

ผลกระทบของหมอกควันข้ามแดนต่อการรับการรักษาพยาบาล แบบผู้ป่วยนอกเนื่องจากโรกระบบทางเดินหายใจและโรกระบบ หัวใจและหลอดเลือดในเขตสุขภาพที่ 12

Effects of Transboundary Haze on Hospital Outpatient Visits due to Respiratory and Cardiovascular Diseases in Regional Health 12

ปิยาณี กษิรวัตน์* ระชา เดชชาญชัยวงศ์** ธรรมสินธ์ อิงวิยะ***

Piyanee Kasiravat,* Racha Dejchanchaiwong,** Thammasin Ingviya***

*,*** ภาควิชาเวชศาสตร์ครอบครัวและเวชศาสตร์ป้องกัน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา

*,*** Department of Family Medicine and Preventive Medicine, Faculty of Medicine, Prince of Songkla University,
Songkla Province

** ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา

** Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, Songkla Province

* Corresponding Author: piyaneekasi@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาย้อนหลังโดยวิเคราะห์ข้อมูลทุติยภูมิชนิดอนุกรมเวลา เพื่อศึกษาผลกระทบทางสุขภาพจากหมอกควันข้ามแดนโดยใช้ข้อมูลการรับการรักษาพยาบาลแบบผู้ป่วยนอก ในปี พ.ศ. 2562 ของประชาชนที่อยู่อาศัยในเขตสุขภาพที่ 12 ข้อมูลฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) ถูกอนุมานเป็นข้อมูลรายอำเภอด้วยวิธี Inverse Distance Weighting (IDW) และกำหนดวันที่มีหมอกควัน คือ วันที่ค่าความเข้มข้นของฝุ่น PM_{2.5} เกินกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ในชั่วโมงเวลาศึกษาและยืนยันด้วยการจำลองการเคลื่อนที่ของมวลอากาศจากแหล่งกำเนิดแบบย้อนกลับ ผลการวิจัย พบว่า วันที่มีหมอกควันสัมพันธ์กับอัตราอุบัติการณ์ (ความเชื่อมั่น 95%) ของจำนวนผู้ป่วยนอกที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากโรคปอดติดเชื้อ 1.45 (1.34 - 1.56) เท่า โรคหลอดเลือดสมองเฉียบพลัน 1.42 (1.35 - 1.49) เท่า โรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน 1.30 (1.26 - 1.33) เท่า โรคหืด 1.14 (1.05 - 1.23) เท่า โดยเฉพาะในกลุ่มอายุน้อยกว่า 20 ปี และภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ 1.19 (1.06 - 1.33) เท่าในทุกกลุ่มอายุ ยกเว้นกลุ่มอายุ 20 - 44 ปี นอกจากนี้ระดับ PM_{2.5} ที่เพิ่มขึ้น 10 µg/m³ ยังสัมพันธ์กับอัตราอุบัติการณ์การเข้ารับการรักษาพยาบาลแบบผู้ป่วยนอกที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน (lag0-lag7) โรคหลอดเลือดสมองเฉียบพลัน (lag0-lag7) โรคปอดติดเชื้อ (lag0-lag7) โรคหืด (lag0-lag5) โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ (lag2-lag7) และภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ (lag0,1,2,3,7)

Received: March 4, 2022; Revised: May 21, 2022; Accepted: June 1, 2022



ดังนั้นในวันที่มีหมอกควันกระทรวงสาธารณสุขจำเป็นต้องทำการสื่อสารความเสี่ยงแก่ประชาชนในการดูแลสุขภาพตนเองและกำหนดแนวทางเฝ้าระวังโรคระบบทางเดินหายใจและโรคหัวใจและหลอดเลือด

คำสำคัญ: หมอกควันข้ามแดน โรคทางระบบทางเดินหายใจ โรคระบบหัวใจและหลอดเลือด ผลกระทบสุขภาพ

Abstract

This study is a retrospective study, assessing time-series data. The aim was to assess the health effects of the transboundary haze. Health data was outpatient visits of region health 12 in 2019. Inverse distance weighting methods were used to interpolate the concentration of PM_{2.5} at subdistrict levels. Haze day were defined as the days when the ambient concentrations of PM_{2.5} exceeded their 95th percentile during the study period and confirmed by backward trajectory simulation. Haze days were found associated with increased incidence rate (IRR, 95% confidence intervals) of pneumonia for 1.45 (1.34 - 1.56), acute bronchitis for 1.42 (1.35 - 1.49), upper respiratory tract infection (URI) for 1.30 (1.26 - 1.33), acute asthmatic attack for 1.14 (1.05 - 1.23), especially in age group less than 20 years and cardiac arrhythmia for 1.19 (1.06 - 1.33) time in all age groups except age group 20 - 44 years. Every 10 µg/m³ increases of PM_{2.5} was associated with the increase in the incidence rate of URI (lag0-lag7), acute bronchitis (lag0-lag7), pneumonia (lag0-lag7), acute asthmatic attack (lag0-lag5), COPD (lag2-lag7) and cardiac arrhythmia (lag0,1,2,3,7). Therefore, The Thai Ministry of Public Health should encourage risk communication regarding haze. Surveillance system for respiratory and cardiovascular diseases during the haze days should be implemented.

Keywords: transboundary haze, respiratory diseases, cardiovascular diseases, health effects

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหามลพิษทางอากาศเป็นปัญหาที่มีความสำคัญและได้รับความสนใจในปัจจุบันเนื่องจากมลพิษทางอากาศก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ ข้อมูลจากสมาคมแพทย์โรคหัวใจแห่งยุโรป ที่ทำการศึกษามลพิษทางอากาศ พบว่า มลพิษทางอากาศเป็นสาเหตุในการเสียชีวิตของประชากรทั่วโลกประมาณ 4.2 ล้านคนต่อปี โดยเฉพาะจากโรคหัวใจขาดเลือด โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนล่าง โรคมะเร็งปอด โรคหลอดเลือดสมองและกลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง ซึ่งทำให้

