

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับฝุ่นละออง PM_{2.5} รายวันในอากาศกับการมารับการรักษาด้วยโรคระบบการหายใจและระบบหัวใจและหลอดเลือด ณ โรงพยาบาลราชบุรี อ.เมือง จ.ราชบุรี

สุทธิศักดิ์ เต็นดวงใจ,¹ พงศ์เทพ วิวรรณะเดช² และ วิโรจน์ เจียมจรัสรังษี³

¹หน่วยอาชีวเวชศาสตร์ กองตรวจโรคผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า, ²ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, ³ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 2.5 ไมครอนลงมา (Particulate matter 2.5 micrometers or less in diameter : PM_{2.5}) รายวัน ในพื้นที่อำเภอเมืองราชบุรีกับการมารับการรักษาด้วยโรคระบบการหายใจ และระบบหัวใจและหลอดเลือด ที่แผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลราชบุรี

วิธีการ เป็นการศึกษาแบบอนุกรมเวลา โดยใช้ข้อมูลระดับมลพิษอากาศจากกรมควบคุมมลพิษ ข้อมูลอุบัติเหตุจากกรมอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลเวชระเบียนของผู้ที่มาแผนกฉุกเฉิน ระหว่างวันที่ 1 สิงหาคม 2557 ถึง 30 เมษายน 2563 วิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้ Generalized Linear Model

ผลการศึกษา ระดับ PM_{2.5} ฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 10 ไมครอนลงมา (Particulate matter 10 micrometers or less in diameter : PM₁₀) ก๊าซโอโซน (O₃) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) มีค่าเฉลี่ยและสูงสุดรายวัน เกินมาตรฐาน โดย PM_{2.5} เฉลี่ยรายวันเกินมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษเฉลี่ยปีละ 37 ± 11 วัน และเกินมาตรฐานองค์การอนามัยโลกเฉลี่ยปีละ 137 ± 36 วัน ผู้ป่วยที่มาแผนกฉุกเฉินมีทั้งหมด 38,377 ครั้ง โดยเป็นโรคระบบการหายใจ 26,762 ครั้งและโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด 16,345 ครั้ง และในภาพรวมระดับ PM_{2.5} เฉลี่ยรายวันที่เพิ่มขึ้นทุก 10 มก./ม³ สัมพันธ์กับอัตราอุบัติการณ์ (incidence rate ratio : IRR) การมารับการรักษาด้วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบเพิ่มขึ้น 1.06 เท่า (95% CI 1.01-1.11) ที่ 1 วันถัดไป โรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบนเพิ่มขึ้น 1.04 เท่า (95% CI 1.02-1.07) ที่ 6 วันถัดไป และกลุ่มอายุ 0-14 ปี และกลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไปที่มีโรคประจำตัวมีความสัมพันธ์ที่มากกว่าประชากรทั่วไป

สรุป ฝุ่นละออง PM_{2.5} รายวันในพื้นที่อำเภอเมืองราชบุรีมีระดับสูงเกินมาตรฐาน และมีความสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรคระบบการหายใจและระบบหัวใจและหลอดเลือดที่เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะกลุ่มเสี่ยงสูง จึงมีข้อเสนอแนะว่า ควรมีมาตรการควบคุมแหล่งกำเนิด PM_{2.5} อย่างเคร่งครัดและต่อเนื่อง และในช่วงเวลาที่ระดับมลพิษอากาศสูงขึ้น หน่วยงานสาธารณสุขที่เกี่ยวข้องควรสื่อสารความเสี่ยงและให้คำแนะนำกับประชาชนโดยเฉพาะกลุ่มเสี่ยงสูงในการปฏิบัติตนเองเพื่อลดการสัมผัส PM_{2.5} และโรงพยาบาลควรเตรียมทรัพยากรเพื่อรองรับกับจำนวนผู้ป่วยที่อาจเพิ่มขึ้นด้วย **เชียงใหม่เวชสาร 2564;60(3): 345-58. doi: 10.12982/CMUMEDJ.2021.31**

คำสำคัญ: ฝุ่นละออง PM_{2.5} หัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน หลอดเลือดสมองตีบ ปอดอักเสบ ไข้หวัดใหญ่ หอบหืดกำเริบ ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ: สุทธิศักดิ์ เต็นดวงใจ, พบ., หน่วยอาชีวเวชศาสตร์ กองตรวจโรคผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400, ประเทศไทย
อีเมล: suttisak.lukesp@outlook.com

วันรับเรื่อง 5 กุมภาพันธ์ 2564, **วันส่งแก้ไข** 24 มีนาคม 2564, **วันยอมรับการตีพิมพ์** 7 เมษายน 2564



บทนำ

มลพิษทางอากาศเป็นปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่สำคัญและส่งผลต่อสุขภาพของประชากรทั่วโลก โดยในปี พ.ศ. 2559 เป็นสาเหตุของการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรถึง 4.2 ล้านคนจากทั่วโลก (1) ซึ่งมีปัจจัยหลักคือ ฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ซึ่งองค์การอนามัยโลกระบุว่าฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ไม่มีระดับที่ปลอดภัยต่อสุขภาพ (1) มีองค์ประกอบแตกต่างกันขึ้นกับแหล่งกำเนิดของแต่ละพื้นที่ โดยฝุ่นเข้าสู่ร่างกายผ่านการหายใจและแพร่ผ่านหลอดเลือดฝอยของถุงลม (2) ไปยังอวัยวะต่าง ๆ ก่อให้เกิดโรคระบบการหายใจ (3-8) ระบบหัวใจและหลอดเลือด (3,9-11) และมะเร็งได้ (1,3) สำหรับประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2556-2561 มีระดับมลพิษที่เกินมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษคือ ก๊าซโอโซน (O_3) PM_{10} และ $PM_{2.5}$ (12-16) ซึ่งในปี พ.ศ. 2561 มี 14 จังหวัดในภาคกลางและภาคเหนือที่มีวันที่ดัชนีคุณภาพอากาศเกินมาตรฐานมากกว่า 30 วันต่อปี (16) จังหวัดราชบุรีเป็นหนึ่งในจังหวัดในภาคกลางที่มีปัญหามลพิษทางอากาศ รองจากกรุงเทพมหานครและสมุทรสาคร โดยมีระดับ $PM_{2.5}$ ในปี พ.ศ. 2557-2561 เกินมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษ (50 มก./ m^3 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง) เฉลี่ยปีละ 40 วัน (17-20) และมีแหล่งมลพิษทางอากาศที่สำคัญคือ การเผาชีวมวลและอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา อิฐ และไม้หิน เป็นต้น การที่ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ และจังหวัดราชบุรีมีระดับ $PM_{2.5}$ สูงกว่ามาตรฐาน จึงควรมีการศึกษาว่าระดับ $PM_{2.5}$ ในจังหวัดราชบุรีนั้นสัมพันธ์กับการเกิดโรคระบบการหายใจและระบบหัวใจและหลอดเลือดอย่างไร โดยการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ รายวัน ในพื้นที่

อำเภอเมืองราชบุรีกับจำนวนผู้มารับการรักษาด้วยโรคระบบการหายใจ และระบบหัวใจและหลอดเลือด ที่แผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลราชบุรี อ.เมือง จ.ราชบุรี

วิธีการ

รูปแบบและประชากรที่ศึกษา

รูปแบบการศึกษาเป็นแบบอนุกรมเวลา (time-series study) โดยใช้ข้อมูลระดับมลพิษอากาศของอำเภอเมืองราชบุรี จากกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งมาจากสถานีตรวจวัดรหัส 24T ที่อยู่ในพื้นที่เทศบาลเมืองราชบุรี ตั้งอยู่ที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 ต.หน้าเมือง อ.เมือง จ.ราชบุรี ซึ่งห่างจากศาลากลางจังหวัดราชบุรี ประมาณ 570 เมตร ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของจังหวัดราชบุรีจากกรมอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลเวชระเบียนของผู้ที่มีภูมิลำเนาใน อ.เมือง จ.ราชบุรี ที่มารับรักษาที่แผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลราชบุรีด้วยโรคระบบการหายใจ (หอบหืดกำเริบ J45,46 ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ J44.1,44.9 ปอดอักเสบ J12-18,44.0 ไข้หวัดใหญ่ J09-11 ติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน J00-06 โรคระบบการหายใจทั้งหมด J00-99) และโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด (กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน I21 หัวใจล้มเหลว I50 หลอดเลือดสมองตีบหรือแตก I60-64 โรคระบบหัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด I00-99 ตามการจัดจำแนกของระบบบัญชีจำแนกทางสถิติระหว่างประเทศของโรคและปัญหาสุขภาพที่เกี่ยวข้อง ฉบับทบทวนครั้งที่ 10 หรือ the 10th revision of the International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems : ICD-10) ในช่วงวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2557 ถึง 30 เมษายน พ.ศ. 2563

การวิเคราะห์ข้อมูล

จำนวนผู้ป่วยที่มารักษาด้วยโรคกลุ่มระบบการหายใจและโรคกลุ่มระบบหัวใจและหลอดเลือดแสดงเป็นค่ามัธยฐานและพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ของจำนวนผู้ป่วยรายวันและจำนวนผู้ป่วยทั้งหมดแยกตามโรค ส่วนระดับมลพิษทางอากาศ ได้แก่ PM₁₀ PM_{2.5} O₃ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) และก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน และพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ของระดับมลพิษรายวันตลอดการศึกษา และจำนวนวันและสัดส่วนวันที่เกินค่ามาตรฐานกรมควบคุมมลพิษและองค์การอนามัยโลกเฉลี่ยต่อปี และแสดงแผนภูมิค่าสูงสุดและต่ำสุด ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของระดับมลพิษต่อเดือนเทียบกับทั้งสองมาตรฐานสำหรับวันที่ไม่มีข้อมูลมลพิษอากาศจะรายงานเป็นจำนวนวันและร้อยละของข้อมูลทั้งหมดและไม่ถูกนำมาวิเคราะห์

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับฝุ่นละออง PM_{2.5} รายวัน และจำนวนผู้มารับการรักษาด้วยโรคระบบการหายใจ และระบบหัวใจและหลอดเลือด

$$\log(E[\text{sick}]) = \alpha + \beta_1(PM_{2.5}) + \beta_2(PM_{10-2.5}) + \beta_3(SO_2) + \beta_4(CO) + \beta_5(NO_2) + \beta_6(O_3) + \beta_6(RelativeHumidity) + \beta_7(Temperature) + \beta_8(AtmosphericPressure) + \beta_9(Rainfall) + \beta_{10}(WindSpeed) + \beta_{11}(Holiday) + \log(PopulationAtRisk)$$

โดย E_[Sick] คือจำนวนผู้ป่วยของแต่ละโรค และ log(population at risk) คือ offset parameter ซึ่งใช้จำนวนประชากรกลางปีของอำเภอเมืองราชบุรี ที่ได้มาจากคลังข้อมูลสุขภาพ (Health Data Center; HDC) ของศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข จากนั้นประมาณอัตราส่วนอุบัติการณ์ (Incident rate ratio: IRR) การเกิดโรคแต่ละโรคเมื่อระดับ PM_{2.5} เพิ่มขึ้น 10 มคก./ม³

