะในผู้ป่วยที่มีปัญหาเสมหะสะสมในทางเดินหายใจ เครื่องมือเหล่านี้ทำหน้าที่เพิ่มแรงดันและแรงสั่นสะเทือนในทางเดินหายใจ เพื่อกระตุ้นให้เสมหะหลุดออกและเคลื่อนไปยังทางเดินหายใจส่วนต้น เช่น เครื่องมือสร้างแรงดันบวกขณะหายใจออก (Positive Expiratory Pressure; PEP) เครื่องมือสร้างการสั่นสะเทือนในทางเดินหายใจ (Oscillatory Positive Expiratory Pressure; OPEP) เช่น Flutter หรือ Acapella เป็นต้น

การเสริมสร้างกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ (Inspiratory Muscle Training; IMT) การฝึกใช้อุปกรณ์ฝึกหายใจช่วยให้กล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจมีความแข็งแรงและมีความทนทานเพิ่มมากขึ้น เช่น กล้ามเนื้อกะบังลม (Diaphragm muscle) กล้ามเนื้อระหว่างซี่โครง (Intercostal muscle)

การออกกำลังกาย (Exercise Training) การออกกำลังกายเป็นส่วนสำคัญอีกอย่างหนึ่งของโปรแกรมการฟื้นฟูสมรรถภาพปอด โดยโปรแกรมจะรวมการฝึกความอดทนและความแข็งแรงร่วมด้วย เนื่องจากช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อระบบทางเดินหายใจ เพิ่มสมรรถภาพทางกาย ความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือด และลดความเหนื่อยล้า การออกกำลังกายจะเน้นการออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Aerobic Exercise) เช่น การเดินเร็ว การเดินลู่วิ่ง หรือการปั่นจักรยาน

และการฝึกกล้ามเนื้อเฉพาะส่วน (Resistance Training) เช่น การออกกำลังด้วยแรงต้านจากยางยืด หรือการออกกำลังด้วยการยกน้ำหนัก

การฟื้นฟูสมรรถภาพปอด (Pulmonary Rehabilitation) จึงเป็นกระบวนการดูแลสุขภาพแบบองค์รวมสำหรับผู้ป่วยที่มีปัญหาเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ มีการให้โปรแกรมการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับผู้ป่วยแต่ละราย เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและความทนทานให้กับกล้ามเนื้อหายใจ เพิ่มสมรรถภาพทางกายให้กับกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ลดอาการหายใจลำบาก เพิ่มความสามารถในการทำกิจกรรมประจำวัน และเพิ่มคุณภาพชีวิต ในกรณีที่ฝุ่น PM_{2.5} ทำให้เนื้อเยื่อปอดเสียหายจนเกิดพังผืดในปอด (Pulmonary fibrosis) หรือปอดมีความเสียหายถาวร การฟื้นฟูสมรรถภาพปอดจะช่วยลดความเสี่ยงของปอดที่เหี่ยว และช่วยให้ร่างกายปรับตัวกับภาวะการทำงานของปอดที่ลดลงได้ การออกกำลังกายไม่เพียงช่วยเพิ่มสมรรถภาพปอดและสมรรถภาพทางกาย แต่ยังช่วยเสริมความมั่นใจและการทำกิจกรรมประจำวันต่าง ๆ ได้ด้วยตนเองอีกด้วย

ข้อเสนอแนะสำหรับการออกกำลังกายในภาวะฝุ่น PM_{2.5}

สถานการณ์ปัจจุบัน ประเทศไทยยังมีระดับค่าฝุ่น PM_{2.5} ที่เกินค่ามาตรฐานในหลายจังหวัดทั่วประเทศ กรมอนามัยได้ออกคำเตือน ให้ประชาชนลดหรืองดการออกกำลังกายกลางแจ้ง เพราะการออกกำลังกายกลางแจ้ง เช่น การวิ่ง การปั่นจักรยาน การเล่นฟุตบอล ส่งผลให้อัตราการหายใจเพิ่มมากขึ้นถึง 35-45 ครั้งต่อนาที ดังนั้น โอกาสที่ฝุ่น PM_{2.5} จะแพร่กระจายเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ ฝังลงมในปอด และผ่านเข้าสู่กระแสเลือดไปยังอวัยวะต่าง ๆ ได้มากขึ้น เพิ่มความเสี่ยงต่อภาวะหัวใจวาย หลอดเลือดในสมองตีบ ปอดอักเสบเรื้อรัง รวมไปถึงการกำเริบของโรคหัวใจและหอบหืดได้ หากต้องการออกกำลังกายจริง ๆ มีข้อคำแนะนำในการออกกำลังกายสำหรับประชาชน ดังนี้