อายุขัยเฉลี่ยของประชากรทั่วโลกลดลงประมาณ 2.9 ปี¹

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่ประสบปัญหามลพิษทางอากาศในเมืองใหญ่จากทั้งการจราจรและโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งปัญหาหมอกควันจากไฟป่าตามธรรมชาติ การเผาป่าหรือพื้นที่ทางการเกษตรและปัญหาหมอกควันข้ามแดน โดยปัญหาหมอกควันข้ามแดนในภาคใต้มีสาเหตุมาจากไฟป่าและการเผาป่าเพื่อทำการเกษตรบนเกาะสุมาตราและเกาะกาลิมันตัน ประเทศอินโดนีเซีย^{2,3} สอดคล้องกับการศึกษาคุณภาพอากาศในภาคใต้ของประเทศไทยในช่วงที่เกิดหมอกควันข้ามแดนในปี พ.ศ. 2548

พบว่า ในช่วงที่เกิดปัญหาหมอกควันข้ามแดนมีการเพิ่มสูงขึ้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) เมื่อเทียบกับช่วงที่ไม่มีปัญหาหมอกควันข้ามแดนแต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของมลพิษทางอากาศตัวอื่น ได้แก่ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และโอโซน (O_3)²

ข้อมูลจากการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของหมอกควันจากไฟป่า พบว่า การสัมผัสหมอกควันจากไฟป่าสัมพันธ์กับการรับการรักษาพยาบาลที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากโรคระบบทางเดินหายใจ เช่น โรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน⁴ โรคหืด⁴⁻⁶ โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง⁵ โรคจมูกอักเสบ⁴ และโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด เช่น ภาวะหัวใจล้มเหลว^{5,7} โรคหัวใจขาดเลือด^{5,7} ภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ⁷ โรคหลอดเลือดสมองตีบตันที่เพิ่มขึ้น^{7,8} นอกจากนี้ยังเพิ่มความเสี่ยงในการเสียชีวิตเนื่องจากโรคระบบทางเดินหายใจ⁹

งานวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบทางสุขภาพของหมอกควันข้ามแดนที่มีต้นกำเนิดบนเกาะสุมาตราและเกาะกาลิมันตัน เช่น งานวิจัยในประเทศสิงคโปร์ของ Emmanuel⁴ พบว่า ระดับ PM_{10} ที่เพิ่มขึ้นตั้งแต่ $50 \mu g/m^3$ ถึง $150 \mu g/m^3$ สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของอัตราการรับบริการรักษาพยาบาลเนื่องจากโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน ร้อยละ 12 โรคหืด ร้อยละ 19 และโรคจมูกอักเสบ ร้อยละ 26 นอกจากนี้ยังพบว่า ดัชนีมาตรฐานมลพิษอากาศ (Pollutant Standards Index) ที่เพิ่มขึ้นทุกๆ 30 ยูนิตสัมพันธ์กับอุบัติการณ์การเกิดภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลันที่เพิ่มขึ้นเป็น 1.04 เท่า¹⁰ ภาวะหัวใจหยุดเต้นเฉียบพลันนอกโรงพยาบาลที่เพิ่มขึ้น ร้อยละ 6 - 8 ในวันเดียวกันและวันก่อนหน้า 1 - 5 วัน งานวิจัยในมาเลเซียของ Sahani และคณะ⁹ พบว่า ความเสี่ยงในการเสียชีวิตเนื่องจากโรคระบบทางเดินหายใจเพิ่มขึ้นเป็น 1.19 เท่าในทุกกลุ่มอายุในวันที่

มีหมอกควันซึ่งมีระดับ PM_{10} มากกว่า $100 \mu g/m^3$ งานวิจัยในบรูไนของ Odih¹¹ พบว่า เหตุการณ์หมอกควันข้ามแดนจากประเทศอินโดนีเซียสัมพันธ์กับการเจ็บป่วยของประชากรเนื่องจากโรคหืด โรคหลอดลมอักเสบเฉียบพลัน และโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในเด็กอายุ 1 - 5 ปี และผู้ที่อายุมากกว่า 60 ปี งานวิจัยของ Aditama¹² ในประเทศอินโดนีเซีย พบว่า ในช่วงที่มีหมอกควันมีจำนวนผู้มารับการรักษาพยาบาลเนื่องจากโรคติดเชื้อทางเดินหายใจเฉียบพลันเพิ่มขึ้น 1.8 เท่าใน South Kalimantan และ 3.8 เท่าใน South of Sumatera เมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันในปีก่อนหน้า ส่วนการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบทางสุขภาพจากหมอกควันข้ามแดนในประเทศไทยมีการศึกษาในปี พ.ศ. 2540 เพียงฉบับเดียว โดยพบว่า ช่วงที่มีหมอกควันสัมพันธ์กับการรับการรักษาพยาบาลเนื่องจากโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน โรคหลอดลมอักเสบ/โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่เพิ่มขึ้น ทั้งแบบผู้ป่วยนอกและแบบผู้ป่วยในในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา¹³

ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบทางสุขภาพจากหมอกควันข้ามแดนในประเทศไทยซึ่งยังไม่มีมีการศึกษามากนักเพื่อเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาโปรแกรมการเฝ้าระวังทางสุขภาพประชาชนในช่วงที่เกิดเหตุการณ์หมอกควันข้ามแดนจากประเทศอินโดนีเซีย โดยการวิเคราะห์ข้อมูลจากฐานข้อมูลสุขภาพ 43 แห่ง ในเขตสุขภาพที่ 12 ของประเทศไทยหรือภาคใต้ตอนล่าง ซึ่งประกอบด้วย 7 จังหวัด ได้แก่ ตรัง สตูล พัทลุง สงขลา ยะลา นราธิวาส และปัตตานี ซึ่งเป็นพื้นที่ในประเทศไทยที่ได้รับผลกระทบจากหมอกควันข้ามแดนในช่วงเดือนมิถุนายน ถึง เดือนกันยายน ของทุกปี¹⁴ และยืนยันแหล่งที่มาของมลพิษอากาศในช่วงหมอกควันข้ามแดนด้วยแบบจำลองการเคลื่อนที่ของมวลอากาศจากแหล่งกำเนิดแบบย้อนกลับ (Backward trajectory simulation)



