

## บทบาทพยาบาลผดุงครรภ์ในการดูแลสตรีตั้งครรภ์ในสถานการณ์ฝุ่น PM 2.5

วิภาณี ทาอ้อ พย.ม.\*, เนตรสุมล จตุรจรรยาเลิศ พย.ม.\*\*

\*โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย แขวงปทุมวัน เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

\*\*สถาบันการพยาบาลศรีสวรินทิรา สภากาชาดไทย แขวงปทุมวัน เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

## Midwifery' Roles in Caring for Pregnant Women in Particulate Matter (PM 2.5) Pollution Situations

Wiphavane Thaua, M.N.S.\*, Netsumol Jatulajanyalate, M.N.S.\*\*

\*King Chulalongkorn Memorial Hospital, The Thai Red Cross Society, Pathumwan, Pathumwan, Bangkok, 10330, Thailand

\*\*Srisavarindhira The Thai Red Cross Institute of Nursing, The Thai Red Cross Society, Pathumwan, Pathumwan, Bangkok, 10330, Thailand

Corresponding Author: Netsumol Jatulajanyalate (E-mail: netsumol.j@stin.ac.th)

(Received: 17 March, 2025; Revised: 19 May, 2025; Accepted: 5 January, 2026)

### Abstract

Air pollution, particularly fine particulate matter (PM 2.5), is a significant public health issue that disproportionately affects vulnerable populations, especially pregnant women, who are more sensitive to environmental pollutants than the general population. Exposure to PM 2.5 during pregnancy has been associated with various adverse health outcomes for both the mother and the fetus, including hypertensive disorders of pregnancy, gestational diabetes mellitus, preterm birth, congenital heart defects, intrauterine growth restriction, low birth weight, stillbirth, and miscarriage. Midwives have an important role in providing care for pregnant women in air pollution-affected environments. Their responsibilities include educating expectant mothers on the health risks of PM 2.5, advising on preventive measures, and closely monitoring maternal and fetal health throughout pregnancy. This article aims to present the role of midwives in supporting pregnant women in situations of PM 2.5 exposure to prevent and reduce the adverse effects of air pollution on maternal and fetal health.

**Keywords:** Midwifery, Pregnant women, PM 2.5, Air pollution, Maternal health care

### บทคัดย่อ

สถานการณ์มลพิษทางอากาศโดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 2.5 เป็นปัญหาสุขภาพที่ส่งผลกระทบต่อประชากรกลุ่มเสี่ยง โดยเฉพาะสตรีตั้งครรภ์ซึ่งมีความไวต่อสิ่งกระตุ้นที่เป็นมลพิษมากกว่าประชากรทั่วไป ซึ่งฝุ่น PM 2.5 ทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนทางสุขภาพทั้งต่อสตรีตั้งครรภ์และทารกในครรภ์ เช่น ภาวะความดันโลหิตสูงขณะตั้งครรภ์ ภาวะเบาหวานขณะตั้งครรภ์ คลอดก่อนกำหนด ทารกหัวใจพิการแต่กำเนิด ภาวะทารกเจริญเติบโตช้าในครรภ์ น้ำหนักแรกเกิด

ต่ำกว่าเกณฑ์ ทารกตายคลอดหรือแท้ง พยาบาลผดุงครรภ์มีบทบาทสำคัญในการให้การดูแลสตรีตั้งครรภ์ในสถานการณ์ฝุ่นละอองที่เป็นมลพิษทางอากาศ โดยเน้นการให้ความรู้เกี่ยวกับผลกระทบของฝุ่น PM 2.5 การแนะนำวิธีการป้องกันตนเอง รวมถึงการติดตามภาวะสุขภาพของมารดาและทารกในครรภ์อย่างใกล้ชิด บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอบทบาทของพยาบาลผดุงครรภ์ในการดูแลสตรีตั้งครรภ์ภายใต้สถานการณ์ฝุ่น PM 2.5 เพื่อป้องกันและลดผลกระทบของมลพิษทางอากาศต่อสุขภาพของมารดาและทารกในครรภ์

**คำสำคัญ:** พยาบาลผดุงครรภ์, สตรีตั้งครรภ์, PM 2.5, มลพิษทางอากาศ, การดูแลสุขภาพมารดา

## บทนำ

ฝุ่น PM 2.5 (Particulate Matter 2.5) คือ ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน ( $\leq 2.5 \mu\text{m}$ ) หรือประมาณ 1 ใน 25 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นผมมนุษย์ เป็นอนุภาคของแข็งและหยดละอองของเหลวที่แขวนลอยกระจายในอากาศ<sup>1</sup> โดยมีแหล่งกำเนิดมาจากธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง การเผาขยะ การเผาพืชพรรณทางการเกษตร ไฟป่า การปล่อยควันจากยานพาหนะ การปล่อยก๊าซและฝุ่นละอองจากโรงงานอุตสาหกรรม ฝุ่นจากการก่อสร้างและการรื้อถอนอาคาร หมอกควันข้ามแดน รวมถึงปัจจัยทางสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ ภาวะความกดอากาศสูงที่ทำให้เกิดภาวะอากาศปิด<sup>2</sup> จากผลการติดตามคุณภาพอากาศโดยสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศอัตโนมัติของกรมควบคุมมลพิษ ระหว่างปี พ.ศ. 2564 – 2567 พบว่าสถานการณ์ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM 2.5) เฉลี่ย 24 ชั่วโมง มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน<sup>3</sup> ซึ่งค่าตั้งแต่ 37.6 - 75 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เป็นค่าที่เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนทั่วไปและกลุ่มเสี่ยง และค่าตั้งแต่ 75.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรขึ้นไปจะมีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนทุกคน<sup>4</sup> นอกจากนี้ฝุ่น PM 2.5 มีการแพร่กระจายทั่วทุกภาค ทั้งในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้<sup>2</sup> ฝุ่น PM 2.5 เป็นปัญหามลพิษทางอากาศที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งส่งผลต่อสุขภาพของประชาชนทั้งในระยะสั้นและระยะยาว โดยเฉพาะสตรีตั้งครรภ์ซึ่งเป็นกลุ่มเสี่ยงที่ได้รับผลกระทบต่อสุขภาพ<sup>5</sup> ส่งผลต่อการทำงานในระบบต่าง ๆ ของร่างกาย ดังนี้<sup>6</sup> ระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ ภูมิแพ้ หอบหืด อากาศหายใจลำบาก และติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจ ระบบหัวใจและหลอดเลือด ได้แก่ ความดันโลหิตสูง ภาวะครรภ์เป็นพิษ ระบบภูมิคุ้มกัน เกิดการอักเสบและเสี่ยงต่อการติดเชื้อ ส่วนผลกระทบต่อทารกในครรภ์ ได้แก่ คลอดก่อนกำหนด ทารกเจริญเติบโตช้าในครรภ์ ทารกแรกเกิดน้ำหนักตัวน้อย พัฒนาการของสมองล่าช้าและระบบประสาทผิดปกติ และทารกเสียชีวิตในครรภ์<sup>7-8</sup> นอกจากนี้การเผชิญกับมลพิษทางอากาศเป็นเวลานานอาจทำให้เกิดความเครียด วิตกกังวล และอาจส่งผลให้สตรีตั้งครรภ์เกิดภาวะซึมเศร้าได้<sup>9</sup>