เลือด ที่แผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลราชบุรี ใช้โปรแกรม R รุ่น 4.0.3 (2020-10-10) และใช้ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 โดยเริ่มจากคำนวณระดับ PM_{10-2.5} (เนื่องจากการวัดระดับ PM₁₀ จะรวมปริมาณ PM_{2.5} เข้าไปด้วย) จากสมการ $PM_{10-2.5} = P_{10} - PM_{2.5}$ แล้วรวมข้อมูลรายชั่วโมงเป็นรายวัน โดยแบบจำลองที่ 1 ใช้ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง และแบบจำลองที่ 2 ใช้ค่าสูงสุดรายวัน และใช้สถิติ generalized linear model โดยให้การกระจายเป็นแบบปัวซองหรือแบบทวินามนิเสธ ตามการกระจายของจำนวนผู้ป่วยรายวันในแต่ละโรค จากนั้นวิเคราะห์แบบสองตัวแปรเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับมลพิษรายวันและอูดุนิยมรายวัน กับจำนวนผู้ป่วยรายวันของแต่ละโรค แต่ละคู่โดยพิจารณา Lag time ที่ 0-7 วัน (8) โดย Lag time ที่มี p-value น้อยที่สุดจะเป็นตัวแทนของคู่ ๆ นั้น แล้ววิเคราะห์แบบหลายตัวแปรเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับ PM_{2.5} รายวัน กับจำนวนผู้ป่วยรายวันในแต่ละโรค โดยควบคุมระดับมลพิษอากาศรายวันชนิดอื่น อูดุนิยมวิทยารายวัน และวันหยุด โดยมีรูปแบบสมการดังนี้

เมื่อควบคุมตัวแปรอื่นได้ดังนี้

$$\text{Adjusted indident rate ratio} = e^{10 \times \beta_1}$$

จากนั้นวิเคราะห์กลุ่มย่อยโดยแบ่งตามเพศ กลุ่มอายุ (0-14 ปี, 15-64 ปี และ 65 ปีขึ้นไป) โรคประจำตัวในกลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไป (โรคเบาหวาน E10-E14, โรคไขมันในเลือดสูง E780-E789, โรคความดันโลหิตสูง I10-I15 และโรคปอดเรื้อรัง J44-J46) และการสูบบุหรี่ โดยจำนวนประชากรที่ใช้ใน

offset parameter จะแตกต่างกันในแต่ละกลุ่มย่อย โดยกลุ่มย่อยที่แบ่งตามเพศและกลุ่มอายุใช้ข้อมูลประชากรกลางปีอำเภอเมืองราชบุรี กลุ่มย่อยที่แบ่งตามการสูบบุหรี่ใช้การคำนวณจำนวนประชากรที่สูบบุหรี่จากสัดส่วนผู้สูบบุหรี่ที่มาแผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลราชบุรีในแต่ละปีกับจำนวนประชากรกลางปีของปีนั้น ๆ และกลุ่มย่อยที่แบ่งตามโรคประจำตัวในกลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไป ใช้การคำนวณจำนวนประชากรอายุ 65 ปีขึ้นไป ที่มีโรคประจำตัวจากสัดส่วนผู้ที่มีอายุ 65 ปีขึ้นไป ที่มีโรคประจำตัว 4 โรคที่มาแผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลราชบุรีในแต่ละปีกับจำนวนประชากรกลางปีอายุ 65 ปีขึ้นไปของปีนั้น ๆ

ผลการศึกษา

ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2557 ถึง 30 เมษายน พ.ศ. 2563 มีข้อมูลระดับมลพิษอากาศของอ.เมือง จ.ราชบุรี รวม 2,099 วัน ซึ่งมีวันที่ไม่มีข้อมูลมลพิษอากาศดังนี้ $PM_{2.5}$ 112 วัน (ร้อยละ 5.34) PM_{10} 97 วัน (ร้อยละ 4.62) ก๊าซโอโซน 142 วัน (ร้อยละ 6.77) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 111 วัน (ร้อยละ 5.29) NO_2 84 วัน (ร้อยละ 4.00) และ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ 94 วัน (ร้อยละ 4.48) โดยพบว่า $PM_{2.5}$ PM_{10} ก๊าซโอโซน และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เฉลี่ยรายวันเกินมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษและองค์การอนามัยโลกตามตารางที่ 1 ซึ่งมีระดับ $PM_{2.5}$ เฉลี่ยรายวัน 27.85 ± 22.40 มคก./ m^3 ระดับ PM_{10} เฉลี่ยรายวัน 48.5 ± 31.10 มคก./ m^3 ระดับก๊าซโอโซน เฉลี่ยรายวัน 24.23 ± 21.14 ppb และระดับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เฉลี่ยรายวัน 1.35 ± 1.99 ppb ส่วนก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ นั้นไม่เกินค่ามาตรฐานทั้งสองมาตรฐาน โดยแนวโน้มของ

ระดับมลพิษอากาศทั้งหมด แสดงตามแผนภูมิที่ 1 และมีผู้ป่วยที่มาแผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลราชบุรีด้วยโรคระบบการหายใจ และระบบหัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด 38,377 ครั้ง จากผู้ป่วย 22,161 คน แบ่งเป็นเพศชาย 11,230 คน (ร้อยละ 50.7) เป็นผู้สูบบุหรี่ 3,126 คน (ร้อยละ 14.11) เป็นกลุ่มอายุ 0-14 ปี 6,229 คน (ร้อยละ 28.1) กลุ่มอายุ 15-64 ปี 9,457 คน (ร้อยละ 42.5) และกลุ่มอายุมากกว่า 65 ปี 6,505 คน (ร้อยละ 29.3) ซึ่งในกลุ่มอายุมากกว่า 65 ปี มีโรคประจำตัวอย่างน้อยหนึ่งโรคจำนวน 5,604 คน (ร้อยละ 84.0) โดยเป็นโรคเบาหวาน 2,595 คน (ร้อยละ 46.3) ความดันโลหิตสูง 5,089 คน (ร้อยละ 90.8) ไขมันในเลือดสูง 4,296 คน (ร้อยละ 76.6) และโรคปอดเรื้อรัง 929 คน (ร้อยละ 16.6)

ผู้ป่วยที่มาแผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลราชบุรี แยกแยะจำนวนผู้ป่วยรายวันในแต่ละโรค ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งในภาพรวมมาด้วยกลุ่มโรคระบบการหายใจจำนวนทั้งหมด 26,762 ครั้ง โดยเป็นโรคทางเดินหายใจส่วนบนมากที่สุดจำนวน 10,204 ครั้ง โรคปอดอักเสบ 4,192 ครั้ง โรคหอบหืดกำเริบ 3,223 ครั้ง โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ 2,675 ครั้ง และโรคไข้หวัดใหญ่ 540 ครั้ง และกลุ่มโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดทั้งหมดจำนวน 16,345 ครั้ง โดยในจำนวนนี้เป็นโรคหลอดเลือดสมองตีบหรือแตกมากที่สุดจำนวน 2,499 ครั้ง โรคหัวใจล้มเหลว 2,277 ครั้ง และโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน 1,310 ครั้ง

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ $PM_{2.5}$ กับอัตราส่วนอุบัติการณ์ (incidence rate ratio : IRR) ของการมารับการรักษาที่แผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลด้วยโรคแต่ละชนิดเมื่อควบคุมปัจจัยอื่นให้คล้ายกันทั้งในภาพรวมและกลุ่มย่อยที่แบ่งตามเพศ กลุ่มอายุ (0-14 ปี, 15-64 ปี และ 65 ปีขึ้นไป) โรคประจำตัวใน



แผนภูมิที่ 1. แนวโน้มของระดับมลพิษอากาศ วันที่ 1 สิงหาคม 2557 ถึง 30 เมษายน 2563

กลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไป (โรคเบาหวาน, โรคไขมันในเลือดสูง, โรคความดันโลหิตสูง และโรคปอดเรื้อรัง) และการสูบบุหรี่ ได้นำเสนอความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติตามตารางที่ 3 และสมการของความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติตามตารางที่ 1

และ 2 โดยในภาพรวม ระดับ PM_{2.5} เฉลี่ยรายวันที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 10 มคก./ม³ (แบบจำลอง 1) สัมพันธ์กับโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบเพิ่มขึ้น 1.06 เท่า (95% CI 1.01-1.11) ที่ 1 วันถัดไป โรคติดเชื้ทางเดินหายใจส่วนบนเพิ่มขึ้น 1.04 เท่า (95% CI 1.02-1.07) ที่

ตารางที่ 1. จำนวนวันเฉลี่ยต่อปีและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ระดับมลพิษอากาศเฉลี่ยรายวันสูงเกินค่ามาตรฐานกรมควบคุมมลพิษ (TPCD) และองค์การอนามัยโลก (WHO) และสถิติเชิงพรรณนาของระดับมลพิษอากาศวันที่ 1 สิงหาคม 2557 ถึง 30 เมษายน 2563

สารมลพิษ	TPCD	WHO	ค่าต่ำสุด	P ₂₅	ค่าเฉลี่ย±SD	มัธยฐาน	P ₇₅	ค่าสูงสุด
PM _{2.5}	11±37	137±36	1	12	27.85±22.40 มคก./ม ³	22	37	305
PM ₁₀	4±4	115±24	1	27	48.5±31.10 มคก./ม ³	41	63	954
O ₃	1±0	10±5	0	8	24.23±21.14 ppb	19	34	166
SO ₂	0	2±4	0	0	1.35±1.99 ppb	1	2	171
NO ₂	0	0	0	2	6.08±5.87 ppb	5	8	77
CO	0	0	0	0.4	0.56±0.23 ppm	0.5	0.7	4.1

*ค่ามาตรฐาน (TPCD, Thailand Pollution Control Department; WHO) PM_{2.5} 50 มคก./ม³ ต่อ 24 ชั่วโมง, 25 มคก./ม³ ต่อ 24 ชั่วโมง PM₁₀ 120 มคก./ม³ ต่อ 24 ชั่วโมง, 50 มคก./ม³ ต่อ 24 ชั่วโมง O₃ 70 ppb (140 มคก./ม³) ต่อ 8 ชั่วโมง, 50 ppb (100 มคก./ม³) ต่อ 8 ชั่วโมง SO₂ 120 ppb (300 มคก./ม³) ต่อ 24 ชั่วโมง, 7 ppb (20 มคก./ม³) ต่อ 24 ชั่วโมง NO₂ 170 ppb (320 มคก./ม³) ต่อ 1 ชั่วโมง, 106 ppb (200 มคก./ม³) ต่อ 24 ชั่วโมง CO 9 ppm ต่อ 8 ชั่วโมงทั้งสองมาตรฐาน

ตารางที่ 2. จำนวนครั้งของการมาแผนกฉุกเฉินทั้งหมด และ ค่ามัธยฐาน พิสัยระหว่างควอร์ไทล์ (IQR) และจำนวนผู้ป่วยน้อยสุด-มากที่สุด รายวัน ในช่วงวันที่ 1 สิงหาคม 2557 ถึง 30 เมษายน 2563

โรค	จำนวนครั้งทั้งหมด	มัธยฐาน (IQR)	จำนวนผู้ป่วยรายวันน้อยสุด – มากสุด
หอบหืดกำเริบ	3,223	1 (2)	0-9
ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ	2,675	1 (2)	0-7
ปอดอักเสบ	4,192	2 (2)	0-11
ไข้หวัดใหญ่	540	0 (0)	0-7
ติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน	10,204	4 (4)	0-23
ระบบการหายใจทั้งหมด	26,762	12 (7)	0-35
กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน	1,310	0 (1)	0-4
หัวใจล้มเหลว	2,277	1 (2)	0-7
หลอดเลือดในสมองตีบหรือแตก	2,499	1 (2)	0-6
ระบบหัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด	16,345	8 (4)	0-22