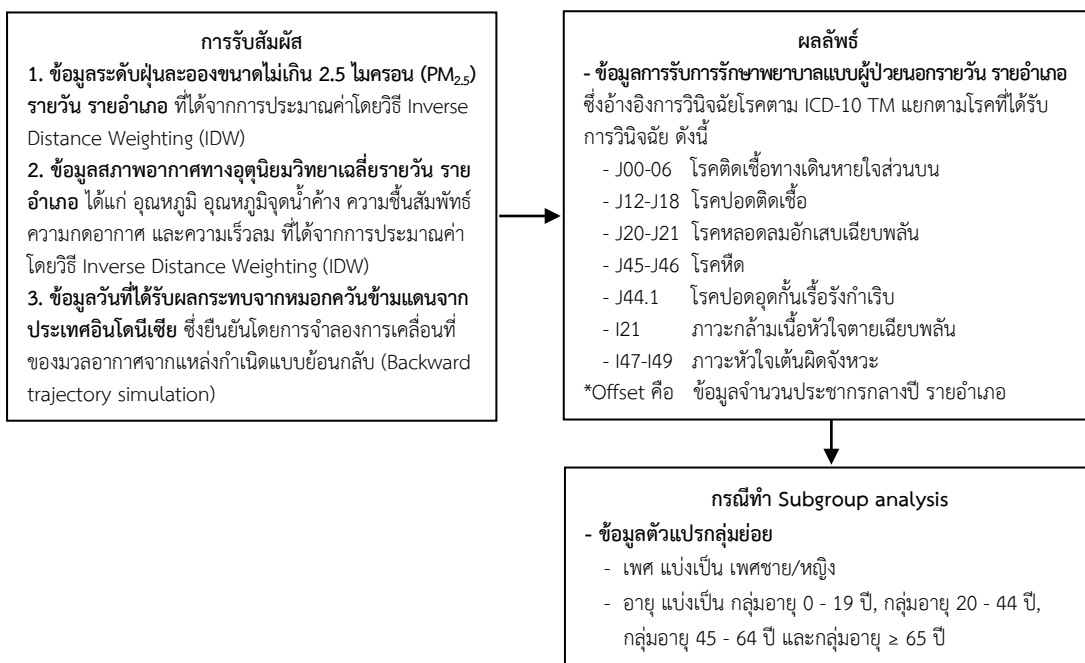
วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์หมอกควันข้ามแดนจากประเทศอินโดนีเซียกับการรับการรักษาพยาบาลแบบผู้ป่วยนอกเนื่องจากโรคระบบทางเดินหายใจและโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดของประชาชนในเขตสุขภาพที่ 12

กรอบแนวคิดการวิจัย

เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลที่ได้จากฐานของสำนักงานสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) พบว่าบางโรงพยาบาลจะไม่มีผลการลงทะเบียนฉุกเฉินทำให้ไม่สามารถดึงข้อมูลการรักษาพยาบาลเฉพาะจากแผนฉุกเฉินได้และไม่เลือกใช้ข้อมูลการเสียชีวิตมาวิเคราะห์เนื่องจากฐานข้อมูล สปสช. มีเฉพาะ

ข้อมูลผู้เสียชีวิตในโรงพยาบาลซึ่งไม่ครอบคลุมการเสียชีวิตทั้งหมดของประชากร นอกจากนี้การรับการรักษาพยาบาลแบบผู้ป่วยในอาจไม่สะท้อนจำนวนผู้เจ็บป่วยจากหมอกควันทั้งหมดเนื่องจากหากผู้ป่วยอาการไม่รุนแรงก็มักจะไม่ได้รับการรักษาพยาบาลแบบผู้ป่วยใน ซึ่งเมื่อพิจารณาตามเหตุผลดังกล่าวข้างต้นทำให้คณะผู้วิจัยเลือกใช้ข้อมูลการรักษาพยาบาลแบบผู้ป่วยนอกมาวิเคราะห์เนื่องจากมีความครอบคลุมข้อมูลของประชากรและข้อจำกัดน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับข้อมูลอื่น ๆ จากฐานข้อมูลของ สปสช. โดยงานวิจัยนี้ได้เลือกประชากรที่ใช้สิทธิหลักประกันสุขภาพถ้วนหน้าในเขตสุขภาพที่ 12 ทั้งหมด 4,005,983 คน เข้าในการศึกษาซึ่งคิดเป็นร้อยละ 78.86 ของประชากรในเขตสุขภาพที่ 12 ทั้งหมด 5,080,015 คน¹⁵



วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการศึกษา การศึกษาแบบย้อนหลังของข้อมูลทุติยภูมิแบบอนุกรมเวลา โดยมีหน่วยเวลาเป็นวัน

ประชากรที่ศึกษาและช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา

ผู้ป่วยทั้งหมดที่มารับการรักษาพยาบาลแบบผู้ป่วยนอกเนื่องจากโรคทางระบบทางเดิน

หายใจและโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดในเขตสุขภาพที่ 12 หรือภาคใต้ตอนล่าง ได้แก่ ตรัง สตูล พัทลุง สงขลา ยะลา นราธิวาส และปัตตานี) ระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2562

เกณฑ์การคัดเลือก (Inclusion criteria):

ผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาพยาบาลแบบผู้ป่วยนอกเนื่องจากโรคระบบทางเดินหายใจและโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งได้แก่ โรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน (J00-J06) โรคปอดติดเชื้อ (J12-J18) โรคหลอดลมอักเสบเฉียบพลัน (J20-J21) โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ (J44.1) โรคหืด (J45-J46) ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลัน (I21) และภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ (I47-I49)

เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria):

ผู้ป่วยที่ใช้สิทธิการรักษาอื่นที่นอกเหนือจากสิทธิหลักประกันสุขภาพถ้วนหน้าและไม่มีภูมิลำเนาในเขตสุขภาพที่ 12

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลผลลัพธ์ ข้อมูลการรับการรักษา