จากสถานการณ์ปัญหาและผลกระทบที่มีความรุนแรงต่อภาวะสุขภาพของประชาชนและสตรีตั้งครรภ์ที่เป็นกลุ่มเสี่ยง รัฐบาลได้กำหนดให้ปัญหาดังกล่าวเป็นวาระแห่งชาติและจัดทำแผนปฏิบัติการขับเคลื่อนวาระแห่งชาติ โดยกระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดยุทธศาสตร์แผนพัฒนาสุขภาพแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-2570)<sup>5</sup> ภายใต้หลักการส่งเสริมสุขภาพ ป้องกันโรค และสร้างความรอบรู้ด้านสุขภาพ เพื่อให้ประชาชนมีความรู้และสามารถจัดการดูแลสุขภาพของตนเองได้ ทั้งนี้จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า แนวทางในการดูแลสตรีตั้งครรภ์ ภายใต้สถานการณ์ฝุ่น PM 2.5 ยังมีการศึกษาค่อนข้างน้อย และส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในบริบทของต่างประเทศ ดังนั้นบทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมองค์ความรู้เกี่ยวกับบทบาทของพยาบาลผดุงครรภ์ในการดูแลสุขภาพสตรีตั้งครรภ์ และทารกในครรภ์ ตามบทบาทหน้าที่และมาตรฐานวิชาชีพ เพื่อส่งเสริมสุขภาพแก่สตรีตั้งครรภ์ให้สามารถดูแลตนเองได้อย่างเหมาะสม นำไปสู่การตั้งครุภัณฑ์คุณภาพ ส่งผลลัพธ์ที่ดี คือ “ลูกเกิดรอดแม่ปลอดภัย”

## ความหมายของฝุ่นละออง PM 2.5

ฝุ่น PM 2.5 หมายถึง ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน ( $\leq 2.5 \mu\text{m}$ ) หรือประมาณ 1 ใน 25 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นผมมนุษย์ เป็นอนุภาคของแข็งและหยดละอองของเหลวที่แขวนลอยกระจายในอากาศ<sup>1</sup> ส่วนประกอบหลัก ได้แก่ ซัลเฟต ไนเตรต เกลือแอมโมเนียม คาร์บอน โลหะหนัก และแร่ธาตุ<sup>2</sup> โดยสามารถเข้าสู่ร่างกายผ่านทางระบบหายใจไปยังกระแสเลือดและอวัยวะสำคัญส่งผลกระทบต่อสุขภาพ<sup>10</sup>

## แหล่งที่มาของฝุ่น PM 2.5

จำแนกได้ 2 ประเภท ดังนี้<sup>2</sup>

1. **ฝุ่นที่เกิดจากฝีมือมนุษย์กระทำ** ได้แก่ การเผาไหม้เชื้อเพลิง การเผาขยะ การเผาพืชพรรณทางการเกษตร การปล่อยควันจากยานพาหนะ การปล่อยก๊าซและฝุ่นละอองจากโรงงานอุตสาหกรรม โรงไฟฟ้า ฝุ่นจากการก่อสร้าง และการรื้อถอนอาคาร

2. **ฝุ่นที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ** ได้แก่ กระแสลมพัดผ่านตามธรรมชาติทำให้เกิดฝุ่น ไฟป่า ภูเขาไฟระเบิด ฝุ่นจากเกลือทะเล ฝุ่นฟุ้งปลิวจากทะเลทราย ฝุ่นละอองทางชีวภาพ รวมถึงการรวมตัวของก๊าซอื่น ๆ ในบรรยากาศ โดยเฉพาะซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) และออกไซด์ของไนโตรเจน (NO<sub>x</sub>) และสารพิษอื่น ๆ ที่เป็นอันตรายต่อร่างกายมนุษย์ เช่น

สารปรอท (Hg), แคดเมียม (Cd), อาร์เซนิก (As) หรือโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (PAHs)

### การประเมินค่าความเข้มข้นของฝุ่น PM 2.5

ทำโดยประเมินค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่น PM 2.5 ภายใน 24 ชั่วโมงต่อเนื่อง หน่วยเป็นไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งจำแนกตามระดับที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้<sup>4</sup> 1) 0-15.0 คือ คุณภาพอากาศดีมาก 2) 15.1-25.0 คือ คุณภาพอากาศดี 3) 25.1-37.5 คือ คุณภาพอากาศปานกลาง 4) 37.6-75.0 คือ คุณภาพอากาศมีผลกระทบต่อสุขภาพ และ 5) ตั้งแต่ 75.1 ขึ้นไป คือ คุณภาพอากาศมีผลกระทบต่อสุขภาพมาก