6 วันถัดไป และระดับ PM_{2.5} สูงสุดรายวันที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 10 มคก./ม³ (แบบจำลอง 2) สัมพันธ์กับโรคปอดอักเสบเพิ่มขึ้น 1.02 เท่า (95% CI 1.00-1.04) ที่วันเดียวกัน โรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบนเพิ่มขึ้น 1.02 เท่า (95% CI 1.01-1.03) ที่ 6 วันถัดไป และโรคระบบการหายใจทั้งหมดเพิ่มขึ้น 1.01 เท่า (95% CI 1.00-1.02) ที่ 3 วันถัดไป

อภิปรายผล

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแรกในพื้นที่ จ.ราชบุรี ในประเด็นความสัมพันธ์ระหว่างระดับ PM_{2.5} ที่เพิ่มขึ้นกับการมารับการรักษาด้วยโรคระบบการหายใจและระบบหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งเป็นการศึกษาที่มีขนาดใหญ่พอสมควร เนื่องจากใช้ข้อมูลการมารับการรักษาที่แผนกฉุกเฉินทั้งหมดของโรงพยาบาล

ตารางที่ 3. ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ PM_{2.5} เฉลี่ยรายวัน (แบบจำลอง 1) และมากที่สุดรายวัน (แบบจำลอง 2) ที่เพิ่มขึ้น 10 มกค./ม³ กับการมาโรงพยาบาลด้วยโรคแต่ละชนิดในประชากรทั้งหมด

แบบจำลอง 1 : โรค	LAG	ADJ. IRR	95% CI	แบบจำลอง 2 : โรค	LAG	ADJ. IRR	95% CI
ภาพรวม				ภาพรวม			
ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ	1	1.06*	(1.01 - 1.11)	ปอดอักเสบ	7	1.02**	(1.005 - 1.04)
ติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน	6	1.04***	(1.02 - 1.07)	ติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน	6	1.02**	(1.01 - 1.03)
เพศ : ชาย				การหายใจทั้งหมด			
ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ	1	1.09**	(1.03 - 1.15)		2	1.01*	(1.001 - 1.02)
ติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน	7	1.03*	(1.002 - 1.06)	เพศ : ชาย			
การหายใจทั้งหมด	2	1.02*	(1.003 - 1.04)	ติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน	6	1.02*	(1.002 - 1.03)
เพศ : หญิง				เพศ : หญิง			
ปอดอักเสบ	0	1.07*	(1.02 - 1.12)	ปอดอักเสบ	0	1.04**	(1.01 - 1.06)
ไข้หวัดใหญ่	2	0.81**	(0.69 - 0.94)	สถานะการสูบบุหรี่ : สูบบุหรี่			
สถานะการสูบบุหรี่ : สูบบุหรี่				ไข้หวัดใหญ่	1	1.15*	(1.01 - 1.25)
ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ	0	1.07*	(1.01 - 1.13)	สถานะการสูบบุหรี่ : ไม่สูบบุหรี่			
สถานะการสูบบุหรี่ : ไม่สูบบุหรี่				ปอดอักเสบ	0	1.02***	(1.01 - 1.04)
การหายใจทั้งหมด	3	1.02*	(1.001 - 1.04)	ติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน	6	1.02***	(1.01 - 1.04)
กลุ่มอายุ : อายุ 0 – 14 ปี				การหายใจทั้งหมด	3	1.01*	(1.001 - 1.02)
ติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน	7	1.05***	(1.02 - 1.09)	กลุ่มอายุ : อายุ 0 – 14 ปี			
การหายใจทั้งหมด	7	1.06***	(1.03 - 1.09)	ติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน	7	1.02*	(1.002 - 1.03)
กลุ่มอายุ : อายุ 65 ปี ขึ้นไป				การหายใจทั้งหมด	7	1.02**	(1.01 - 1.03)
ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ	0	1.11***	(1.05 - 1.17)	โรคประจำตัวของผู้ที่อายุ 65 ปี ขึ้นไป : เบาหวาน			
ปอดอักเสบ	1	1.07**	(1.02 - 1.11)	ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ	1	1.05*	(1.01 - 1.09)
ไข้หวัดใหญ่	1	0.58*	(0.35 - 0.9)	โรคประจำตัวของผู้ที่อายุ 65 ปี ขึ้นไป : ความดันโลหิตสูง			
การหายใจทั้งหมด	1	1.04***	(1.02 - 1.07)	ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ	0	1.03*	(1.00 - 1.06)
หัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด	6	1.03*	(1.00 - 1.05)	หัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด	6	1.01*	(1.001 - 1.02)
โรคประจำตัวของผู้ที่อายุ 65 ปี ขึ้นไป : เบาหวาน				โรคประจำตัวของผู้ที่อายุ 65 ปี ขึ้นไป : ไม่มีโรคทั้ง 4 โรค			
ไข้หวัดใหญ่	2	0.40**	(0.19 - 0.75)	ติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน	0	1.14**	(1.03 - 1.25)
เส้นเลือดในสมองตีบหรือแตก	4	0.82**	(0.73 - 0.93)	มีนัยสำคัญทางสถิติ * $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$			
หัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด	6	1.03*	(1.006 - 1.06)	Lag หมายถึงจำนวนวันระหว่างวันที่ความสัมพันธ์ระดับ PM _{2.5}			
โรคประจำตัวของผู้ที่อายุ 65 ปี ขึ้นไป : ความดันโลหิตสูง				รายวันสัมพันธ์กับอัตราอุบัติการณ์การมาแผนกฉุกเฉินด้วยโรคนั้น			
ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ	0	1.10**	(1.04 - 1.18)	Adjusted IRR หมายถึงอัตราอุบัติการณ์ (IRR) เมื่อควบคุมปัจจัยอื่น			
ปอดอักเสบ	0	1.06*	(1.001 - 1.13)	ให้คล้ายกันแล้ว (ระดับมลพิษรายวันชนิดอื่น อุณหภูมิรายวัน			
ระบบการหายใจทั้งหมด	1	1.03*	(1.00 - 1.07)	และวันหยุด)			
หัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด	6	1.03**	(1.01 - 1.05)				
โรคประจำตัวของผู้ที่อายุ 65 ปี ขึ้นไป : ไขมันในเลือดสูง							
ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ	2	1.07*	(1.001 - 1.13)				
โรคประจำตัวของผู้ที่อายุ 65 ปี ขึ้นไป : โรคปอดเรื้อรัง							
ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ	0	1.08**	(1.02 - 1.14)				

ราชบุรีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 ซึ่งเป็นปีแรกที่มีสถานีตรวจวัดระดับ $PM_{2.5}$ ในอากาศที่ จ.ราชบุรี และโรงพยาบาลราชบุรีเป็นโรงพยาบาลศูนย์ทำให้ไม่ต้องส่งต่อผู้ป่วยไปยังที่อื่น

ระดับมลพิษอากาศจากสถานีตรวจวัดในพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดราชบุรี พบว่าระดับ $PM_{2.5}$ PM_{10} ก๊าซโอโซน และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สูงเกินค่าทั้งมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษและองค์การอนามัยโลก เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Chaicharn และคณะ (2019) (7,8) ที่ อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ พบว่าระดับมลพิษอากาศใกล้เคียงกัน ทำให้เห็นว่าปัญหามลพิษอากาศไม่ได้จำกัดอยู่เฉพาะพื้นที่ภาคเหนือที่มักมีเรื่องหมอกควันเท่านั้น ในขณะที่ต่างประเทศ เช่น สาธารณรัฐประชาชนจีน นั้นมีระดับมลพิษอากาศสูงกว่าประเทศไทยและ จ.ราชบุรี โดยการศึกษาของ Xu และคณะ (2016) (21) ที่กรุงปักกิ่งและ Amsulu และคณะ (2019) (22) ที่กรุงปักกิ่งประเทศจีน เช่นกัน พบว่ามีระดับ $PM_{2.5}$ เฉลี่ยตลอดการศึกษาที่ 102.1 ± 73.6 มคก./ m^3 และ 76.86 ± 66.38 มคก./ m^3 ตามลำดับ ในขณะที่การศึกษาของ Hung และคณะ (2019) (23) ที่รัฐจอร์เจีย ประเทศสหรัฐอเมริกา มีระดับ $PM_{2.5}$ เฉลี่ยรายวันอยู่ที่ 11.04 ± 5.00 มคก./ m^3 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแม้ระดับมลพิษอากาศไม่เกินค่ามาตรฐานก็มีการศึกษาถึงผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษอากาศเช่นเดียวกัน

การศึกษานี้มีผู้ป่วยมารับการรักษาด้วยโรคระบบการหายใจและระบบหัวใจและหลอดเลือดที่แผนกฉุกเฉินรวม 38,377 ครั้ง ซึ่งมีจำนวนการมาแผนกฉุกเฉินมากกว่าการศึกษาของ Chaicharn และคณะ (2019) (7,8) ที่มีการมาแผนกฉุกเฉินรวม 3,009 ครั้ง แต่มีจำนวนการมาแผนกฉุกเฉินน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการศึกษาในต่างประเทศ เช่น สาธารณรัฐประชาชนจีน โดยการศึกษาของ Am-

sulu และคณะ (2019) (22) มีการนอนโรงพยาบาลด้วยโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด 460,938 ครั้ง การศึกษาของ Xu และคณะ (2016) (21) มีการมารับการรักษาที่แผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลด้วยโรคระบบการหายใจ 92,464 ครั้ง หรือสหรัฐอเมริกา โดยการศึกษาของ Hung และคณะ (2019) (23) ศึกษาเฉพาะในผู้ป่วยเด็กที่มารับการรักษาที่แผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลจำนวน 310,552 ครั้ง ซึ่งการที่การศึกษานี้มีจำนวนการมาแผนกฉุกเฉินที่น้อยกว่าการศึกษาอื่นในต่างประเทศ อาจทำให้พบความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติได้ยากกว่า

ความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติส่วนใหญ่ที่พบได้จากแบบจำลอง 1 ที่ใช้ค่าเฉลี่ยรายวันของระดับมลพิษอากาศแต่ละชนิด มากกว่าแบบจำลอง 2 ที่ใช้ค่าสูงสุดรายวัน คาดว่าเกิดจากการที่ค่าเฉลี่ยระดับมลพิษอากาศรายวันเพิ่มมากขึ้น ระดับมลพิษอากาศรายชั่วโมงส่วนใหญ่ของวันนั้นจะสูงขึ้นตามไปด้วย แปลว่าประชาชนในพื้นที่มีโอกาสสัมผัสมลพิษอากาศมากขึ้น ในขณะที่ค่าสูงสุดรายวันระดับมลพิษอากาศรายวันอาจเพิ่มขึ้นจากระดับมลพิษอากาศรายชั่วโมงที่สูงเพียงชั่วโมงเดียว ซึ่งการสัมผัสมลพิษอากาศที่สูงเพียงชั่วโมงเดียวอาจไม่มากพอที่จะกระตุ้นให้เกิดหรือการกำเริบของโรคระบบการหายใจและระบบหัวใจและหลอดเลือด

ในภาพรวมความสัมพันธ์ระหว่างระดับ $PM_{2.5}$ ที่เพิ่มขึ้นกับการมารับการรักษาด้วยโรคระบบการหายใจ พบว่าระดับ $PM_{2.5}$ เฉลี่ยรายวันที่เพิ่มขึ้น 10 มคก./ m^3 สัมพันธ์กับโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบเพิ่มขึ้น 1.06 เท่า (95% CI 1.01-1.11) ที่ 1 วันถัดไป สอดคล้องกับกับการศึกษาของ Li (2016) (4) และ Chaicharn และคณะ (2019) (7,8) ซึ่งมีระดับมลพิษอากาศใกล้เคียงกับอำเภอเมืองราชบุรี ส่วนระดับ $PM_{2.5}$ สูงสุดรายวันที่เพิ่มขึ้น 10 มคก./ m^3 สัมพันธ์กับโรคปอดอักเสบเพิ่มขึ้น 1.02 เท่า (95%CI