พยาบาลแบบผู้ป่วยนอกรายวัน รายบุคคล เนื่องจากโรคทางระบบทางเดินหายใจและโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งวินิจฉัยโรคตาม International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision Thailand Modification (ICD-10-TM) จากสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ เขต 12 ซึ่งข้อมูลการรับการรักษาพยาบาลรายวัน รายบุคคล ประกอบไปด้วยข้อมูลส่วนบุคคล เช่น ข้อมูลระบุตัวบุคคลที่เจ้าหน้าที่ สปสช. กำหนด เพศ วันเกิด วันที่รับการรักษาพยาบาล โรคที่ได้รับการวินิจฉัยและการรักษาพยาบาลที่ได้รับ เป็นต้น ซึ่งการวินิจฉัยโรคตาม ICD-10-TM จะถูกตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งกับรายการยาที่ผู้ป่วยได้รับและข้อมูลการรับการรักษาพยาบาลรายบุคคลจะถูกปรับให้เป็นข้อมูลจำนวนนับผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาพยาบาลรายวัน รายอำเภอ แยก

ตามโรคที่ได้รับการวินิจฉัยเนื่องจากข้อจำกัดของการวินิจฉัยโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดจะต้องได้รับการวินิจฉัยและรักษาพยาบาลโดยแพทย์ ซึ่งประจำอยู่ ณ โรงพยาบาลประจำอำเภอ

ข้อมูลการรับสัมผัส ข้อมูลระดับ PM_{2.5}

รายชั่วโมงของสถานีต่างๆ ได้จากกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งใช้วิธีการตรวจวัดตามมาตรฐานของ US EPA คือ beta attenuation monitoring ซึ่งมี limit of detection อยู่ที่ 1.0 µg/m³

ข้อมูลตัวแปรร่วม ข้อมูลสภาพอากาศทาง

อุตุนิยมวิทยาราย 3 ชั่วโมงของสถานีต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิ อุณหภูมิจุดน้ำค้าง ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศ และความเร็วลม ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลจำนวนประชากรกลางปี รายอำเภอ ใช้ข้อมูลจากระบบสถิติทางการทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย เพื่อคำนวณหาอัตราการรับการรักษาพยาบาลรายวัน รายอำเภอ

การจัดการข้อมูล ข้อมูลระดับ PM_{2.5}

และข้อมูลสภาพอากาศทางอุตุนิยมวิทยาที่ขาดหาย จะถูกจัดการโดยการแทนค่าโดยวิธี K-Nearest Neighbor (KNN) กรณีขาดหายเป็นรายชั่วโมงสำหรับข้อมูลระดับ PM_{2.5} หรือราย 3 ชั่วโมงสำหรับข้อมูลสภาพอากาศทางอุตุนิยมวิทยาและหากมีการขาดหายเป็นช่วงจะใช้วิธี IDW มาแทนค่าร่วมด้วย ซึ่งระดับ PM_{2.5} และข้อมูลสภาพอากาศทางอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยรายวันของสถานีต่างๆ จะถูกนำมาประมาณเป็นค่ารายวัน รายตำบล โดยวิธี IDW ด้วยโปรแกรม QGIS version 3.18.3 จากนั้นจะเฉลี่ยค่ารายวัน รายตำบล กลับเป็นค่ารายวัน รายอำเภอ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไปและระบุวันที่มีหมอกควันโดยกำหนดให้วันที่ระดับ PM_{2.5} เกินกว่า 95 เปอร์เซ็นไทล์ ในช่วงที่ทำการศึกษาเป็นวันที่มีหมอกควันและยืนยันแหล่งที่มาของมลพิษอากาศในช่วงหมอกควันข้ามแดนว่ามาจากจากเกาะสุมาตราและเกาะกาลิมันตัน ด้วยแบบจำลองการเคลื่อนที่ของมวลอากาศจากแหล่งกำเนิดแบบย้อนกลับ จาก Hybrid Single-



Particle Lagrangian Integrated Trajectory (HYSPLIT) model 4 ของ NOAA Air Resources Laboratory (ARL)

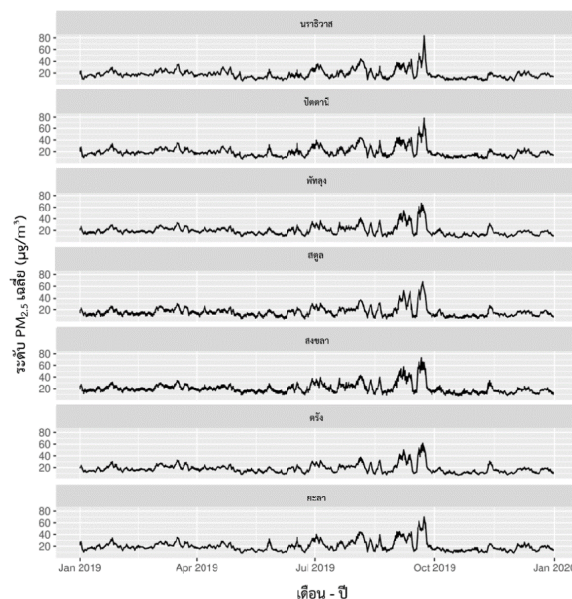
การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่าง งานวิจัยนี้เข้าข่ายโครงการที่ได้รับยกเว้นการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ซึ่งพิจารณาโดยคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รหัสโครงการ REC.64-185-9-4 วันที่อนุมัติ 21 เมษายน พ.ศ. 2564 วันสิ้นสุดการอนุมัติ ไม่ระบุ

การวิเคราะห์ข้อมูล ดำเนินการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้โปรแกรม R statistical software version 4.0.2 โดยมีรายละเอียดดังนี้ Primary analysis: วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างวันที่มีหมอกควันกับการรับการรักษาพยาบาลเมื่อเทียบกับวันที่ไม่มีหมอกควัน และ Secondary analysis: วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ $PM_{2.5}$ ที่เพิ่มขึ้นกับการรับการรักษาพยาบาลโดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติด้วย Negative binomial models และ Zero inflated negative binomial model

สำหรับการรับการรักษาพยาบาลเนื่องจากโรคระบบทางเดินหายใจและโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดตามลำดับ เพื่อคำนวณ Incidence rate ratio โดยปรับด้วยวันหยุดราชการและค่าสภาพอากาศทางอุตุนิยมวิทยา โดยใช้ lag time model ที่ 0 - 7 วัน เนื่องจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า ผลกระทบจาก $PM_{2.5}$ อาจมีความยาวนานได้ถึง 7 วัน¹⁶ โดยกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัย

ภาพที่ 1 แสดงระดับ $PM_{2.5}$ เฉลี่ยรายวันที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาในช่วงที่ทำการศึกษา แยกรายจังหวัด โดยในช่วงที่มีหมอกควัน คือ ช่วงระหว่างวันที่ 29 มิถุนายน พ.ศ. 2562 ถึง 22 กันยายน พ.ศ. 2562 มีระดับ $PM_{2.5}$ รายวันเฉลี่ยอยู่ที่ $45.14 \mu g/m^3$ สูงสุด $84.00 \mu g/m^3$ และช่วงที่ไม่มีหมอกควันมีระดับ $PM_{2.5}$ รายวันเฉลี่ยอยู่ที่ $17.93 \mu g/m^3$ สูงสุด $44.50 \mu g/m^3$ ดังแสดงในตารางที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) รายวันเฉลี่ยที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาในช่วงที่ทำการศึกษา แยกรายจังหวัด

ตารางที่ 1 ค่าฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) แยกตามช่วงเวลา

ช่วงเวลา	ค่าต่ำสุด ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	เปอร์เซ็นต์ไทล์ ที่ 25 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ค่าเฉลี่ย ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	เปอร์เซ็นต์ไทล์ ที่ 75 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ค่าสูงสุด ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
ตลอดระยะเวลาที่ศึกษา	3.48	13.70	19.26	22.30	84.00
ช่วงที่ไม่มีหมอกควัน	3.48	17.30	17.93	21.40	44.50
ช่วงที่มีหมอกควัน	35.30	38.60	45.14	49.60	84.00

งานวิจัยนี้มีจำนวนการรับการรักษาพยาบาลแบบผู้ป่วยนอกรวมทั้งสิ้น 1,569,326 ครั้ง ส่วนใหญ่คือ กลุ่มอายุน้อยกว่า 20 ปี และเพศหญิงมากกว่าเพศชาย โดยโรคที่ประชาชนมารับการรักษามากที่สุด คือ โรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน (ร้อยละ 83.2) รองลงมา คือ โรคหลอดลมอักเสบเฉียบพลัน (ร้อยละ 8.9) และโรคปอดติดเชื้อ (ร้อยละ 2.3) ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ลักษณะประชากรที่รับการรักษาพยาบาลแบบผู้ป่วยนอก (OPD case)

	เพศชาย				เพศหญิง				รวม
อายุเฉลี่ย (SD)	21.98 ปี (24.80)				27.81 ปี (24.00)				25.23 ปี (24.53)
กลุ่มอายุ	≤ 19 ปี	20 - 44 ปี	45 - 64 ปี	≥ 65 ปี	≤ 19 ปี	20 - 44 ปี	45 - 64 ปี	≥ 65 ปี	
โรคระบบทางเดินหายใจ									
โรคติดเชื้อ ทางเดิน หายใจส่วนบน	376,064 (83.4%)	78,482 (88.1%)	61,058 (70.1%)	37,443 (54.9%)	358,412 (86.9%)	201,269 (92.1%)	141,209 (85.3%)	51,800 (66.7%)	1,305,737 (83.2%)
โรคหลอดลม อักเสบ เฉียบพลัน	56,940 (12.6%)	5,031 (5.6%)	5,540 (6.4%)	4,760 (7.0%)	41,300 (10.0%)	10,509 (4.8%)	9,903 (6.0%)	6,239 (8.0%)	140,222 (8.9%)
โรคปอดติดเชื้อ	10,842 (2.4%)	1,847 (2.1%)	2,625 (3.0%)	3,327 (4.9%)	8,408 (2.0%)	2,167 (1.0%)	2,860 (1.7%)	3,563 (4.6%)	35,639 (2.3%)
โรคหืด	6,720 (1.5%)	1,901 (2.1%)	1,712 (2.0%)	627 (0.9%)	4,430 (1.1%)	3,445 (1.6%)	4,415 (2.7%)	1,882 (2.4%)	25,132 (1.6%)
โรคปอดอุดกั้น เรื้อรังกำเริบ	0 (0.0%)	580 (0.7%)	7,729 (8.9%)	11,407 (16.7%)	0 (0.0%)	47 (0.0%)	1,190 (0.7%)	2,965 (3.8%)	23,918 (1.5%)
โรคระบบหัวใจและหลอดเลือด									
ภาวะ กล้ามเนื้อหัวใจตาย	0 (0.0%)	680 (0.8%)	4,714 (5.4%)	3,442 (5.0%)	0 (0.0%)	89 (0.0%)	996 (0.6%)	1,847 (2.4%)	11,768 (0.7%)
ภาวะหัวใจ เต้นผิดจังหวะ	113 (0.0%)	538 (0.6%)	3,753 (4.3%)	7,213 (10.6%)	88 (0.0%)	984 (0.5%)	4,875 (2.9%)	9,346 (12.0%)	26,910 (1.7%)
รวม	450,679	89,059	87,131	68,219	412,638	218,510	165,448	77,642	1,569,326