### ผลกระทบของฝุ่นละออง PM. 2.5

ฝุ่น PM 2.5 ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของสตรีตั้งครรภ์และทารกในครรภ์ โดยเพิ่มความเสี่ยงต่อภาวะแทรกซ้อนระหว่างตั้งครรภ์ รวมถึงการเจริญเติบโตและพัฒนาการของทารกในครรภ์

### ผลกระทบต่อสตรีตั้งครรภ์

#### 1) ภาวะความดันโลหิตสูงขณะตั้งครรภ์

ฝุ่น PM 2.5 สามารถกระตุ้นการสร้างอนุมูลอิสระ เช่น reactive oxygen species (ROS) นำไปสู่ภาวะความเครียดออกซิเดชัน ส่งผลให้เซลล์เยื่อหลอดเลือดเกิดความผิดปกติ (endothelial dysfunction) และเพิ่มระดับของสารอักเสบ เช่น interleukin-6 (IL-6) และ tumor necrosis factor-alpha (TNF- $\alpha$ ) ซึ่งเกี่ยวข้องกับกลไกการเกิดภาวะความดันโลหิตสูงขณะตั้งครรภ์หรือภาวะครรภ์เป็นพิษ<sup>11</sup> และการได้รับฝุ่น PM 2.5 สามารถกระตุ้นการปล่อยสารที่ทำให้เกิดการหดเกร็งของหลอดเลือด (Vasoconstriction) เช่น endothelin-1 (ET-1) และลดการสร้างไนตริกออกไซด์ (NO) ซึ่งเป็นสารที่ช่วยให้หลอดเลือดขยายตัว ส่งผลให้เกิดความต้านทานของหลอดเลือดเพิ่มขึ้น นำไปสู่ภาวะความดันโลหิตสูงได้ และฝุ่น PM 2.5 อาจกระตุ้นระบบซิมพาเทติกทำให้เกิดการหลั่งสาร catecholamines มากขึ้น ส่งผลให้หัวใจเต้นเร็วขึ้นและความดันโลหิตสูงขึ้น รวมถึงฝุ่น PM 2.5 ยังส่งผลให้ระบบ (Renin-Angiotensin-Aldosterone System; RAAS) ทำงานผิดปกติ โดยเพิ่มการสร้างแองจิโอเทนซิน II และอัลโดสเตอโรน ทำให้เกิดการคั่งของโซเดียมและน้ำ ส่งผลต่อการเพิ่มของปริมาตรเลือดและความดันโลหิต<sup>12</sup> นอกจากนี้ฝุ่น PM 2.5 ทำให้การเปลี่ยนแปลงของการ

ทำงานของรก (placental dysfunction) ส่งผลให้การไหลเวียนเลือดจากรกไปยังมดลูกลดลง (uteroplacental hypoperfusion) ทำให้เกิดภาวะ hypoxia เกิดการกระตุ้นการปล่อยสารอักเสบ ส่งผลให้เกิดภาวะครรภ์เป็นพิษ<sup>11</sup> จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบพบว่า การได้รับฝุ่น PM 2.5 เพิ่มขึ้น 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  มีความสัมพันธ์กับภาวะความดันโลหิตสูงขณะตั้งครรภ์ นอกจากนี้การได้รับฝุ่น PM 2.5 เพิ่มขึ้น 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  มีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นของภาวะครรภ์เป็นพิษ (pre-eclampsia) โดยเฉพาะอย่างยิ่งไตรมาสที่ 1 และไตรมาสที่ 3 เนื่องจากเป็นช่วงที่มีความไวต่อผลกระทบจากฝุ่น PM 2.5 มากที่สุด<sup>11</sup>

#### 2) ภาวะเบาหวานขณะตั้งครรภ์

การสัมผัสฝุ่น PM 2.5 กระตุ้นการหลั่งไซโตไคน์และสารก่อการอักเสบ เช่น Interleukin-8 (IL-8), Interleukin-6 (IL-6), Monocyte Chemotactic Protein-1 (MCP-1), Macrophage Inflammatory Protein 2 (MIP2) และ Tumor Necrosis Factor (TNF-) ส่งผลกระตุ้นการอักเสบของเนื้อเยื่อไขมัน และการอักเสบทั่วร่างกาย (systemic inflammation) ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของระดับ C-Reactive Protein (CRP) ในเลือด ลดความไวในการทำงานของอินซูลินหรือเกิดภาวะดื้ออินซูลิน และขัดขวางการนำน้ำตาลเข้าสู่เซลล์เนื้อเยื่อต่างๆ นอกจากนี้ฝุ่น PM 2.5 ส่งผลให้มีการเพิ่มขึ้นของอนุมูลอิสระชนิด reactive oxygen species (ROS) เกิดภาวะเครียดออกซิเดชัน ซึ่งในตับอ่อนมีเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระไม่มากพอ ทำให้เบต้าเซลล์ที่อยู่ในตับอ่อนซึ่งไวต่ออนุมูลอิสระถูกทำลายได้ง่าย อีกทั้ง ROS ยังไปกุดการทำงานของ Pancreas Duodenum Homeobox-1 (PDX-1) mRNA ส่งผลทำให้ลดการสร้างและการหลั่งอินซูลิน<sup>13</sup> นำไปสู่ความเสี่ยงในการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ทั้งนี้มีการศึกษาของ Cheng และคณะ<sup>14</sup> ในปี ค.ศ. 2022 พบว่า การเพิ่มขึ้นของฝุ่น PM 2.5 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ในช่วงไตรมาสที่ 1 และไตรมาสที่ 2 มีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงของภาวะเบาหวานขณะตั้งครรภ์ นอกจากนี้ยังพบว่าระดับ FBG และ HbA1c มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับการได้รับฝุ่น PM 2.5 ในช่วงแรกของการตั้งครรภ์