1.00-1.04) ที่วันเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Croft (2019) ในรัฐนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา (24) ในขณะที่การศึกษา Chaicharn และคณะ (2019) (8) ไม่พบความสัมพันธ์กับโรคปอดอักเสบ นอกจากนี้ยังพบว่าทั้งระดับ PM_{2.5} เฉลี่ยรายวันและสูงสุดรายวันที่เพิ่มขึ้นนั้นสัมพันธ์กับโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบนเพิ่มขึ้น 1.04 เท่า (95% CI 1.02-1.07) ที่ 6 วันถัดไป และ 1.02 เท่า (95% CI 1.01-1.03) ที่ 6 วันถัดไป ตามลำดับ ซึ่งก็สอดคล้องกับการศึกษาของ Croft (2019) (24) และ Xu (2016) (21) เช่นเดียวกัน

ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างระดับ PM_{2.5} ที่เพิ่มขึ้นกับการมารับการรักษาด้วยโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดนั้นไม่พบความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติในการวิเคราะห์ในภาพรวม ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Amsulu และคณะ (2019) (22) ที่กรุงปักกิ่ง ที่พบความสัมพันธ์กับทุกกลุ่มอายุ ซึ่งอาจเกิดจากการศึกษามีขนาดตัวอย่างที่ใหญ่กว่ามากและมีระดับมลพิษอากาศสูงกว่าดังที่กล่าวในข้างต้น อย่างไรก็ตาม เมื่อวิเคราะห์แยกตามกลุ่มอายุพบว่ากลุ่มอายุ 65 ปี ขึ้นไปนั้นพบความสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดทั้งหมดเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Amsulu และคณะ (2019) (22) ที่พบว่ากลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไป มีขนาดความสัมพันธ์ที่มากกว่ากลุ่มอายุน้อยกว่า 65 ปี แสดงให้เห็นว่ากลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไป เป็นกลุ่มเสี่ยงที่ได้รับผลกระทบจากมลพิษอากาศ

การศึกษานี้ได้ทำการวิเคราะห์กลุ่มย่อยตามปัจจัยระดับบุคคลคือ แบ่งตามเพศ การสูบบุหรี่ และกลุ่มอายุ 0-14 ปี, 15-64 ปี, และ 65 ปีขึ้นไป และผู้ที่มีอายุ 65 ปีขึ้นไป แบ่งตามโรคประจำตัวเป็นโรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคไขมันในเลือดสูง โรคปอดเรื้อรัง และกลุ่มที่ไม่มีโรคประจำ

ตัวทั้ง 4 โรค ซึ่งเมื่อแบ่งตามเพศพบว่า PM_{2.5} ที่เพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรคระบบการหายใจ โดยเพศชายพบความสัมพันธ์กับโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบเพิ่มขึ้น และโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบนเพิ่มขึ้น ขณะที่เพศหญิงพบความสัมพันธ์กับโรคปอดอักเสบเพิ่มขึ้น ซึ่งการที่พบความสัมพันธ์ของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังในเพศชายนั้นอาจเนื่องจากการศึกษานี้สัดส่วนการสูบบุหรี่ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบในเพศชายมากกว่าเพศหญิง อย่างไรก็ตาม การพบความสัมพันธ์กับโรคปอดอักเสบซึ่งเป็นโรคระบบการหายใจที่รุนแรงกว่าโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบนในเพศหญิงที่มากกว่าเพศชายนั้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Xu และคณะ (2016) (21) ที่พบว่าเพศหญิงมีความเสี่ยงในการมารับการรักษาด้วยโรคระบบการหายใจที่แผนกฉุกเฉินมากกว่าเพศชาย โดยอธิบายว่าอาจเกิดจากลักษณะการสะสมของอนุภาคฝุ่น PM_{2.5} ที่แตกต่างกันระหว่างเพศ (21) ในขณะที่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างระดับ PM_{2.5} ที่เพิ่มขึ้นกับการมารับการรักษาด้วยโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดทั้งในเพศหญิงและชาย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Chaicharn และคณะ (2019) (8) ที่ไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าวเช่นเดียวกัน แต่แตกต่างกับการศึกษาของ Amsulu และคณะ (2019) (22) ซึ่งพบความสัมพันธ์กับการนอนโรงพยาบาลด้วยโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด โรคหลอดเลือดหัวใจ และโรคหัวใจเต้นผิดจังหวะ ซึ่งคาดว่าการศึกษาที่ไม่พบความสัมพันธ์ในการศึกษานี้อาจเนื่องจากจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่น้อยกว่าและระดับมลพิษอากาศที่ต่ำกว่าการศึกษาของ Amsulu และคณะ (22) ดังกล่าวมาแล้ว

เมื่อแบ่งตามการสูบบุหรี่พบว่า ระดับ PM_{2.5} ที่เพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรคระบบการหายใจ โดยกลุ่มผู้สูบบุหรี่พบความสัมพันธ์กับ

โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบเพิ่มขึ้น ส่วนกลุ่มผู้ที่ไม่สูบบุหรี่พบความสัมพันธ์กับโรคปอดอักเสบเพิ่มขึ้น โรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบนเพิ่มขึ้น และโรคระบบการหายใจทั้งหมดเพิ่มขึ้น ซึ่งในกรณีของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบอาจเป็นผลจากการสูบบุหรี่ ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง แต่การที่พบความสัมพันธ์ของโรคระบบการหายใจอื่นในกลุ่มผู้ไม่สูบบุหรี่มากกว่ากลุ่มที่สูบบุหรี่นั้น อาจเกิดจากผู้สูบบุหรี่ได้รับสารในควันบุหรี่ซึ่งก่อให้เกิดการอักเสบของทางเดินหายใจเรื้อรังอยู่แล้วทำให้ไม่เห็นการตอบสนองเมื่อระดับ $PM_{2.5}$ เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเหมือนผู้ที่ไม่สูบบุหรี่ (25) ส่วนการที่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างระดับ $PM_{2.5}$ ที่เพิ่มขึ้นกับการมารับการรักษาด้วยโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดในทั้งสองกลุ่มนั้น อาจเกิดจากจำนวนการมาโรงพยาบาลด้วยโรคดังกล่าวที่น้อยกว่าในการศึกษาอื่น

เมื่อแบ่งตามกลุ่มอายุพบว่าเฉพาะกลุ่มอายุ 0-14 ปี และกลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไป ระดับ $PM_{2.5}$ ที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรคระบบการหายใจ กล่าวคือ กลุ่มอายุ 0-14 ปี สัมพันธ์กับโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบนและโรคระบบการหายใจทั้งหมดเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องบางส่วนกับศึกษาของ Hung และคณะ (2019) ในรัฐจอร์เจีย (23) แต่การที่ไม่พบความสัมพันธ์กับโรคระบบการหายใจอื่นอาจเนื่องจากจำนวนผู้ป่วยที่น้อยตามที่กล่าวแล้วข้างต้น และในกลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไป สัมพันธ์กับโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบเพิ่มขึ้น โรคปอดอักเสบเพิ่มขึ้น และโรคระบบการหายใจทั้งหมดเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Xu และคณะ (2016) (21) ซึ่งความสัมพันธ์ที่พบนั้นแสดงให้เห็นว่า กลุ่มอายุ 0-14 ปี และ 65 ปีขึ้นไป อาจเป็นกลุ่มเสี่ยงที่จะเกิดโรคระบบการหายใจมากกว่ากลุ่มอายุ 15-64 ปี แต่การศึกษาของ Xu และคณะ (2016) (21) พบความสัมพันธ์ในทุกกลุ่มอายุ และกลุ่มอายุ

65 ปีขึ้นไป มีขนาดความสัมพันธ์มากกว่ากลุ่มอายุต่ำกว่า 65 ปี ซึ่งอาจเกิดจากระดับมลพิษอากาศของอำเภอเมืองราชบุรีมีระดับต่ำกว่าในประเทศจีน ทำให้พบความสัมพันธ์เฉพาะในกลุ่มที่เสี่ยงสูงเท่านั้น ส่วนกรณีของโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดนั้นพบความสัมพันธ์ในกลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไปเท่านั้น โดยพบว่าสัมพันธ์กับโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดทั้งหมดเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่ากลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไป อาจเป็นกลุ่มเสี่ยงที่จะเกิดโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด อย่างไรก็ตาม ผลที่ได้แตกต่างจากการศึกษาของ Amsulu และคณะ (2019) (22) ที่พบความสัมพันธ์ในทุกกลุ่มอายุ ตามเหตุผลที่กล่าวในข้างต้น

เมื่อแบ่งตามโรคประจำตัว 4 โรค ในกลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไป พบว่ากลุ่มที่มีโรคประจำตัว ระดับ $PM_{2.5}$ ที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรคระบบการหายใจ กล่าวคือ ผู้ที่เป็นโรคเบาหวานสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือดทั้งหมดและโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ผู้ที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ โรคปอดอักเสบ โรคระบบการหายใจทั้งหมดและโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด ผู้ที่เป็นโรคไขมันในเลือดสูงสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ ผู้ที่มีโรคปอดเรื้อรังสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ โรคระบบการหายใจทั้งหมด และโรคหัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด และผู้ที่ไม่มียโรคประจำตัวทั้ง 4 โรคสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน ดังนั้นผู้ที่มี อายุ 65 ปีขึ้นไป ที่เป็นโรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง หรือไขมันในเลือดสูง เป็นกลุ่มเสี่ยงที่จะเกิดโรคระบบการหายใจ และระดับ $PM_{2.5}$ ที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรคระบบหัวใจและ

หลอดเลือด กล่าวคือ ผู้ที่เป็นโรคเบาหวานและโรคความดันโลหิตสูงสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดทั้งหมดเพิ่มขึ้น ในขณะที่ไม่พบความสัมพันธ์ในกลุ่มโรคไขมันในเลือดสูงและโรคปอดเรื้อรัง ดังนั้นผู้ที่มีอายุ 65 ปีขึ้นไป ที่เป็นโรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง เป็นกลุ่มเสี่ยงที่จะเกิดโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด ทั้งนี้พบว่ากลุ่มที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงนั้นพบความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งโรคระบบการหายใจและโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดที่มากกว่ากลุ่มโรคอื่น ๆ ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมของ Kobo และคณะ (2021) (26) ที่พบว่าทั้งความดันโลหิตสูงและไขมันในเลือดสูงสัมพันธ์กับโรคปอดและสมรรถภาพปอดที่ลดลง และโรคเบาหวานสัมพันธ์กับการเสียชีวิตที่มากขึ้นด้วยโรคระบบการหายใจซึ่งคาดว่าจะเกิดจากการบาดเจ็บของหลอดเลือดโดยจากการทดลองในหนูพบว่าโรคเบาหวานเพิ่มการอักเสบและการตายของเซลล์ในปอดของหนู และพบว่าผู้ที่เป็นความดันโลหิตสูงที่ได้รับ PM_{2.5} มีความแปรผันของอัตราการเต้นหัวใจ (heart rate variability) ลดลง และมาโรงพยาบาลด้วยโรคหัวใจล้มเหลวมากขึ้น ในขณะที่กลุ่มผู้ที่เป็นโรคเบาหวานนั้นมีการศึกษาน้อยกว่าแต่คาดว่าจะอาจเกิดจาก PM_{2.5} สามารถรบกวนการหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจซึ่งทำงานได้แย่งจากระดับน้ำตาลในเลือดที่สูงจากภาวะเบาหวานแล้ว