สำหรับประชาชนทั่วไปที่มีสุขภาพแข็งแรง ควรหลีกเลี่ยงการออกกำลังกายหรือทำกิจกรรมที่ต้องใช้แรงกายมากกลางแจ้งเป็นระยะเวลานาน หากหลีกเลี่ยงไม่ได้ก่อนออกกำลังกายหรือทำกิจกรรมแจ้งควรปฏิบัติตามคำแนะนำ ดังนี้

1. ติดตามสถานการณ์ฝุ่นละอองจากช่องทางที่สามารถเชื่อถือได้ ก่อนตัดสินใจออกกำลังกายหรือทำกิจกรรมกลางแจ้ง

- 1.1 เมื่อระดับฝุ่น PM_{2.5} สูงกว่า 37.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ระดับสีส้ม) ควรหลีกเลี่ยงการออกกำลังกายกลางแจ้ง^{5,19} เปลี่ยนมาเป็นออกกำลังกายในร่ม หรือในบ้านแทน เช่น เปิดคลิปรีดิโอออกกำลังกายประเภทต่าง ๆ แล้วทำตามที่บ้าน หรือออกกำลังกายตามสถานที่ต่าง ๆ ที่มีสนามในร่ม เช่น แบดมินตัน วอลเลย์บอล บาสเกตบอล ปิงปอง สระว่ายน้ำในร่ม เป็นต้น

1.2 เมื่อระดับฝุ่น $PM_{2.5}$ สูงกว่า 75 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ระดับสีแดง) ให้งดการออกกำลังกายกลางแจ้ง^{5,19} เปลี่ยนมาเป็นออกกำลังกายในอาคารแทน เช่น โยคะ หรือว่ายน้ำในสระว่ายน้ำระบบปิด

2. เลี่ยงออกกำลังกายในสวนสาธารณะ เนื่องจากมีต้นไม้ไม่สามารถช่วยกรองฝุ่นได้
3. หลีกเลี่ยงการออกกำลังกายในช่วงเช้า และบริเวณที่มีฝุ่นสูง เช่น ริมนถนน
4. ไม่ควรสวมใส่หน้ากากอนามัย N95 ขณะออกกำลังกายอย่างเด็ดขาด เพราะจะทำให้ระบบหัวใจและหลอดเลือดทำงานหนักมากขึ้น เนื่องจากการออกกำลังกายจะทำให้ร่างกายต้องหายใจแรงขึ้น เร็วขึ้น ลมผ่านทางปากเข้าปอดโดยตรงมากขึ้นกว่าหายใจปกติ

สำหรับประชาชนกลุ่มเสี่ยง ได้แก่ เด็กเล็ก ผู้สูงอายุ หญิงตั้งครรภ์ ผู้ที่มีโรคประจำตัว เช่น โรคหอบหืด ภูมิแพ้ โรคหัวใจ ให้งดการออกกำลังกายกลางแจ้ง แนะนำให้พักผ่อนอยู่ในบ้าน เตรียมยาให้พร้อม หากออกจากบ้านให้สวมหน้ากากป้องกันและสังเกตอาการผิดปกติ เช่น ไอบ่อย หายใจลำบาก หายใจถี่ หายใจไม่ออก หายใจมีเสียงวี๊ด (Wheezing) แน่นหน้าอก เจ็บหน้าอก ใจสั่น คลื่นไส้ เมื่อมีอาการผิดปกติ หรือวิงเวียนศีรษะ ให้รีบไปพบแพทย์ทันที⁵

ทั้งนี้ การดูแลสุขภาพด้วยการออกกำลังกายเป็นสิ่งสำคัญมากที่ช่วยให้ร่างกายแข็งแรง เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของปอด หัวใจและหลอดเลือด ก่อนการออกกำลังกายหรือทำกิจกรรมกลางแจ้งประชาชนทุกคนควรดูรายงานคุณภาพอากาศหรือค่าฝุ่น $PM_{2.5}$ รวมทั้งปฏิบัติตามคำแนะนำของกรมควบคุมมลพิษและกรมอนามัย หากมีความจำเป็นต้องทำกิจกรรมกลางแจ้งในวันที่มีค่าฝุ่น $PM_{2.5}$ มากกว่า 37.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ควรใส่หน้ากากที่ป้องกันฝุ่น $PM_{2.5}$ ได้ และควรใช้ระยะเวลาในการทำกิจกรรมกลางแจ้งให้สั้นที่สุด เพื่อหลีกเลี่ยงการสูดฝุ่น $PM_{2.5}$ ปริมาณมากเข้าไปในร่างกาย และป้องกันการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพทั้งในระยะสั้นและผลกระทบต่อสุขภาพในระยะยาวที่จะเกิดขึ้นได้

เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. (2023). *Ambient (outdoor) air quality and health*. Retrieved December 3, 2024, from <https://www.who.int>
2. กลุ่มเฝ้าระวังฝุ่น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2562). *เรียนรู้อยู่กับฝุ่น PM2.5*. สืบค้นจาก <https://www.chula.ac.th/wp-content/uploads/2019/10/chula-pm25-booklet-1.pdf>

3. กรมควบคุมมลพิษ. (2566). รายงานสถานการณ์มลพิษทางอากาศในประเทศไทย ปี 2566. สืบค้นจาก <https://www.pcd.go.th>
4. U.S. Environmental Protection Agency. (2023). *Particulate matter (PM) basics*. Retrieved December 3, 2024, from <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics>
5. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2563). คู่มือฉบับประชาชน การเฝ้าระวัง PM_{2.5} อย่างไรให้ปลอดภัย. นนทบุรี: กรมอนามัย.
6. Brook, R. D., Rajagopalan, S., Pope, C. A., Brook, J. R., Bhatnagar, A., Diez-Roux, A. V. Kaufman, J. D. (2010). Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 121(21), 2331–2378. doi:10.1161/CIR.0b013e3181dbce1
7. Pope, C. A., & Dockery, D. W. (2006). Health effects of fine particulate air pollution: Lines that connect. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 56(6), 709–742. doi:10.1080/10473289.2006.10464485
8. ประเสริฐ สุเมธนาชัย. (2566). การสัมผัสฝุ่นละออง PM_{2.5} กับอาการกำเริบของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังในโรงพยาบาลเกาะคา จังหวัดลำปาง. *วารสารวิชาการสุขภาพภาคเหนือ*, 13(3), 32–40.
9. Li, R., Zhou, R., & Zhang, J. (2018). Function of PM_{2.5} in the pathogenesis of lung cancer and chronic airway inflammatory diseases: A review. *Oncology Letters*, 15(6), 7506–7514. doi:10.3892/ol.2018.8355
10. Meo, S. A., Memon, A. N., Sheikh, S. A., Rouq, F. A., Usmani, A. M., Hassan A., & Arain, S. A. (2015). Effect of environmental air pollution on type 2 diabetes mellitus. *European Review for Medical Pharmacological Sciences*, 19(1), 123–128.
11. Yuan, X., Liang, F., Zhu, J., Huang, K., Dai, L., Li, X.,...Liu, F. (2023). Maternal Exposure to PM_{2.5} and the Risk of Congenital Heart Defects in 1.4 Million Births: A Nationwide Surveillance-Based Study. *Circulation*, (147), 565–574. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.122.061245
12. U.S. Environmental Protection Agency. (2023). *Health and environmental effects of particulate matter (PM)*. Retrieved December 3, 2024, from <https://www.epa.gov/pm-pollution/health-and-environmental-effects-particulate-matter-pm>

13. Park, J. W., Lim, Y. H., Kyung, S. Y., An, C. H., Lee, S. P., Jeong, S. H., & Ju, Y. (2005). Effects of ambient particulate matter on peak expiratory flow rates and respiratory symptoms of asthmatics during Asian dust periods in Korea. *Respirology*, 10(4), 470-476. doi:10.1111/j.1440-1843.2005.00728.x
14. Doiron, D., de Hoogh, K., Probst-Hensch, N., Fortier, I., Cai, Y., De Matteis, S., & Hansell, A. L. (2019). Air pollution, lung function and COPD: results from the population-based UK Biobank study. *Eur Respir J*, 54(1) doi:10.1183/13993003.02140-2018
15. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. (2023). *Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of COPD*. Retrieved December 4, 2024, from <https://goldcopd.org>
16. McCarthy, B., Casey, D., Devane, D., Murphy, K., Murphy, E., & Lacasse, Y. (2015). *Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease*. *Cochrane Database of Systematic Reviews*(2). Retrieved from <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10008021/pdf/CD003793.pdf>
17. สุวรรณิ จรุงจิตตอารี. (2540). *กายภาพบำบัดโรคระบบทางเดินหายใจและโรคหัวใจ*. กรุงเทพฯ: บริษัท ลิฟวิ้ง ทรานส์ มีเดีย จำกัด.
18. Pryor, J. A., & Prasad, S. A. (2008). *Physiotherapy for respiratory and cardiac problems: Adults and paediatrics* (4th ed.). Churchill Livingstone.
19. กรมควบคุมมลพิษ. (2566). *สถานการณ์ฝุ่นละออง PM_{2.5} ประจำปี 2566*. สืบค้น 4 ธันวาคม 2567, จาก https://www.pcd.go.th/pcd_news/30028/