#### 3) ภาวะคลอดก่อนกำหนด

ฝุ่น PM 2.5 สามารถกระตุ้นการอักเสบผ่านระบบภูมิคุ้มกันโดยกระตุ้นการหลั่งไซโตไคน์ เช่น tumor necrosis factor-alpha (TNF- $\alpha$ ), interleukin-6 (IL-6) และ interleukin-1 $\beta$  (IL-1 $\beta$ ) การอักเสบนี้ส่งผลต่อการผลิต

พรอสตาแกลนดิน (prostaglandins) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นการหดตัวของมดลูก นำไปสู่การเจ็บครรภ์คลอดก่อนกำหนดได้และฝุ่น PM 2.5 สามารถเข้าสู่กระแสเลือดของสตรีตั้งครรภ์และผ่านไปยังรกส่งผลให้เกิดภาวะหลอดเลือดหดตัว (vasoconstriction) ทำให้เกิดความผิดปกติของการไหลเวียนเลือดไปยังรก นำไปสู่การลดลงของออกซิเจนและสารอาหารที่ไปเลี้ยงทารกในครรภ์ ซึ่งอาจกระตุ้นการตอบสนองของมดลูก นอกจากนี้ ฝุ่น PM 2.5 ยังมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทอัตโนมัติ โดยเฉพาะการเพิ่มขึ้นของการทำงานของระบบซิมพาเทติก (sympathetic nervous system) นำไปสู่การเพิ่มระดับของฮอร์โมนคอร์ติซอลและแคทีโคลามีน ซึ่งมีบทบาทในการกระตุ้นการหดตัวของมดลูก ด้วยกลไกเหล่านี้การสัมผัสฝุ่น PM 2.5 ในระยะตั้งครรภ์จึงส่งผลให้เกิดการคลอดก่อนกำหนด<sup>15</sup> เช่น การศึกษาของ Zhang และคณะ<sup>7</sup> ในปี ค.ศ. 2020 พบว่า การเพิ่มขึ้นของฝุ่น PM 2.5  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  มีความสัมพันธ์กับการเกิดภาวะคลอดก่อนกำหนดสอดคล้องกับการศึกษาของ Ju และคณะ<sup>16</sup> ในปี ค.ศ. 2023 ที่พบว่า การเพิ่มขึ้นของฝุ่น PM 2.5  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  เพิ่มโอกาสเสี่ยงต่อการคลอดก่อนกำหนดร้อยละ 10.5-19.3

## ผลกระทบต่อทารกในครรภ์

### 1. ทารกหัวใจพิการแต่กำเนิด

การสัมผัสฝุ่น PM 2.5 อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกระบวนการแสดงออกของยีน (epigenetic Modifications) เช่น DNA methylation และ histone modification ซึ่งอาจรบกวนการสร้างหัวใจของทารกในระยะตัวอ่อน (embryogenesis) ซึ่งอยู่ในช่วงไตรมาสแรกของการตั้งครรภ์ และฝุ่นละออง PM 2.5 สามารถกระตุ้นการสร้างอนุมูลอิสระ (reactive oxygen species; ROS) ก่อให้เกิดภาวะเครียดออกซิเดชันในร่างกายสตรีตั้งครรภ์ทำให้เกิดความเสียหายของเซลล์รก ส่งผลให้การไหลเวียนของเลือดและออกซิเจนไปสู่ทารกลดลง นอกจากนี้ฝุ่น PM 2.5 ยังรบกวนการทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือด (endothelial dysfunction) ส่งผลให้เกิดการหดตัวของหลอดเลือด ทำให้การไหลเวียนเลือดไปสู่รกลดลง ส่งผลให้ทารกได้รับออกซิเจนและสารอาหารไม่เพียงพอ นำไปสู่การพัฒนาโครงสร้างหัวใจและหลอดเลือดของทารกไม่สมบูรณ์ สอดคล้องกับการศึกษาของ Yuan และคณะ<sup>17</sup> ในปี ค.ศ. 2023 พบว่า การเพิ่มขึ้นของระดับฝุ่น PM 2.5

$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  มีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจพิการแต่กำเนิดในทารกเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 โดยพบโรครูรั่วที่ผนังกั้นหัวใจ (septal defect) มากที่สุด

### 2. ภาวะทารกเจริญเติบโตช้าในครรภ์ และน้ำหนักทารกแรกเกิดต่ำกว่าเกณฑ์

การได้รับฝุ่น PM 2.5 ในช่วงไตรมาสแรกของการตั้งครรภ์ก่อให้เกิดภาวะเครียดออกซิเดชัน (oxidative stress) และการอักเสบ เกิดการสร้างอนุมูลอิสระ (reactive oxygen species; ROS) เกิดการหลั่งไซโตไคน์ที่กระตุ้นการอักเสบ เช่น interleukin-6 (IL-6) และ tumor necrosis factor-alpha (TNF- $\alpha$ ) สารก่อการอักเสบส่งผ่านรกทำให้การทำงานของรกผิดปกติ การไหลเวียนของเลือดและการขนส่งสารอาหารผ่านรกลดลง ส่งผลให้ทารกได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ นำไปสู่ภาวะน้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่าเกณฑ์ และฝุ่น PM 2.5 รบกวนการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อ ส่งผลให้เกิดความผิดปกติของฮอร์โมน เช่น คอร์ติซอล อินซูลิน ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่มีความสำคัญต่อการตั้งครรภ์และพัฒนาการของทารกในครรภ์ นอกจากนี้การสูดดมฝุ่นละอองขนาดเล็กอาจขัดขวางการทำงานของระบบทางเดินหายใจของสตรีตั้งครรภ์ ส่งผลให้ระดับออกซิเจนในกระแสเลือดลดลง เกิดภาวะขาดออกซิเจน ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของทารกในครรภ์ ทำให้เกิดภาวะทารกเจริญเติบโตช้าในครรภ์และทารกแรกเกิดน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ การศึกษาของ Ju และคณะ<sup>16</sup> ในปี ค.ศ. 2023 พบว่า การสัมผัสฝุ่น PM 2.5  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  มีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะทารกเจริญเติบโตช้าในครรภ์ และทารกแรกเกิดน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 10.1 และ 8.3 ตามลำดับ