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างระดับ PM_{2.5} ที่เพิ่มขึ้นกับโรคไข้หวัดใหญ่นั้น ผลการศึกษานี้แตกต่างจากการศึกษาของ Feng และคณะ (2016) (5) และ Croft และคณะ (2019) (24) ที่พบว่าระดับ PM_{2.5} ที่เพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วยโรคไข้หวัดใหญ่มากขึ้น โดยการศึกษานี้กลับพบว่า ในกลุ่มเพศหญิงและผู้ที่มีอายุ 65 ปีขึ้นไป ที่เป็นโรคเบาหวานมีความสัมพันธ์กับการมารับการรักษาด้วย

โรคไข้หวัดใหญ่มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องการศึกษาของ Wei และคณะ (27) ได้ศึกษาจากข้อมูลระบบสุขภาพ Medicare ของประเทศสหรัฐอเมริกา ก็พบความสัมพันธ์แบบผกผันนี้เช่นเดียวกัน ซึ่งอาจเนื่องมาจากจำนวนการวินิจฉัยโรคไข้หวัดใหญ่ที่น้อยที่อาจเกิดจากผู้ป่วยไปปรึกษาที่แผนกผู้ป่วยนอกและการวินิจฉัยโรคไข้หวัดใหญ่อาจไปอยู่ในกลุ่มโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบนเนื่องจากอาการอาจไม่รุนแรงและไม่ได้ส่งตรวจเชื้อทางห้องปฏิบัติการเพิ่มเติม

ข้อจำกัดในการศึกษานี้ ได้แก่ ข้อมูลการรับสัมผัสสิ่งคุกคามคือ ระดับมลพิษอากาศรายวัน และข้อมูลฤดูนิมิตวิทยารายวันอาจไม่ใช่สิ่งที่ผู้ป่วยแต่ละคนสัมผัสจริงในแต่ละวัน อัตราอุบัติเหตุที่ได้อาจไม่สามารถนำไปใช้บอกความเสี่ยงที่จะเกิดโรคนั้น ๆ ในระดับบุคคลได้ และจำนวนผู้ป่วยที่มาแผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลราชบุรีนั้นอาจจะน้อยกว่าจำนวนผู้ป่วยจริงหากอาการของโรคที่เป็นนั้นรุนแรงไม่มากพอ ผู้ป่วยอาจไม่มาโรงพยาบาลโดยเฉพาะกลุ่มโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน โรคระบบการหายใจทั้งหมด และโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด การที่มีโรงพยาบาลเอกชนในอำเภอเมืองจังหวัดราชบุรีถึงแม้จะมีขนาดเล็กกว่าก็อาจจะมีผู้ป่วยบางส่วนไปรับการรักษาที่โรงพยาบาลเอกชน ซึ่งจะทำให้ไม่ได้ข้อมูลของผู้ป่วยกลุ่มนี้

สรุป

ผลการวิจัยพบว่าในช่วงปี พ.ศ. 2557-2563 จำนวนวันที่ระดับ PM_{2.5} ของจังหวัดราชบุรีเกินทั้งค่ามาตรฐานกรมควบคุมมลพิษและองค์การอนามัยโลกมีแนวโน้มสูงเพิ่มขึ้นนั้น ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญที่หน่วยงานเกี่ยวข้องภายในจังหวัดต้องควบคุมแหล่งกำเนิด PM_{2.5} อย่างเคร่งครัดและต่อเนื่อง และพบความสัมพันธ์ระหว่างระดับ PM_{2.5} ในอำเภอ

เมืองราชบุรีกับการมารับการรักษาด้วยโรคระบบการหายใจและระบบหัวใจและหลอดเลือดที่แผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลราชบุรี โดยเฉพาะในประชากรกลุ่มเสี่ยงได้แก่ กลุ่มอายุ 0-14 ปี กลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไป และกลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไปที่มีโรคประจำตัว มีข้อเสนอแนะว่า ช่วงเวลาที่ระดับมลพิษอากาศสูงขึ้น หน่วยงานสาธารณสุขที่เกี่ยวข้องควรสื่อสารความเสี่ยงให้ประชาชนทราบถึงสถานการณ์ระดับ $PM_{2.5}$ เช่น การแจ้งระดับ $PM_{2.5}$ รายวันว่าเป็นเท่าใดและจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพระดับใด เป็นต้น และให้คำแนะนำกับประชาชนโดยเฉพาะที่เป็นกลุ่มเสี่ยงสูงในการปฏิบัติตนเองเพื่อลดการสัมผัส $PM_{2.5}$ เช่น หลีกเลี่ยงการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือสวมหน้ากากอนามัยหากจำเป็นต้องอยู่กลางแจ้ง และโรงพยาบาลควรมีการเตรียมทรัพยากรการรักษาพยาบาลเพื่อรองรับกับจำนวนผู้ป่วยที่เพิ่มมากขึ้นด้วย

แหล่งทุนสนับสนุน

การศึกษานี้ไม่ได้รับทุนจากหน่วยงานรัฐหรือเอกชนใด ๆ

ผลประโยชน์ทับซ้อน

ไม่มี

เอกสารอ้างอิง

- World Health Organization. Ambient (outdoor) air pollution: World Health Organization; 2016 [cited 2020 Nov 11]. Available from: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).
- Kim K-H, Kabir E, Kabir S. A review on the human health impact of airborne particulate matter. *Environ Int.* 2015;74:136-43.
- Feng S, Gao D, Liao F, Zhou F, Wang X. The health effects of ambient $PM_{2.5}$ and potential mechanisms. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2016; 128:67-74.
- Li M-H, Fan L-C, Mao B, Yang J-W, Choi AMK, Cao W-J, et al. Short-term Exposure to Ambient Fine Particulate Matter Increases Hospitalizations and Mortality in COPD: A Systematic Review and Meta-analysis. *Chest.* 2016; 149:447-58.
- Feng C, Li J, Sun W, Zhang Y, Wang Q. Impact of ambient fine particulate matter ($PM_{2.5}$) exposure on the risk of influenza-like-illness: a time-series analysis in Beijing, China. *Environ Health.* 2016;15:17.
- Wiwatanadate P, Liwsrisakun C. Acute effects of air pollution on peak expiratory flow rates and symptoms among asthmatic patients in Chiang Mai, Thailand. *Int J Hyg Environ Health.* 2011;214:251-7.
- Pothirat C, Tosukhowong A, Chaiwong W, Liwsrisakun C, Inchai J. Effects of seasonal smog on asthma and COPD exacerbations requiring emergency visits in Chiang Mai, Thailand. *Asian Pac J Allergy Immunol.* 2016;34:284-9.
- Pothirat C, Chaiwong W, Liwsrisakun C, Bumroongkit C, Deesomchok A, Theerakittikul T, et al. Acute effects of air pollutants on daily mortality and hospitalizations due to cardiovascular and respiratory diseases. *J Thorac Dis.* 2019;11:3070-83.
- Wellenius GA, Schwartz J, Mittleman MA. Particulate air pollution and hospital admissions for congestive heart failure in seven united States Cities. *Am J Cardiol.* 2006;97:404-8.
- Zhao R, Chen S, Wang W, Huang J, Wang K, Liu L, et al. The impact of short-term exposure to air pollutants on the onset of out-of-hospital cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol.* 2017;226:110-7.
- Fu P, Guo X, Cheung FMH, Yung KKL. The association between $PM_{2.5}$ exposure and neurological disorders: A systematic review and meta-analysis. *Sci Total Environ.* 2019;655: 1240-8.
- Air Quality and Noise Management Bureau. Report on the situation and management of air and noise pollution in Thailand, 2016: Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment; 2016

- [cited 2020 Nov 11]. Available from: http://air4thai.pcd.go.th/webV2/download_book.php?bookid=32.
13. Air Quality and Noise Management Bureau. Report on the situation and management of air and noise pollution in Thailand, 2015: Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment; 2015 [cited 2020 Nov 11]. Available from: http://air4thai.pcd.go.th/webV2/download_book.php?bookid=30.
14. Air Quality and Noise Management Bureau. Report on the situation and management of air and noise pollution in Thailand, 2014: Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment; 2014 [cited 2020 Nov 11]. Available from: http://air4thai.pcd.go.th/webV2/download_book.php?bookid=29.
15. Air Quality and Noise Management Bureau. Report on the situation and management of air and noise pollution in Thailand, 2017: Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment; 2017 [cited 2020 Nov 11]. Available from: http://air4thai.pcd.go.th/webV2/download_book.php?bookid=33.
16. Air Quality and Noise Management Bureau. Report on the situation and management of air and noise pollution in Thailand, 2018: Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment; 2018 [cited 2020 Nov 11]. Available from: http://air4thai.pcd.go.th/webV2/download_book.php?bookid=34.
17. Regional Environment Office 8th (Ratchaburi). Report on environmental situation, 2016; 2017 [cited 2020 Nov 11]. Available from: <http://www.reo08.mnre.go.th/th/information/more/421>.
18. Regional Environment Office 8th (Ratchaburi). Report on environmental situation, 2015; 2016 [cited 2020 Nov 11]. Available from: <http://www.reo08.mnre.go.th/th/information/more/421>.
19. Regional Environment Office 8th (Ratchaburi). Report on environmental situation, 2018; 2019 [cited 2020 Nov 11]. Available from: <http://www.reo08.mnre.go.th/th/information/more/421>.
20. Regional Environment Office 8th (Ratchaburi). Report on environmental situation, 2017; 2018 [cited 2020 Nov 11]. Available from: <http://www.reo08.mnre.go.th/th/information/more/421>.
21. Xu Q, Li X, Wang S, Wang C, Huang F, Gao Q, et al. Fine particulate air pollution and hospital emergency room visits for respiratory disease in urban areas in Beijing, China, in 2013. PLoS One. 2016;11:e0153099.
22. Amsalu E, Wang T, Li H, Liu Y, Wang A, Liu X, et al. Acute effects of fine particulate matter (PM_{2.5}) on hospital admissions for cardiovascular disease in Beijing, China: a time-series study. Environ Health. 2019;18:70.
23. Huang M, Ivey C, Hu Y, Holmes HA, Strickland MJ. Source apportionment of primary and secondary PM_{2.5}: Associations with pediatric respiratory disease emergency department visits in the U.S. State of Georgia. Environ Int. 2019;133:105167.
24. Croft DP, Zhang W, Lin S, Thurston SW, Hopke PK, Masiol M, et al. The association between respiratory infection and air pollution in the setting of air quality policy and economic change. Annals of the American Thoracic Society. 2019;16:321-30.
25. Kan H, London SJ, Chen G, Zhang Y, Song G, Zhao N, et al. Season, sex, age, and education as modifiers of the effects of outdoor air pollution on daily mortality in Shanghai, China: The Public Health and Air Pollution in Asia (PAPA) Study. Environ Health Perspect. 2008;116:1183-8.
26. Kobos L, Shannahan J. Particulate matter inhalation and the exacerbation of cardiopulmonary toxicity due to metabolic disease. Exp Biol Med [Internet]. 2021 [cited 2020 Nov 11]. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1535370220983275> [Epub ahead of print].
27. Wei Y, Wang Y, Di Q, Choirat C, Wang Y, Koutarakis P, et al. Short term exposure to fine particulate matter and hospital admission risks and costs in the Medicare population: time stratified, case crossover study. BMJ. 2019; 367:l6258.