จากการวิเคราะห์ พบว่า วันที่มีหมอกควันสัมพันธ์กับอัตราการรับการรักษาพยาบาลแบบผู้ป่วยนอกเนื่องจากโรคปอดติดเชื้อ 1.45 (1.34 - 1.56) เท่า โรคหลอดลมอักเสบเฉียบพลัน 1.42 (1.35 - 1.49) เท่า โรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน 1.30 (1.26 - 1.33) เท่า โรคหืด 1.14 (1.05 - 1.23) เท่า และภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ 1.19 (1.06 - 1.33) เท่า โดยพบความสัมพันธ์ทั้งเพศหญิงและเพศชาย เมื่อทำการวิเคราะห์หากลุ่มย่อยตามกลุ่มอายุ พบความสัมพันธ์ในทุกกลุ่มอายุสำหรับโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน ในขณะที่โรคระบบทางเดินหายใจอื่นๆ ได้แก่ โรคปอดติดเชื้อ โรคหลอดลมอักเสบเฉียบพลัน และโรคหืด พบความสัมพันธ์เฉพาะในกลุ่มอายุน้อยกว่า 20 ปี ส่วนภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ พบสัมพันธ์เฉพาะในกลุ่มอายุ 45 - 64 ปี และกลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไป ดังแสดงในตารางที่ 3 สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างระดับ $PM_{2.5}$ พบว่า ระดับ $PM_{2.5}$ ที่เพิ่มขึ้น $10 \mu g/m^3$ สัมพันธ์กับอัตราการรับการรักษาพยาบาลที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบนในทุก lag (lag0-lag7) โรคหลอดลมอักเสบเฉียบพลันในทุก lag (lag0-lag7) โรคปอดติดเชื้อในทุก lag (lag0-lag7) โรคหืด (lag0-lag5) และโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (lag2-lag7) ดังแสดงในตารางที่ 4 ส่วนโรคหัวใจและหลอดเลือด พบความสัมพันธ์เฉพาะภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะที่เพิ่มขึ้น (lag0-lag3, lag7) ดังแสดงในตารางที่ 5 และเมื่อทำการวิเคราะห์หากลุ่มย่อยตามเพศพบความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันทั้งในเพศชายและเพศหญิงในกลุ่มโรคดังกล่าวข้างต้น และเมื่อทำการวิเคราะห์หากลุ่มย่อยตามกลุ่มอายุพบความสัมพันธ์กับโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบและภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะในทุกกลุ่มอายุ โรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบนพบความสัมพันธ์ในทุกกลุ่มอายุ ยกเว้นในกลุ่มอายุตั้งแต่ 65 ปี ขึ้นไป ในขณะที่โรคปอดอักเสบและโรคหืดพบความสัมพันธ์เฉพาะในกลุ่มอายุน้อยกว่า 20 ปี ส่วนโรคหลอดลมอักเสบเฉียบพลันพบความสัมพันธ์เฉพาะในกลุ่มอายุน้อยกว่า 20 ปี และกลุ่มอายุ 20 - 44 ปี ดังแสดงในตารางที่ 4 และ 5

ตารางที่ 3 อัตราการรับการรักษาพยาบาลแบบผู้ป่วยนอก (OPD case) ในวันที่มีหมอกควันเทียบกับวันที่ไม่มีหมอกควัน

Outcomes	All population	< 20 ปี	20 - 44 ปี	45 - 64 ปี	≥ 65 ปี	เพศชาย	เพศหญิง
โรคระบบทางเดินหายใจ							
โรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน	1.30 *** (1.26 - 1.33)	1.43 *** (1.39 - 1.48)	1.15 *** (1.12 - 1.19)	1.06 ** (1.02 - 1.10)	1.03 (0.98 - 1.07)	1.31 *** (1.27 - 1.35)	1.28 *** (1.24 - 1.32)
โรคหลอดลมอักเสบเฉียบพลัน	1.42 *** (1.35 - 1.49)	1.598 *** (1.51 - 1.69)	1.02 (0.93 - 1.12)	0.94 (0.86 - 1.03)	0.97 (0.88 - 1.07)	1.43 *** (1.36 - 1.52)	1.41 *** (1.33 - 1.49)
โรคปอดติดเชื้อ	1.45 *** (1.34 - 1.56)	1.869 *** (1.70 - 2.06)	0.96 (0.81 - 1.13)	0.93 (0.80 - 1.07)	1.02 (0.90 - 1.15)	1.44 *** (1.33 - 1.58)	1.41 *** (1.28 - 1.54)
โรคหืด	1.14 ** (1.05 - 1.23)	1.367 *** (1.23 - 1.52)	0.96 (0.83 - 1.10)	0.92 (0.81 - 1.06)	0.96 (0.78 - 1.17)	1.14 * (1.03 - 1.26)	1.12 * (1.02 - 1.23)
โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง	0.97 (0.89 - 1.05)	-	1.29 (0.90 - 1.81)	1.00 (0.89 - 1.12)	0.93 (0.84 - 1.03)	0.97 (0.89 - 1.06)	0.97 (0.82 - 1.15)
โรคระบบหัวใจและหลอดเลือด							
ภาวะหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน	1.00 (0.89 - 1.12)	1.25 (0.92 - 1.67)	-	0.97 (0.83 - 1.12)	1.00 (0.86 - 1.16)	1.01 (0.89 - 1.15)	0.96 (0.79 - 1.16)
ภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ	1.19 ** (1.06 - 1.33)	1.56 (0.87 - 2.63)	1.00 (0.78 - 1.27)	1.22 ** (1.07 - 1.40)	1.224 ** (1.07 - 1.40)	1.25 ** (1.09 - 1.43)	1.17 * (1.03 - 1.33)

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$, Lag หมายถึง ระยะห่างระหว่างวันที่มีระดับ $PM_{2.5}$ รายวันสัมพันธ์กับอัตราอุบัติการณ์การรับการรักษาพยาบาลเนื่องจากสาเหตุต่างๆ



ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ $PM_{2.5}$ ที่เพิ่มขึ้น $10 \mu g/m^3$ และอัตราการรับการรักษาพยาบาลแบบผู้ป่วยนอก (OPD case) เนื่องจากโรคระบบทางเดินหายใจ