### 3. ทารกตายคลอดหรือแท้ง

การสัมผัสฝุ่น PM 2.5 กระตุ้นกระบวนการอักเสบและภาวะความเครียดออกซิเดชัน ส่งผลให้การไหลเวียนเลือดไปสู่รกลดลง การทำงานของรกผิดปกติส่งผลกระทบต่อทารก เช่น ยีนถูกทำลายและการแสดงออกของยีนเปลี่ยนแปลงไป เกิดการอักเสบทั่วร่างกายของทารกและภาวะเครียดนำไปสู่ทารกตายคลอด<sup>8</sup> การศึกษา Zhang และคณะ<sup>8</sup> ในปี ค.ศ. 2021 พบว่าการสัมผัสฝุ่น PM 2.5  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ในระยะตั้งครรภ์ จะเพิ่มความเสี่ยงของทารกตายคลอด และการศึกษาของ Xue และคณะ<sup>18</sup> ในปี 2021 พบว่า การเพิ่มขึ้นของฝุ่น PM 2.5  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  มีความสัมพันธ์กับภาวะแท้งบุตร

## อาการและอาการแสดง

ได้แก่ อาการไอ จาม หรือภูมิแพ้ โรคหอบหืด โรคระบบทางเดินหายใจ<sup>19</sup> โรคอัลไซเมอร์ โรคหลอดเลือดและหัวใจ โรคปอดเรื้อรัง และมะเร็งปอด<sup>20</sup>

## บทบาทของพยาบาลผดุงครรภ์ในการดูแลสตรีตั้งครรภ์ในสถานการณ์ฝุ่นละออง PM 2.5

พยาบาลผดุงครรภ์มีบทบาทสำคัญในการดูแลสตรีตั้งครรภ์ตั้งแต่ระยะตั้งครรภ์ไปจนถึงหลังคลอด ทั้งในภาวะปกติ ภาวะเสี่ยง ภาวะเจ็บป่วย ภาวะฉุกเฉินและวิกฤต เพื่อให้สตรีตั้งครรภ์ และทารกในครรภ์มีภาวะสุขภาพที่ดีในสถานการณ์ที่มีฝุ่น PM 2.5 ในสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพของสตรีตั้งครรภ์และทารกในครรภ์ โดยใช้ความรู้ความชำนาญ ประสบการณ์และทักษะการพยาบาลในการปฏิบัติหน้าที่ตามขอบเขตและสมรรถนะผู้ปฏิบัติการพยาบาลขั้นสูง ตามเกณฑ์ที่สภาการพยาบาลกำหนด<sup>21</sup> ดังนี้

### 1. การดูแลสตรีตั้งครรภ์ (Direct care)

โดยมีการประเมิน คัดกรอง เผื่อระวัง และวินิจฉัยภาวะสุขภาพและความเจ็บป่วยของสตรีตั้งครรภ์ ในสถานการณ์ฝุ่น PM 2.5 ได้แก่ การซักประวัติเกี่ยวกับลักษณะการดำเนินชีวิตที่อยู่อาศัย สถานที่ทำงาน และลักษณะของงาน รวมถึงประเมินดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI) และค่าความเข้มข้นของฝุ่น PM 2.5 ในพื้นที่ที่สตรีตั้งครรภ์อาศัยอยู่ เพื่อคัดกรองความเสี่ยงและเผื่อระวังการเกิดโรคที่อาจเกิดจากการสัมผัสฝุ่น PM 2.5 เช่น มีอาการไอ เจ็บคอ คัดจมูก น้ำมูกไหล หายใจเหนื่อย เจ็บหน้าอก หรืออาการของโรคระบบทางเดินหายใจ เป็นต้น และมีการบูรณาการองค์ความรู้เกี่ยวกับพยาธิสภาพและกลไกการเกิดโรค เพื่อเผื่อระวังความเสี่ยงหรือภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้นจากฝุ่น PM 2.5 รวมถึงการนำหลักฐานเชิงประจักษ์และผลงานวิจัยมาประยุกต์ใช้ในการจัดการดูแลสตรีตั้งครรภ์และทารกในครรภ์ให้มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้พยาบาลผดุงครรภ์ควรให้ความสำคัญในด้านจิตใจ เนื่องจากสถานการณ์ความรุนแรงของฝุ่น PM 2.5 ส่งผลกระทบต่อสตรีตั้งครรภ์โดยทำให้เกิดอารมณ์เชิงลบทางด้านจิตใจ เช่น ความวิตกกังวล ความเครียด หรือภาวะซึมเศร้า เป็นต้น<sup>9</sup> โดยการคัดกรองภาวะสุขภาพจิตในสตรีตั้งครรภ์ทุกรายด้วยเครื่องมือมาตรฐาน เช่น แบบประเมินความเครียด (ST-5) แบบประเมินภาวะซึมเศร้า (EPDS) หรือแบบคัดกรองโรคซึมเศร้า (2Q)