Correlation between the daily fine particulate matter (PM_{2.5}) level and the number of visits with respiratory and cardiovascular diseases at Ratchaburi hospital, Amphoe Mueang, Ratchaburi province

Denduangchai S¹, Wiwatanadate P² and Jiamjarasrangi W³

¹Division of Occupational Medicine, Department of Outpatient Service, Phramongkutklo Hospital,

²Department of Community Medicine, Faculty of Medicine Chiang Mai University, ³Department of Preventive and Social Medicine, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University

Objectives To study the association between daily PM_{2.5} levels in Ratchaburi District and daily emergency department (ED) visits at Ratchaburi Hospital due to respiratory and cardiovascular diseases.

Methods A time-series study was conducted using air pollution data from the Thai Pollution Control Department (Thai PCD), meteorological data from the Thai Meteorological Department and medical records of patients who visited the ED of Ratchaburi Hospital between 1 August 2014 and 30 April 2020. Analysis was done using a generalized linear model.

Results The daily average and maximum levels of particulate matter 2.5 micrometers or less in diameter (PM_{2.5}) and 10 micrometers or less in diameter (PM₁₀), ozone (O₃) and sulfur dioxide (SO₂) during the study period were higher than Thai PCD and World Health Organization (WHO) standards. The daily PM_{2.5} average level exceeded Thai PCD and WHO standards for an average of 137 ± 36 days and 137 ± 36 days per year, respectively. During that period, there were a total of 38,377 ER visits of which 26,762 and 16,345 visits were due to respiratory and cardiovascular diseases, respectively. A 10 µg/m³ increase in the daily PM_{2.5} level was statistically significantly associated with an increase in ER visits for acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease (Lag 1; IRR 1.06 95% CI 1.01-1.11) and upper respiratory tract infection (Lag 6; IRR 1.04 95%CI 1.02-1.07). Persons aged between 0-14 years and those 65 years or more with an underlying disease had a greater magnitude of association.

Conclusion Daily PM_{2.5} levels in Mueang District, Ratchaburi Province exceeding recommended standards was associated with increased ED visits for both respiratory and cardiovascular diseases, especially in the high-risk population. To reduce the incidence of disease, PM_{2.5} source control measures should be rigorously and regularly enforced. During periods of high levels of air pollution, public health agencies should communicate that risk and advise citizens, especially individuals at high-risk, on how to reduce their PM_{2.5} pollution exposure, and hospitals should prepare for an increase in the number of visits by sick individuals. *Chiang Mai Medical Journal* 2021;60(3):345-58. doi: 10.12982/CMUMEDJ.2021.31

Keywords: particulate matter PM_{2.5}, acute coronary syndrome, acute ischemic stroke, pneumonia, influenza, acute asthmatic attack, chronic obstructive pulmonary disease with acute exacerbation

ภาคผนวก (supplement materials)

ตารางที่ 1. สมการที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ PM_{2.5} เฉลี่ยรายวันที่เพิ่มขึ้น 10 µg/m³ กับจำนวนการมารับการรักษาที่แผนกฉุกเฉินในแต่ละโรคที่ศึกษา

โรค	สมการ
ภาพรวม	
ปอดอุดกั้นเรื้อรัง	$\log(E(\text{Sick})) = -7.4954 + 0.006\text{PM}_{2.5, \text{lag } 1} + 0.0004\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 2} + 0.0043\text{O}_3, \text{lag } 1 - 0.0097\text{SO}_2, \text{lag } 4 - 0.2022\text{CO}, \text{lag } 0 - 0.0006\text{NO}_2, \text{lag } 1 +$
กำเริบ	$0.0217\text{Windspeed}, \text{lag } 2 + 0.0003\text{Humidity}, \text{lag } 0 - 0.0028\text{Rain}, \text{lag } 0 - 0.0044\text{Pressure}, \text{lag } 1 - 0.003\text{Temp}, \text{lag } 1 + 0.0743\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
ติดเชื้ทางเดิน	$\log(E(\text{Sick})) = 16.0576 + 0.0042\text{PM}_{2.5, \text{lag } 6} - 0.0041\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 7} - 0.0055\text{O}_3, \text{lag } 7 - 0.0151\text{SO}_2, \text{lag } 7 - 0.2506\text{CO}, \text{lag } 7 + 0.0234\text{NO}_2, \text{lag } 3 -$
หายใจส่วนบน	$0.0164\text{Windspeed}, \text{lag } 6 + 0.0072\text{Humidity}, \text{lag } 7 + 0.0004\text{Rain}, \text{lag } 6 - 0.0253\text{Pressure}, \text{lag } 0 - 0.0541\text{Temp}, \text{lag } 3 + 0.4102\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
เพศ : ชาย	
ปอดอุดกั้นเรื้อรัง	$\log(E(\text{Sick})) = -20.5603 + 0.0084\text{PM}_{2.5, \text{lag } 1} - 0.0038\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 1} + 0.0011\text{O}_3, \text{lag } 1 - 0.001\text{SO}_2, \text{lag } 5 - 0.2805\text{CO}, \text{lag } 0 + 0.0042\text{NO}_2, \text{lag } 1 +$
กำเริบ	$0.0057\text{Windspeed}, \text{lag } 3 - 0.0059\text{Humidity}, \text{lag } 0 - 0.002\text{Rain}, \text{lag } 0 + 0.0093\text{Pressure}, \text{lag } 1 + 0.0066\text{Temp}, \text{lag } 4 + 0.0926\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
ติดเชื้ทางเดิน	$\log(E(\text{Sick})) = 6.6578 + 0.0028\text{PM}_{2.5, \text{lag } 7} - 0.0051\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 6} - 0.0078\text{O}_3, \text{lag } 4 - 0.018\text{SO}_2, \text{lag } 7 - 0.3169\text{CO}, \text{lag } 0 + 0.0279\text{NO}_2, \text{lag } 3 -$
หายใจส่วนบน	$0.018\text{Windspeed}, \text{lag } 6 + 0.0036\text{Humidity}, \text{lag } 7 - 0.0049\text{Rain}, \text{lag } 1 - 0.0153\text{Pressure}, \text{lag } 5 - 0.0618\text{Temp}, \text{lag } 3 + 0.3871\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
การหายใจทั้งหมด	$\log(E(\text{Sick})) = 2.1151 + 0.0022\text{PM}_{2.5, \text{lag } 2} - 0.0024\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 2} - 0.0059\text{O}_3, \text{lag } 6 + 0.0004\text{SO}_2, \text{lag } 3 - 0.1813\text{CO}, \text{lag } 0 + 0.0154\text{NO}_2, \text{lag } 3 +$
	$0.0093\text{Windspeed}, \text{lag } 2 - 0.0034\text{Humidity}, \text{lag } 0 - 0.0037\text{Rain}, \text{lag } 6 - 0.0101\text{Pressure}, \text{lag } 3 - 0.0362\text{Temp}, \text{lag } 3 + 0.1663\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
เพศ : หญิง	
ปอดอักเสบ	$\log(E(\text{Sick})) = 28.6685 + 0.0064\text{PM}_{2.5, \text{lag } 0} + 0.0016\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 0} - 0.0056\text{O}_3, \text{lag } 7 - 0.0095\text{SO}_2, \text{lag } 2 - 0.4054\text{CO}, \text{lag } 3 + 0.0022\text{NO}_2, \text{lag } 0 +$
	$0.0301\text{Windspeed}, \text{lag } 3 + 0.0052\text{Humidity}, \text{lag } 7 - 0.0002\text{Rain}, \text{lag } 7 - 0.0389\text{Pressure}, \text{lag } 0 - 0.042\text{Temp}, \text{lag } 6 - 0.1139\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
ไข้หวัดใหญ่	$\log(E(\text{Sick})) = -137.3118 - 0.0211\text{PM}_{2.5, \text{lag } 2} + 0.0362\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 0} - 0.0462\text{O}_3, \text{lag } 6 - 0.3665\text{SO}_2, \text{lag } 0 + 1.4099\text{CO}, \text{lag } 5 + 0.0891\text{NO}_2, \text{lag } 4 -$
	$0.0627\text{Windspeed}, \text{lag } 5 - 0.0165\text{Humidity}, \text{lag } 0 - 0.0308\text{Rain}, \text{lag } 7 + 0.1206\text{Pressure}, \text{lag } 5 + 0.125\text{Temp}, \text{lag } 0 - 0.183\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
สถานะการสูบบุหรี่ : สูบบุหรี่	
ปอดอุดกั้นเรื้อรัง	$\log(E(\text{Sick})) = -11.2597 + 0.0068\text{PM}_{2.5, \text{lag } 0} + 0.0054\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 7} - 0.0027\text{O}_3, \text{lag } 0 + 0.0085\text{SO}_2, \text{lag } 3 - 0.2821\text{CO}, \text{lag } 0 + 0.0091\text{NO}_2, \text{lag } 1 +$
กำเริบ	$0.0316\text{Windspeed}, \text{lag } 2 - 0.0048\text{Humidity}, \text{lag } 0 - 0.0021\text{Rain}, \text{lag } 0 + 0.0004\text{Pressure}, \text{lag } 3 + 0.0085\text{Temp}, \text{lag } 5 + 0.0726\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
สถานะการสูบบุหรี่ : ไม่สูบบุหรี่	
การหายใจทั้งหมด	$\log(E(\text{Sick})) = 8.2912 + 0.0019\text{PM}_{2.5, \text{lag } 3} - 0.0015\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 7} - 0.0039\text{O}_3, \text{lag } 6 - 0.0165\text{SO}_2, \text{lag } 7 - 0.16\text{CO}, \text{lag } 7 + 0.0167\text{NO}_2, \text{lag } 3 +$
	$0.0026\text{Windspeed}, \text{lag } 0 + 0.0048\text{Humidity}, \text{lag } 7 - 0.0037\text{Rain}, \text{lag } 4 - 0.0167\text{Pressure}, \text{lag } 3 - 0.0455\text{Temp}, \text{lag } 3 + 0.2075\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
กลุ่มอายุ : อายุ 0 – 14 ปี	
ติดเชื้ทางเดิน	$\log(E(\text{Sick})) = 21.8298 + 0.0052\text{PM}_{2.5, \text{lag } 7} - 0.0071\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 7} - 0.0107\text{O}_3, \text{lag } 7 - 0.0039\text{SO}_2, \text{lag } 7 - 0.3312\text{CO}, \text{lag } 0 + 0.026\text{NO}_2, \text{lag } 3 -$
หายใจส่วนบน	$0.0272\text{Windspeed}, \text{lag } 6 + 0.0016\text{Humidity}, \text{lag } 7 - 0.0034\text{Rain}, \text{lag } 2 - 0.0288\text{Pressure}, \text{lag } 7 - 0.0625\text{Temp}, \text{lag } 3 + 0.3091\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
การหายใจทั้งหมด	$\log(E(\text{Sick})) = 18.9501 + 0.0057\text{PM}_{2.5, \text{lag } 7} - 0.0038\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 7} - 0.0122\text{O}_3, \text{lag } 7 - 0.0011\text{SO}_2, \text{lag } 7 - 0.2502\text{CO}, \text{lag } 7 + 0.0196\text{NO}_2, \text{lag } 3 -$
	$0.0129\text{Windspeed}, \text{lag } 6 + 0.0046\text{Humidity}, \text{lag } 7 - 0.0027\text{Rain}, \text{lag } 7 - 0.0258\text{Pressure}, \text{lag } 7 - 0.06\text{Temp}, \text{lag } 3 + 0.2016\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
กลุ่มอายุ : อายุ 65 ปี ขึ้นไป	
ปอดอุดกั้นเรื้อรัง	$\log(E(\text{Sick})) = 7.2117 + 0.0102\text{PM}_{2.5, \text{lag } 0} - 0.0034\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 3} + 0.0069\text{O}_3, \text{lag } 1 + 0.0017\text{SO}_2, \text{lag } 5 - 0.4217\text{CO}, \text{lag } 0 - 0.0246\text{NO}_2, \text{lag } 1 +$
กำเริบ	$0.0013\text{Windspeed}, \text{lag } 2 - 0.0045\text{Humidity}, \text{lag } 6 - 0.0031\text{Rain}, \text{lag } 5 - 0.0159\text{Pressure}, \text{lag } 1 - 0.0343\text{Temp}, \text{lag } 1 + 0.1038\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
ปอดอักเสบ	$\log(E(\text{Sick})) = -17.4224 + 0.0064\text{PM}_{2.5, \text{lag } 1} + 0.0014\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 0} - 0.0002\text{O}_3, \text{lag } 4 + 0.0067\text{SO}_2, \text{lag } 5 - 0.3569\text{CO}, \text{lag } 1 - 0.0056\text{NO}_2, \text{lag } 0 +$
	$0.052\text{Windspeed}, \text{lag } 3 - 0.0002\text{Humidity}, \text{lag } 0 - 0.0032\text{Rain}, \text{lag } 1 + 0.0076\text{Pressure}, \text{lag } 4 - 0.0115\text{Temp}, \text{lag } 3 - 0.0671\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
ไข้หวัดใหญ่	$\log(E(\text{Sick})) = -178.9263 - 0.0551\text{PM}_{2.5, \text{lag } 1} + 0.0358\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 7} - 0.0192\text{O}_3, \text{lag } 1 - 0.9722\text{SO}_2, \text{lag } 0 + 1.4779\text{CO}, \text{lag } 4 + 0.0063\text{NO}_2, \text{lag } 6 -$
	$0.043\text{Windspeed}, \text{lag } 5 - 0.0833\text{Humidity}, \text{lag } 0 - 0.0497\text{Rain}, \text{lag } 4 + 0.177\text{Pressure}, \text{lag } 4 - 0.2219\text{Temp}, \text{lag } 1 - 0.5014\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
การหายใจทั้งหมด	$\log(E(\text{Sick})) = -9.0694 + 0.0042\text{PM}_{2.5, \text{lag } 1} - 0.0023\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 3} + 0.0012\text{O}_3, \text{lag } 3 + 0.0045\text{SO}_2, \text{lag } 5 - 0.193\text{CO}, \text{lag } 1 - 0.0021\text{NO}_2, \text{lag } 3 +$
	$0.013\text{Windspeed}, \text{lag } 5 - 0.0026\text{Humidity}, \text{lag } 3 + 0.0005\text{Rain}, \text{lag } 4 + 0.0009\text{Pressure}, \text{lag } 4 - 0.0179\text{Temp}, \text{lag } 5 + 0.0858\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
หัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด	$\log(E(\text{Sick})) = -13.6635 + 0.0026\text{PM}_{2.5, \text{lag } 6} + 0.0002\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 6} - 0.0016\text{O}_3, \text{lag } 6 + 0.011\text{SO}_2, \text{lag } 5 - 0.1125\text{CO}, \text{lag } 4 - 0.0016\text{NO}_2, \text{lag } 4 +$
	$0.002\text{Windspeed}, \text{lag } 4 - 0.0012\text{Humidity}, \text{lag } 3 - 0.0011\text{Rain}, \text{lag } 6 + 0.0058\text{Pressure}, \text{lag } 4 - 0.0185\text{Temp}, \text{lag } 4 + 0.0927\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
โรคประจำตัวของผู้ที่อายุ 65 ปี ขึ้นไป : เบาหวาน	
ไข้หวัดใหญ่	$\log(E(\text{Sick})) = -103.2443 - 0.0928\text{PM}_{2.5, \text{lag } 2} + 0.0024\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 7} + 0.0357\text{O}_3, \text{lag } 0 - 0.6025\text{SO}_2, \text{lag } 6 - 0.8673\text{CO}, \text{lag } 1 + 0.0597\text{NO}_2, \text{lag } 5 -$
	$0.5722\text{Windspeed}, \text{lag } 4 - 0.0875\text{Humidity}, \text{lag } 7 - 0.3938\text{Rain}, \text{lag } 5 + 0.108\text{Pressure}, \text{lag } 7 - 0.3199\text{Temp}, \text{lag } 6 - 0.9756\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
เส้นเลือดในสมอง	$\log(E(\text{Sick})) = -26.7893 - 0.0193\text{PM}_{2.5, \text{lag } 4} + 0.0112\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 6} + 0.02\text{O}_3, \text{lag } 4 - 0.0144\text{SO}_2, \text{lag } 3 + 0.3004\text{CO}, \text{lag } 3 - 0.0228\text{NO}_2, \text{lag } 4 +$
ตีบหรือแตก	$0.0127\text{Windspeed}, \text{lag } 4 - 0.0061\text{Humidity}, \text{lag } 4 - 0.0215\text{Rain}, \text{lag } 5 + 0.0175\text{Pressure}, \text{lag } 0 - 0.0383\text{Temp}, \text{lag } 7 - 0.0781\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$