Outcomes	All population	< 20 ปี	20 - 44 ปี	45 - 64 ปี	≥ 65 ปี	เพศชาย	เพศหญิง
โรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน							
0	1.09 (1.08 - 1.11) ***	1.13 (1.12 - 1.15) ***	1.06 (1.05 - 1.07) ***	1.02 (1.01 - 1.03) **	1.01 (0.99 - 1.03)	1.10 (1.09 - 1.11)	*** 1.09 (1.08 - 1.10) ***
1	1.07 (1.06 - 1.09) ***	1.11 (1.10 - 1.13) ***	1.04 (1.03 - 1.06) ***	1.00 (0.99 - 1.01)	0.99 (0.98 - 1.01)	1.08 (1.07 - 1.09)	*** 1.07 (1.06 - 1.08) ***
2	1.07 (1.06 - 1.08) ***	1.10 (1.09 - 1.12) ***	1.04 (1.03 - 1.05) ***	1.00 (0.99 - 1.01)	0.99 (0.98 - 1.01)	1.07 (1.06 - 1.09)	*** 1.06 (1.05 - 1.07) ***
3	1.06 (1.05 - 1.08) ***	1.10 (1.09 - 1.11) ***	1.03 (1.02 - 1.05) ***	1.00 (0.98 - 1.01)	0.99 (0.98 - 1.01)	1.07 (1.06 - 1.08)	*** 1.06 (1.05 - 1.07) ***
4	1.06 (1.05 - 1.07) ***	1.09 (1.08 - 1.10) ***	1.03 (1.02 - 1.04) ***	1.00 (0.98 - 1.01)	0.99 (0.97 - 1.01)	1.07 (1.05 - 1.08)	*** 1.05 (1.04 - 1.07) ***
5	1.05 (1.04 - 1.06) ***	1.09 (1.08 - 1.10) ***	1.02 (1.01 - 1.03) ***	1.00 (0.98 - 1.01)	0.99 (0.97 - 1.00)	1.06 (1.05 - 1.08)	*** 1.05 (1.04 - 1.06) ***
6	1.05 (1.04 - 1.06) ***	1.09 (1.08 - 1.10) ***	1.02 (1.01 - 1.03) ***	1.00 (0.99 - 1.01)	0.99 (0.97 - 1.01)	1.06 (1.05 - 1.07)	*** 1.05 (1.04 - 1.06) ***
7	1.05 (1.04 - 1.06) ***	1.09 (1.07 - 1.10) ***	1.02 (1.01 - 1.04) ***	1.01 (0.99 - 1.02)	0.99 (0.98 - 1.01)	1.06 (1.05 - 1.07)	*** 1.05 (1.04 - 1.06) ***
โรคหลอดเลือดหัวใจเฉียบพลัน							
0	1.09 (1.08 - 1.11) ***	1.13 (1.11 - 1.14) ***	1.03 (1.00 - 1.05) *	0.98 (0.96 - 1.00)	0.99 (0.96 - 1.02)	1.10 (1.08 - 1.11)	*** 1.09 (1.07 - 1.11) ***
1	1.08 (1.07 - 1.10) ***	1.12 (1.10 - 1.13) ***	1.02 (0.99 - 1.04)	0.98 (0.96 - 1.00)	0.98 (0.96 - 1.01)	1.09 (1.07 - 1.10)	*** 1.08 (1.06 - 1.09) ***
2	1.08 (1.06 - 1.09) ***	1.11 (1.09 - 1.13) ***	1.02 (1.00 - 1.04)	0.98 (0.95 - 1.00)	0.99 (0.97 - 1.02)	1.08 (1.07 - 1.10)	*** 1.07 (1.06 - 1.09) ***
3	1.08 (1.06 - 1.09) ***	1.11 (1.09 - 1.13) ***	1.01 (0.99 - 1.03)	0.98 (0.95 - 1.00)	0.99 (0.96 - 1.02)	1.08 (1.07 - 1.10)	*** 1.07 (1.06 - 1.09) ***
4	1.07 (1.06 - 1.09) ***	1.10 (1.09 - 1.12) ***	1.02 (0.99 - 1.04)	0.98 (0.96 - 1.00)	0.99 (0.96 - 1.01)	1.08 (1.07 - 1.10)	*** 1.06 (1.05 - 1.08) ***
5	1.07 (1.06 - 1.08) ***	1.10 (1.08 - 1.12) ***	1.02 (0.99 - 1.04)	0.98 (0.96 - 1.00)	0.99 (0.96 - 1.01)	1.08 (1.07 - 1.10)	*** 1.06 (1.05 - 1.08) ***
6	1.07 (1.05 - 1.08) ***	1.10 (1.08 - 1.11) ***	1.02 (1.00 - 1.04)	0.98 (0.95 - 1.00)	0.98 (0.96 - 1.01)	1.08 (1.06 - 1.09)	*** 1.06 (1.05 - 1.08) ***
7	1.06 (1.05 - 1.07) ***	1.09 (1.07 - 1.11) ***	1.02 (0.99 - 1.04)	0.98 (0.95 - 1.00)	0.98 (0.96 - 1.01)	1.07 (1.05 - 1.09)	*** 1.06 (1.04 - 1.07) ***

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ $PM_{2.5}$ ที่เพิ่มขึ้น $10 \mu g/m^3$ และอัตราการรับการรักษาพยาบาลแบบผู้ป่วยนอก (OPD case) เนื่องจากโรคระบบทางเดินหายใจ (ต่อ)