จากนั้นเมื่อพบความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะเปราะบางทางสุขภาพจิต พยาบาลผดุงครรภ์ควรมีการค้นหาสาเหตุเพิ่มเติม และประสานงานกับทีมสหสาขาวิชาชีพ เพื่อให้สตรีตั้งครรภ์รับการดูแลอย่างเป็นองค์รวม

### 2. การให้ความรู้และคำแนะนำ (Educating)

การศึกษาพบว่า สตรีตั้งครรภ์ยังคงต้องการข้อมูลในการดูแลตนเองและทารกในครรภ์ รวมถึงการจัดการปัญหาเมื่อเผชิญสถานการณ์ฝุ่น PM 2.5 นอกจากนี้สตรีตั้งครรภ์ยังมีความตระหนักในการติดตามความรุนแรงของสถานการณ์ฝุ่น PM 2.5 อยู่ในระดับต่ำ<sup>22</sup> ดังนั้น พยาบาลผดุงครรภ์ควรมีการประเมินสตรีตั้งครรภ์ก่อนการให้ความรู้เกี่ยวกับสถานการณ์ฝุ่น PM 2.5 และการดูแลตนเองและทารกในครรภ์ว่ายังคงขาดความรู้ในประเด็นใดหรือมีข้อมูลในส่วนใดที่ยังไม่ถูกต้อง เพื่อให้ข้อมูลได้อย่างจำเพาะเจาะจงเป็นรายบุคคล<sup>23</sup> และควรให้ความรู้เกี่ยวกับอันตรายของฝุ่น PM 2.5 ต่อสุขภาพสตรีตั้งครรภ์และทารกในครรภ์ พร้อมแนะนำวิธีการปฏิบัติตนที่ถูกต้องและเหมาะสม ได้แก่ 1) พยาบาลผดุงครรภ์ควรแนะนำวิธีการหรือช่องทางการติดตามรายงานสถานการณ์คุณภาพอากาศในพื้นที่จากข้อมูลค่าตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ จากทางเว็บไซต์ หรือแอปพลิเคชัน Air4Thai 2) แนะนำให้สตรีตั้งครรภ์หลีกเลี่ยงการออกนอกอาคารในช่วงที่ค่าฝุ่นสูง หากมีความจำเป็นต้องออกไปข้างนอกควรสวมใส่หน้ากากอนามัย และหากต้องไปยังบริเวณที่มีค่าฝุ่น PM 2.5 ในระดับสีส้มหรือสีแดง (มีปริมาณฝุ่น PM 2.5 มากกว่า 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ควรสวมใส่หน้ากากชนิด N95 3) ให้ความรู้เรื่อง การสังเกตอาการผิดปกติ เช่น หายใจติดขัด ไอบ่อย แน่นหน้าอก วิงเวียนศีรษะ หากมีอาการเหล่านี้ให้รีบไปพบแพทย์ 4) แนะนำให้งดการทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดฝุ่นละออง เช่น จดรูป เผลาขยะ 5) แนะนำการปฏิบัติตัวขณะอยู่บ้าน โดยควรปิดประตูและหน้าต่างให้มิดชิด เพื่อลดปริมาณฝุ่นละอองเข้ามาภายในบ้าน พร้อมทำความสะอาดบ้านด้วยผ้าชุบน้ำบิดให้หมาด เพื่อลดการสะสมฝุ่นละอองขนาดเล็กภายในบ้าน 6) แนะนำให้ใช้เครื่องฟอกอากาศภายในบ้านหรืออาคารที่สามารถกรองฝุ่น PM 2.5 ได้ และ 7) แนะนำให้ติดตามข่าวสารจากทางหน่วยงานราชการเกี่ยวกับสถานการณ์ฝุ่น PM 2.5 ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพและแนวปฏิบัติที่ถูกต้องและเหมาะสม<sup>24</sup>

### 3. การจัดการระบบการดูแลสตรีตั้งครรภ์ (Care management)

โดยการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาฝุ่น PM 2.5 และประเมินความเสี่ยงของสตรีตั้งครรภ์ในการได้รับผลกระทบต่อสุขภาพ เพื่อนำมาวางแผนและพัฒนาระบบการดูแลสตรีตั้งครรภ์ โดยส่งเสริมให้มีการจัดตั้งหน่วยให้คำปรึกษาเกี่ยวกับโรคและผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่น PM 2.5 และสามารถให้คำแนะนำในกรณีฉุกเฉินได้ทันที รวมถึงสร้างระบบการติดตามดูแลอย่างต่อเนื่องและมีการส่งต่อการดูแลเพื่อช่วยเหลือสตรีตั้งครรภ์ให้เข้าถึงระบบบริการสุขภาพได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ควรสนับสนุนให้จัดการฐานข้อมูลจากประเด็นปัญหาที่พบในสถานการณ์ฝุ่น PM 2.5 ของสตรีตั้งครรภ์ เพื่อนำมาใช้รวบรวมถึงสาเหตุ และจัดการแก้ปัญหาต่อไป รวมถึงจัดทำรายงานผลการเฝ้าระวังฝุ่น PM 2.5 ของสตรีตั้งครรภ์ผ่านการประชุมคณะอนุกรรมการสาธารณสุขจังหวัดและคณะกรรมการต่าง ๆ เพื่อการหามาตรการในการจัดการแก้ไขปัญหา<sup>25</sup>