โรค	สมการ
หัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด	$\log(E(\text{Sick})) = -15.4595 + 0.0033\text{PM}_{2.5, \text{lag } 6} + 0.0014\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 7} - 0.0039\text{O}_3, \text{lag } 6 + 0.0316\text{SO}_2, \text{lag } 6 - 0.0138\text{CO}, \text{lag } 3 - 0.0019\text{NO}_2, \text{lag } 3 + 0.017\text{Windspeed}, \text{lag } 3 + 0.0012\text{Humidity}, \text{lag } 0 - 0.0031\text{Rain}, \text{lag } 3 + 0.0076\text{Pressure}, \text{lag } 4 - 0.0199\text{Temp}, \text{lag } 5 + 0.108\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
โรคประจำตัวของผู้ที่อายุ 65 ปี ขึ้นไป : ความดันโลหิตสูง	
ปอดอุดกั้นเรื้อรัง	$\log(E(\text{Sick})) = -12.592 + 0.0099\text{PM}_{2.5, \text{lag } 0} - 0.0017\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 3} + 0.0046\text{O}_3, \text{lag } 1 + 0.0092\text{SO}_2, \text{lag } 5 - 0.1383\text{CO}, \text{lag } 3 - 0.0211\text{NO}_2, \text{lag } 1 + 0.0186\text{Windspeed}, \text{lag } 2 + 0.0033\text{Humidity}, \text{lag } 0 - 0.0026\text{Rain}, \text{lag } 2 + 0.0022\text{Pressure}, \text{lag } 1 - 0.0099\text{Temp}, \text{lag } 1 + 0.0791\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
กำเริบ	$\log(E(\text{Sick})) = -12.1888 + 0.0062\text{PM}_{2.5, \text{lag } 0} - 0.0004\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 1} - 0.0008\text{O}_3, \text{lag } 2 + 0.0145\text{SO}_2, \text{lag } 6 - 0.3907\text{CO}, \text{lag } 1 - 0.0078\text{NO}_2, \text{lag } 0 + 0.0449\text{Windspeed}, \text{lag } 3 - 0.0017\text{Humidity}, \text{lag } 0 - 0.002\text{Rain}, \text{lag } 1 + 0.0033\text{Pressure}, \text{lag } 4 - 0.0362\text{Temp}, \text{lag } 3 - 0.0625\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
ปอดอักเสบ	$\log(E(\text{Sick})) = -9.7727 + 0.0032\text{PM}_{2.5, \text{lag } 1} - 0.0026\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 3} - 0.0006\text{O}_3, \text{lag } 1 + 0.0034\text{SO}_2, \text{lag } 5 - 0.1632\text{CO}, \text{lag } 3 + 0.012\text{NO}_2, \text{lag } 3 + 0.0189\text{Windspeed}, \text{lag } 3 - 0.0002\text{Humidity}, \text{lag } 3 + 0\text{Rain}, \text{lag } 4 + 0.0015\text{Pressure}, \text{lag } 3 - 0.0226\text{Temp}, \text{lag } 5 + 0.0663\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
ระบบการหายใจทั้งหมด	$\log(E(\text{Sick})) = -12.9352 + 0.0026\text{PM}_{2.5, \text{lag } 6} + 0.0003\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 6} + 0.0009\text{O}_3, \text{lag } 0 + 0.0112\text{SO}_2, \text{lag } 5 - 0.1973\text{CO}, \text{lag } 6 - 0.0021\text{NO}_2, \text{lag } 4 + 0.0001\text{Windspeed}, \text{lag } 4 + 0.0011\text{Humidity}, \text{lag } 0 - 0.0004\text{Rain}, \text{lag } 5 + 0.0051\text{Pressure}, \text{lag } 4 - 0.0196\text{Temp}, \text{lag } 5 + 0.0826\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
โรคประจำตัวของผู้ที่อายุ 65 ปี ขึ้นไป : ไชมันในเลือดสูง	
ปอดอุดกั้นเรื้อรัง	$\log(E(\text{Sick})) = -28.924 + 0.0064\text{PM}_{2.5, \text{lag } 2} - 0.0051\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 7} + 0.0019\text{O}_3, \text{lag } 1 - 0.068\text{SO}_2, \text{lag } 3 - 0.2961\text{CO}, \text{lag } 4 + 0.0163\text{NO}_2, \text{lag } 7 + 0.056\text{Windspeed}, \text{lag } 2 - 0.0009\text{Humidity}, \text{lag } 0 - 0.0001\text{Rain}, \text{lag } 2 + 0.0186\text{Pressure}, \text{lag } 4 - 0.0086\text{Temp}, \text{lag } 3 + 0.0267\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
กำเริบ	$\log(E(\text{Sick})) = 10.9789 + 0.0078\text{PM}_{2.5, \text{lag } 0} - 0.0002\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 3} + 0.005\text{O}_3, \text{lag } 1 + 0.0011\text{SO}_2, \text{lag } 5 - 0.2525\text{CO}, \text{lag } 0 - 0.0131\text{NO}_2, \text{lag } 1 + 0.0016\text{Windspeed}, \text{lag } 2 - 0.0054\text{Humidity}, \text{lag } 6 - 0.0034\text{Rain}, \text{lag } 5 - 0.0178\text{Pressure}, \text{lag } 4 - 0.0178\text{Temp}, \text{lag } 1 + 0.1025\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
โรคประจำตัวของผู้ที่อายุ 65 ปี ขึ้นไป : โรคปอดเรื้อรัง	
ปอดอุดกั้นเรื้อรัง	$\log(E(\text{Sick})) = 10.9789 + 0.0078\text{PM}_{2.5, \text{lag } 0} - 0.0002\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 3} + 0.005\text{O}_3, \text{lag } 1 + 0.0011\text{SO}_2, \text{lag } 5 - 0.2525\text{CO}, \text{lag } 0 - 0.0131\text{NO}_2, \text{lag } 1 + 0.0016\text{Windspeed}, \text{lag } 2 - 0.0054\text{Humidity}, \text{lag } 6 - 0.0034\text{Rain}, \text{lag } 5 - 0.0178\text{Pressure}, \text{lag } 4 - 0.0178\text{Temp}, \text{lag } 1 + 0.1025\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$
กำเริบ	$\log(E(\text{Sick})) = 10.9789 + 0.0078\text{PM}_{2.5, \text{lag } 0} - 0.0002\text{PM}_{10-2.5, \text{lag } 3} + 0.005\text{O}_3, \text{lag } 1 + 0.0011\text{SO}_2, \text{lag } 5 - 0.2525\text{CO}, \text{lag } 0 - 0.0131\text{NO}_2, \text{lag } 1 + 0.0016\text{Windspeed}, \text{lag } 2 - 0.0054\text{Humidity}, \text{lag } 6 - 0.0034\text{Rain}, \text{lag } 5 - 0.0178\text{Pressure}, \text{lag } 4 - 0.0178\text{Temp}, \text{lag } 1 + 0.1025\text{Holiday} + \log(\text{Pop. at Risk})$