### 4. การประสานงาน (Collaboration)

โดยประสานความร่วมมือกับแพทย์และทีมสุขภาพที่เกี่ยวข้องในการดูแลสตรีตั้งครรภ์ที่มีภาวะเสี่ยง หรือภาวะเจ็บป่วยจากการได้รับผลกระทบของฝุ่น PM 2.5 รวมถึงการดูแลติดตามประเมินภาวะสุขภาพของสตรีตั้งครรภ์และทารกในครรภ์ ได้แก่ คัดกรองภาวะสุขภาพสตรีตั้งครรภ์ ประเมินการเจริญเติบโตและความผิดปกติของทารกในครรภ์ เฝ้าระวังอาการผิดปกติของสตรีตั้งครรภ์ สำหรับในรายที่พบความผิดปกติควรมีการส่งต่อการดูแลให้แก่ทีมสหสาขาวิชาชีพที่มีความเชี่ยวชาญ เช่น สูติแพทย์ กุมารแพทย์ อายุรแพทย์ จิตแพทย์ เกษัชกร นักโภชนาการ และนักสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ได้รับการดูแลแบบองค์รวม รวมถึงประสานงานสนับสนุนให้หน่วยงานสาธารณสุขท้องถิ่นดำเนินมาตรการลดมลพิษทางอากาศเพื่อป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพของสตรีตั้งครรภ์<sup>6</sup>

### การอภิปราย

จากบทบาทของพยาบาลผดุงครรภ์ในการดูแลสตรีตั้งครรภ์ในสถานการณ์ฝุ่น PM 2.5 พบว่าการดำเนินงานตามขอบเขตสมรรถนะของพยาบาลผดุงครรภ์ สามารถตอบสนองต่อปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญในปัจจุบันได้อย่างครอบคลุม โดยเฉพาะในด้านการประเมินความเสี่ยง การให้ความรู้ การจัดการระบบการดูแล และการประสานงานใน

สหสาขาวิชาชีพ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของพยาบาลผดุงครรภ์ในการป้องกันปัญหาด้านสุขภาพในสตรีตั้งครรภ์ และทารกในครรภ์จากสถานการณ์ฝุ่น PM 2.5 โดยบทบาทการดูแลสตรีตั้งครรภ์ (direct care) มีความสำคัญอย่างยิ่งในการคัดกรองและเฝ้าระวังผลกระทบของฝุ่น PM 2.5 ต่อสุขภาพร่างกายและจิตใจของสตรีตั้งครรภ์ การนำความรู้เกี่ยวกับผลกระทบของฝุ่น PM 2.5 ต่อสตรีตั้งครรภ์และทารกในครรภ์ และหลักฐานเชิงประจักษ์อื่น ๆ มาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวินิจฉัย และวางแผนการดูแลสตรีตั้งครรภ์เฉพาะราย ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการพยาบาลแบบองค์รวมในยุคปัจจุบัน สำหรับด้านการให้ความรู้และคำแนะนำ (educating) พบว่าสตรีตั้งครรภ์ยังมีความรู้เกี่ยวกับผลกระทบของฝุ่น PM 2.5 และวิธีป้องกันตนเองอยู่ในระดับต่ำ ดังนั้น การให้ข้อมูลเชิงลึกและเฉพาะเจาะจง โดยประเมินพื้นฐานความรู้เดิมของแต่ละบุคคลก่อน จะช่วยเพิ่มศักยภาพในการดูแลตนเองของสตรีตั้งครรภ์และลดความเสี่ยงต่อผลกระทบทางสุขภาพได้ ในด้านการจัดการระบบการดูแล (care management) และการประสานงาน (collaboration) พยาบาลผดุงครรภ์มีบทบาทเชิงระบบที่ช่วยให้เกิดการพัฒนาระบบการดูแลในระดับนโยบาย โดยการสร้างฐานข้อมูล การรายงานสถานการณ์ และการประสานกับทีมสหวิชาชีพ ถือเป็นกลยุทธ์ที่สามารถขับเคลื่อนการดูแลสตรีตั้งครรภ์ให้มีประสิทธิภาพและต่อเนื่อง อันจะนำไปสู่การลดอัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อนที่เกี่ยวข้องกับฝุ่น PM 2.5 ได้ อย่างไรก็ตามความท้าทายที่สำคัญคือ การเพิ่มศักยภาพของพยาบาลผดุงครรภ์ในการเข้าถึงข้อมูลคุณภาพอากาศแบบเป็นปัจจุบัน และการพัฒนาระบบส่งต่อที่มีประสิทธิภาพระหว่างหน่วยบริการสุขภาพทุกระดับ รวมถึงการจัดสรรทรัพยากร เช่น หน้ากากอนามัย N95 ให้กับกลุ่มเสี่ยงได้อย่างเพียงพอ

### สรุป

มลพิษทางอากาศจากฝุ่น PM 2.5 ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของสตรีตั้งครรภ์และทารกในครรภ์ โดยเพิ่มความเสี่ยงต่อภาวะแทรกซ้อน เช่น ภาวะความดันโลหิตสูงขณะตั้งครรภ์ ภาวะเบาหวานขณะตั้งครรภ์ การคลอดก่อนกำหนด โรคหัวใจพิการแต่กำเนิด ภาวะทารกเจริญเติบโตช้าในครรภ์ ทารกแรกเกิดน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ เป็นต้น ซึ่งพยาบาลมีบทบาทสำคัญในการดูแล รวมไปถึงการให้ความรู้เพื่อส่งเสริมพฤติกรรมป้องกันอันตรายจากฝุ่น PM 2.5 และติดตามภาวะสุขภาพ

ของสตรีตั้งครรภ์และทารกในครรภ์ เพื่อบรรเทาผลกระทบของ  
ฝุ่น PM 2.5 นอกจากนี้ยังมีบทบาทในการประสานงานกับทีม  
สหสาขาวิชาชีพในการดูแลสุขภาพสตรีตั้งครรภ์และทารก

ในครรภ์อย่างเป็นองค์รวม เพื่อผลลัพธ์ทางสุขภาพที่ดีทั้งสตรี  
ตั้งครรภ์และทารกในครรภ์

## เอกสารอ้างอิง (References)

1. United States Environmental Protection Agency. Particulate Matter (PM) Basics [Internet]. [cited 2025 Feb 1]. Available from: <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics#PM>
2. Pöschl U. Gas-particle interactions of tropospheric aerosols: Kinetic and thermodynamic perspectives of multiphase chemical reactions, amorphous organic substances, and the activation of cloud condensation nuclei. *Atmospheric Research* 2011;101(3):562-73
3. Pollution Control Department, Thailand. Air4Thai: Air quality monitoring data [Internet]. [cited 2025 Feb 1]. Available from: <http://air4thai.pcd.go.th/webV3/#/History>
4. Health Impact Assessment Division Department of Health. PM2.5 color-coded level guidelines [Internet]. [cited 2025 Mar 1]. Available from: <https://hia.anamai.moph.go.th/th/publications/5400>
5. Department of Health, Thailand. Five-Year Strategic Plan (2023–2027) [Internet]. [cited 2025 Feb 1]. Available from: [https://planning.anamai.moph.go.th/th/government-action-plan/download?id=101755&mid=35347&mkey=m\\_document&lang=th&did=31298](https://planning.anamai.moph.go.th/th/government-action-plan/download?id=101755&mid=35347&mkey=m_document&lang=th&did=31298)
6. WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide [Internet]. Geneva: World Health Organization; [cited 2025] 2021. Available from: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1>.
7. Zhang X, Fan C, Ren Z, Feng H, Zuo S, Hao J, et al. Maternal PM2.5 exposure triggers preterm birth: a cross-sectional study in Wuhan, China. *Glob Health Res Policy* 2020;5:17.
8. Zhang H, Zhang X, Wang Q, Xu Y, Feng Y, Yu Z, et al. Ambient air pollution and stillbirth: An updated systematic review and meta-analysis of epidemiological studies. *Environ Pollut* 2021;278:116752.
9. Li Z, Yan H, Zhang X, Shah S, Yang G, Chen Q, et al. Air pollution interacts with genetic risk to influence cortical networks implicated in depression. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2021;118(46):e2109310118.
10. Nan N, Yan Z, Zhang Y, Chen R, Qin G, Sang N. Overview of PM2.5 and health outcomes: Focusing on components, sources, and pollutant mixture co-exposure. *Chemosphere* 2023;323:138181.
11. Sun M, Yan W, Fang K, Chen D, Liu J, Chen Y, et al. The correlation between PM2.5 exposure and hypertensive disorders in pregnancy: A Meta-analysis. *Sci Total Environ* 2020;703:134985.
12. Honda T, Pun VC, Manjourides J, Suh H. Associations of long-term fine particulate matter exposure with prevalent hypertension and increased blood pressure in older Americans. *Environ Res* 2018;164:1-8.
13. Najafi ML, Zarei M, Gohari A, Haghghi L, Heydari H, Miri M. Preconception air pollution exposure and glucose tolerance in healthy pregnant women in a middle-income country. *Environ Health* 2020;19(1):131.
14. Cheng X, Ji X, Yang D, Zhang C, Chen L, Liu C, et al. Associations of PM2.5 exposure with blood glucose impairment in early pregnancy and gestational diabetes mellitus. *Ecotoxicol Environ Saf* 2022;232:113278.
15. Bekkar B, Pacheco S, Basu R, DeNicola N. Association of air pollution and heat exposure with preterm birth, low birth weight, and stillbirth in the US: a systematic review. *JAMA Netw Open* 2020;3(6):e208243.
16. Ju L, Hua L, Xu H, Li C, Sun S, Zhang Q, et al. Maternal atmospheric particulate matter exposure and risk of adverse pregnancy outcomes: A meta-analysis of cohort studies. *Environ Pollut* 2023;317:120704.
17. Yuan X, Liang F, Zhu J, Huang K, Dai L, Li X, et al. Maternal exposure to PM2.5 and the risk of congenital heart defects in 1.4 million births: a nationwide surveillance-based study. *Circulation* 2023;147(7):565-74.

## เอกสารอ้างอิง (References)

18. Xue T, Guan T, Geng G, Zhang Q, Zhao Y, Zhu T. Estimation of pregnancy losses attributable to exposure to ambient fine particles in south Asia: an epidemiological case-control study. *Lancet Planet Health* 2021;5(1):e15-e24.
19. Wei S, Liao J, Xue T, Yu K, Fu X, Wang R, et al. Ambient fine particulate matter and allergic symptoms in the middle-aged and elderly population: results from the PIFCOPD study. *Respir Res* 2023;24(1):139.
20. Bryan L, Landrigan P. PM2.5 pollution in Texas: a geospatial analysis of health impact functions. *Front Public Health* 2023;11:1286755.
21. Thailand Nursing and Midwifery Council. Official Announcement of the Thailand Nursing and Midwifery Council on the Scope of Practice and Core Competencies of Advanced Practice Nurses across Specialties [Internet]. Nonthaburi: Thailand Nursing and Midwifery Council; [cited 2025 Mar 1]. Available from: <https://www.tnmc.or.th/images/userfiles/files/H014.pdf>
22. Sopajaree C, Kamfoo K, Shatpattananunt B, Kietmaneerut S, Kodyee S, Wuttipan N, et al. The perceptions of pregnant women towards PM 2.5 pollution. *Journal of Science and Technology Phetchabun Rajabhat University*. 2023;3(2):10–22.
23. Puektes S, Techawathakul S. Promoting health literacy among pregnant women to prevent fine particulate matter (PM2.5) exposure: a midwife's role. *Thai Red Cross Nurs J*. 2023;16(2):42–53.
24. Department of disease control. Guidelines for Health Surveillance and Risk Communication to Enhance Health Literacy on Fine Particulate Matter (PM2.5) [Internet]. [cited 2025 Mar 3]. Available from: <https://ddc.moph.go.th/uploads/publish/1287120220815094919.pdf>
25. Henry H. Better air, better health: why dirty air makes your patients sick. *Nurs Times* 2023;119(12):22–6.