E(Sick) จำนวนผู้ที่มาแผนกฉุกเฉิน, ค่าเฉลี่ยรายวันของ $\text{PM}_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) O_3 (ppb) NO_2 (ppb) SO_2 (ppb) CO (ppm) Windspeed ความเร็วลม (knot) Humidity ความชื้นสัมพัทธ์ (%) โดยมีค่า 0 – 100%) Rain ปริมาณน้ำฝน (mm) Pressure ความกดอากาศ (hPa) Temp อุณหภูมิ (C), และ Holiday เป็นวันหยุดหรือไม่ (1 วันหยุด 0 วันธรรมดา)

ตารางที่ 2. สมการที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ PM_{2.5} สูงสุดรายวันที่เพิ่มขึ้น 10 µg/m³ กับจำนวนการมารับการรักษาระดับที่แผนกฉุกเฉินในแต่ละโรคที่ศึกษา

โรค	LAG
ภาพรวม	
ปอดอักเสบ	$\log(E(Sick)) = 3.7554 + 0.0021PM_{2.5, lag 0} + 0.0019PM_{10-2.5, lag 0} - 0.003O_3, lag 7 - 0.0044SO_2, lag 4 - 0.1289CO_{lag 5} - 0.0009NO_2, lag 0 + 0.0306Windspeed_{lag 3} + 0Humidity_{lag 7} + 0.0005Rain_{lag 5} - 0.0234Pressure_{lag 3} - 0.0143Temp_{lag 0} - 0.1122Holiday + \log(Pop. at Risk)$
ติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน	$\log(E(Sick)) = 11.915 + 0.0019PM_{2.5, lag 6} - 0.0032PM_{10-2.5, lag 6} - 0.0022O_3, lag 7 - 0.0082SO_2, lag 7 - 0.0895CO_{lag 0} + 0.0069NO_2, lag 1 - 0.0272Windspeed_{lag 6} + 0.0046Humidity_{lag 7} - 0.001Rain_{lag 6} - 0.0565Pressure_{lag 3} - 0.0209Temp_{lag 0} + 0.4101Holiday + \log(Pop. at Risk)$
การหายใจทั้งหมด	$\log(E(Sick)) = -1.8727 + 0.0009PM_{2.5, lag 3} - 0.0015PM_{10-2.5, lag 6} - 0.0014O_3, lag 7 - 0.0058SO_2, lag 7 - 0.0519CO_{lag 2} + 0.0041NO_2, lag 2 - 0.0081Windspeed_{lag 2} + 0.0019Humidity_{lag 7} - 0.0029Rain_{lag 4} - 0.0384Pressure_{lag 3} - 0.0066Temp_{lag 3} + 0.1939Holiday + \log(Pop. at Risk)$
เพศ : ชาย	
ติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน	$\log(E(Sick)) = 5.283 + 0.0017PM_{2.5, lag 6} - 0.0034PM_{10-2.5, lag 6} - 0.004O_3, lag 2 - 0.0035SO_2, lag 7 - 0.0969CO_{lag 0} + 0.0085NO_2, lag 2 - 0.025Windspeed_{lag 6} + 0.0029Humidity_{lag 7} - 0.0045Rain_{lag 1} - 0.0552Pressure_{lag 3} - 0.0141Temp_{lag 5} + 0.3793Holiday + \log(Pop. at Risk)$
เพศ : หญิง	
ปอดอักเสบ	$\log(E(Sick)) = 22.7297 + 0.0036PM_{2.5, lag 0} - 0.0015PM_{10-2.5, lag 6} - 0.0007O_3, lag 6 - 0.0237SO_2, lag 3 - 0.2327CO_{lag 4} + 0.0002NO_2, lag 4 + 0.0245Windspeed_{lag 3} + 0.0071Humidity_{lag 7} - 0.0018Rain_{lag 7} - 0.0509Pressure_{lag 6} - 0.0329Temp_{lag 0} - 0.106Holiday + \log(Pop. at Risk)$
สถานการณ์สุขภาพ : สุขภาพดี	
ไข้หวัดใหญ่	$\log(E(Sick)) = -61.2165 + 0.0136PM_{2.5, lag 1} + 0.0097PM_{10-2.5, lag 7} - 0.0253O_3, lag 3 - 0.1167SO_2, lag 5 - 0.1946CO_{lag 4} - 0.0016NO_2, lag 3 + 0.3298Windspeed_{lag 6} - 0.0119Humidity_{lag 6} - 0.0517Rain_{lag 7} - 0.0517 + 0.1853Pressure_{lag 7} + 0.0415Temp_{lag 1} - 0.3763Holiday + \log(Pop. at Risk)$
สถานการณ์สุขภาพ : ไม่สุขภาพดี	
ปอดอักเสบ	$\log(E(Sick)) = 7.1191 + 0.0024PM_{2.5, lag 0} - 0.0009PM_{10-2.5, lag 6} - 0.0021O_3, lag 7 + 0.0055SO_2, lag 4 - 0.1731CO_{lag 5} - 0.0021NO_2, lag 4 + 0.0364Windspeed_{lag 3} + 0.0026Humidity_{lag 7} + 0.0004Rain_{lag 5} - 0.03Pressure_{lag 3} - 0.0175Temp_{lag 0} - 0.1253Holiday + \log(Pop. at Risk)$
ติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน	$\log(E(Sick)) = 18.4203 + 0.0022PM_{2.5, lag 6} - 0.0029PM_{10-2.5, lag 6} - 0.0023O_3, lag 7 - 0.0089SO_2, lag 7 - 0.1016CO_{lag 0} + 0.0075NO_2, lag 1 - 0.0268Windspeed_{lag 6} + 0.0069Humidity_{lag 7} - 0.0038Rain_{lag 7} - 0.0607Pressure_{lag 2} - 0.0273Temp_{lag 0} + 0.4112Holiday + \log(Pop. at Risk)$
การหายใจทั้งหมด	$\log(E(Sick)) = 4.7558 + 0.0008PM_{2.5, lag 3} - 0.0019PM_{10-2.5, lag 6} - 0.0015O_3, lag 7 - 0.0045SO_2, lag 7 + 0.0209CO_{lag 5} + 0.0037NO_2, lag 2 - 0.0003Windspeed_{lag 0} + 0.0036Humidity_{lag 7} - 0.0034Rain_{lag 4} - 0.0425Pressure_{lag 3} - 0.0132Temp_{lag 3} + 0.2086Holiday + \log(Pop. at Risk)$
กลุ่มอายุ : อายุ 0 - 14 ปี	
ติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน	$\log(E(Sick)) = 13.4924 + 0.0018PM_{2.5, lag 7} - 0.003PM_{10-2.5, lag 0} - 0.0032O_3, lag 7 - 0.0067SO_2, lag 7 - 0.1382CO_{lag 0} + 0.0053NO_2, lag 0 - 0.04Windspeed_{lag 6} + 0.0014Humidity_{lag 7} - 0.0038Rain_{lag 2} - 0.0668Pressure_{lag 3} - 0.0204Temp_{lag 7} + 0.3Holiday + \log(Pop. at Risk)$
การหายใจทั้งหมด	$\log(E(Sick)) = 11.5271 + 0.002PM_{2.5, lag 7} - 0.0025PM_{10-2.5, lag 0} - 0.0043O_3, lag 7 - 0.0045SO_2, lag 7 - 0.0552CO_{lag 0} + 0.0024NO_2, lag 0 - 0.0263Windspeed_{lag 6} + 0.0031Humidity_{lag 7} - 0.0034Rain_{lag 7} - 0.0671Pressure_{lag 3} - 0.0181Temp_{lag 7} + 0.1917Holiday + \log(Pop. at Risk)$
โรคประจำตัวของผู้ที่อายุ 65 ปี ขึ้นไป : เบาหวาน	
ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ	$\log(E(Sick)) = 2.3054 + 0.005PM_{2.5, lag 1} - 0.0101PM_{10-2.5, lag 0} + 0.0079O_3, lag 6 + 0.0036SO_2, lag 6 + 0.1994CO_{lag 0} - 0.0056NO_2, lag 6 - 0.0792Windspeed_{lag 0} + 0.0016Humidity_{lag 6} + 0.0125Rain_{lag 7} - 0.0354Pressure_{lag 5} - 0.0121Temp_{lag 4} + 0.0164Holiday + \log(Pop. at Risk)$
โรคประจำตัวของผู้ที่อายุ 65 ปี ขึ้นไป : ความดันโลหิตสูง	
ปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ	$\log(E(Sick)) = 0.0799 + 0.003PM_{2.5, lag 0} + 0.0006PM_{10-2.5, lag 1} + 0.0033O_3, lag 1 + 0.0113SO_2, lag 3 - 0.0191CO_{lag 4} + 0NO_2, lag 1 + 0.0344Windspeed_{lag 2} + 0.0032Humidity_{lag 0} - 0.0008Rain_{lag 2} - 0.0058Pressure_{lag 1} - 0.0107Temp_{lag 1} + 0.0844Holiday + \log(Pop. at Risk)$
หัวใจและหลอดเลือดทั้งหมด	$\log(E(Sick)) = -11.5052 + 0.0012PM_{2.5, lag 6} - 0.0002PM_{10-2.5, lag 6} - 0.0001O_3, lag 0 - 0.0017SO_2, lag 4 - 0.042CO_{lag 6} + 0.0014NO_2, lag 1 + 0.0032Windspeed_{lag 4} + 0.0005Humidity_{lag 0} - 0.0002Rain_{lag 5} - 0.0188Pressure_{lag 5} + 0.0037Temp_{lag 4} + 0.0786Holiday + \log(Pop. at Risk)$
โรคประจำตัวของผู้ที่อายุ 65 ปี ขึ้นไป : ไม่มีโรคทั้ง 4 โรค	
ติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน	$\log(E(Sick)) = -169.0567 + 0.0134PM_{2.5, lag 0} - 0.0125PM_{10-2.5, lag 7} - 0.0189O_3, lag 1 - 0.1333SO_2, lag 0 + 0.2481CO_{lag 0} + 0.016NO_2, lag 5 + 0.0694Windspeed_{lag 4} + 0.039Humidity_{lag 1} + 0.0134Rain_{lag 1} - 0.0495Pressure_{lag 2} + 0.1542Temp_{lag 3} + 0.5855Holiday + \log(Pop. at Risk)$

E(Sick) จำนวนผู้ที่มาแผนกฉุกเฉิน, ค่าสูงสุดรายวันของ PM_{2.5} (µg/m³) PM₁₀ (µg/m³) O₃ (ppb) NO₂ (ppb) SO₂ (ppb) CO (ppm), ค่าเฉลี่ยรายวันของ Windspeed ความเร็วลม (knot) Humidity ความชื้นสัมพัทธ์ (%) โดยมีค่า 0 - 100%) Rain ปริมาณน้ำฝน (mm) Pressure ความกดอากาศ (hPa) Temp อุณหภูมิ (C), และ Holiday เป็นวันหยุดหรือไม่ (1 วันหยุด 0 วันธรรมดา)