Outcomes	All population	< 20 ปี	20 - 44 ปี	45 - 64 ปี	≥ 65 ปี	เพศชาย	เพศหญิง
โรคปอดอักเสบ							
0	1.08 (1.06 - 1.10) ***	1.15 (1.12 - 1.18) ***	1.02 (0.97 - 1.06)	0.98 (0.95 - 1.02)	1.00 (0.97 - 1.03)	1.09 (1.07 - 1.12)	*** 1.07 (1.04 - 1.10) ***
1	1.07 (1.05 - 1.09) ***	1.14 (1.11 - 1.17) ***	1.01 (0.97 - 1.05)	0.97 (0.93 - 1.00)	1.00 (0.97 - 1.03)	1.09 (1.06 - 1.11)	*** 1.06 (1.03 - 1.08) ***
2	1.07 (1.05 - 1.09) ***	1.14 (1.12 - 1.17) ***	1.00 (0.95 - 1.04)	0.97 (0.93 - 1.00)	1.00 (0.96 - 1.03)	1.08 (1.06 - 1.11)	*** 1.06 (1.04 - 1.09) ***
3	1.08 (1.06 - 1.10) ***	1.15 (1.12 - 1.18) ***	1.00 (0.96 - 1.04)	0.96 (0.93 - 1.00)	1.00 (0.97 - 1.03)	1.09 (1.06 - 1.11)	*** 1.07 (1.05 - 1.10) ***
4	1.08 (1.06 - 1.10) ***	1.14 (1.11 - 1.17) ***	0.99 (0.95 - 1.03)	0.97 (0.94 - 1.01)	1.01 (0.98 - 1.05)	1.08 (1.06 - 1.11)	*** 1.08 (1.05 - 1.10) ***
5	1.08 (1.06 - 1.11) ***	1.15 (1.12 - 1.18) ***	0.98 (0.94 - 1.02)	0.98 (0.94 - 1.02)	1.02 (0.99 - 1.05)	1.08 (1.06 - 1.11)	*** 1.08 (1.05 - 1.10) ***
6	1.08 (1.06 - 1.11) ***	1.15 (1.12 - 1.18) ***	1.00 (0.95 - 1.04)	1.00 (0.96 - 1.03)	1.00 (0.97 - 1.04)	1.09 (1.06 - 1.11)	*** 1.08 (1.05 - 1.11) ***
7	1.07 (1.04 - 1.09) ***	1.13 (1.10 - 1.16) ***	0.98 (0.94 - 1.03)	0.98 (0.94 - 1.02)	0.99 (0.95 - 1.02)	1.07 (1.05 - 1.10)	*** 1.06 (1.03 - 1.08) ***
โรคหืด							
0	1.04 (1.02 - 1.06) ***	1.08 (1.05 - 1.11) ***	1.00 (0.97 - 1.04)	1.00 (0.96 - 1.03)	1.03 (0.98 - 1.09)	1.04 (1.01 - 1.07) *	1.04 (1.01 - 1.06) **
1	1.04 (1.02 - 1.06) ***	1.07 (1.04 - 1.11) ***	1.01 (0.97 - 1.05)	1.01 (0.97 - 1.04)	1.03 (0.98 - 1.09)	1.04 (1.01 - 1.07) *	1.04 (1.02 - 1.07) **
2	1.04 (1.02 - 1.06) ***	1.07 (1.04 - 1.11) ***	1.02 (0.98 - 1.05)	1.02 (0.98 - 1.05)	1.02 (0.96 - 1.07)	1.04 (1.01 - 1.07) **	1.04 (1.01 - 1.07) **
3	1.04 (1.01 - 1.06) ***	1.07 (1.04 - 1.10) ***	1.00 (0.97 - 1.04)	1.01 (0.97 - 1.05)	0.99 (0.94 - 1.05)	1.04 (1.01 - 1.07) **	1.03 (1.01 - 1.06) *
4	1.03 (1.01 - 1.05) **	1.08 (1.05 - 1.11) ***	0.99 (0.95 - 1.03)	1.00 (0.97 - 1.04)	0.98 (0.92 - 1.03)	1.04 (1.01 - 1.07) **	1.03 (1.00 - 1.05) *
5	1.02 (1.00 - 1.04) *	1.07 (1.04 - 1.10) ***	0.99 (0.95 - 1.02)	1.00 (0.96 - 1.03)	0.95 (0.90 - 1.01)	1.04 (1.01 - 1.07) **	1.01 (0.98 - 1.03)
6	1.01 (0.99 - 1.03)	1.06 (1.03 - 1.09) ***	1.00 (0.96 - 1.03)	0.99 (0.95 - 1.02)	0.95 (0.90 - 1.01)	1.03 (1.00 - 1.06) *	1.00 (0.97 - 1.02)
7	1.01 (0.99 - 1.03)	1.04 (1.01 - 1.07) *	1.01 (0.97 - 1.04)	0.98 (0.95 - 1.02)	0.96 (0.90 - 1.01)	1.03 (1.00 - 1.06)	0.99 (0.97 - 1.02)



ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ $PM_{2.5}$ ที่เพิ่มขึ้น $10 \mu g/m^3$ และอัตราการรับการรักษาพยาบาลแบบผู้ป่วยนอก (OPD case) เนื่องจากโรคระบบทางเดินหายใจ (ต่อ)

Outcomes	All population	< 20 ปี	20 - 44 ปี	45 - 64 ปี	≥ 65 ปี	เพศชาย	เพศหญิง
โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ							
0	1.02 (1.00 - 1.04)	-	1.10 (1.00 - 1.20)	1.02 (0.99 - 1.05)	1.02 (1.00 - 1.05)	1.02 (1.00 - 1.04)	1.02 (0.98 - 1.07)
1	1.02 (0.99 - 1.04)	-	1.15 (1.05 - 1.26) **	1.01 (0.98 - 1.05)	1.02 (0.99 - 1.04)	1.02 (0.99 - 1.04)	1.02 (0.98 - 1.07)
2	1.03 (1.00 - 1.05) *	-	1.13 (1.03 - 1.24) **	1.02 (0.98 - 1.05)	1.03 (1.00 - 1.06) *	1.02 (1.00 - 1.05) *	1.04 (0.99 - 1.08)
3	1.03 (1.01 - 1.06) **	-	1.09 (0.99 - 1.19)	1.03 (1.00 - 1.06)	1.03 (1.09 - 1.06) **	1.03 (1.01 - 1.06) **	1.04 (1.00 - 1.09)
4	1.03 (1.01 - 1.05) *	-	1.07 (0.97 - 1.17)	1.03 (1.00 - 1.06) *	1.03 (1.00 - 1.05) *	1.02 (1.00 - 1.05) *	1.04 (1.00 - 1.09)
5	1.03 (1.01 - 1.05) **	-	1.01 (0.91 - 1.11)	1.03 (1.00 - 1.06)	1.04 (1.01 - 1.07) **	1.03 (1.00 - 1.05) *	1.05 (1.00 - 1.10) *
6	1.03 (1.01 - 1.06) **	-	1.01 (0.91 - 1.12)	1.02 (0.99 - 1.06)	1.05 (1.02 - 1.07) ***	1.02 (1.00 - 1.05) *	1.07 (1.03 - 1.12) **
7	1.04 (1.02 - 1.06) ***	-	1.05 (0.95 - 1.16)	1.03 (1.00 - 1.06)	1.05 (1.03 - 1.08) ***	1.04 (1.01 - 1.06) **	1.06 (1.02 - 1.11) **

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$, Lag หมายถึง ระยะห่างระหว่างวันที่มีระดับ $PM_{2.5}$ รายงานสัมพันธ์กับอัตราอุบัติการณ์การรับการรักษาพยาบาลเนื่องจากสาเหตุต่างๆ

ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ $PM_{2.5}$ ที่เพิ่มขึ้น $10 \mu g/m^3$ และอัตราการเข้ารับการรักษายาบาลแบบผู้ป่วยนอกเนื่องจากโรคหัวใจและหลอดเลือด

Outcomes	All population	< 20 ปี	20 - 44 ปี	45 - 64 ปี	≥ 65 ปี	เพศชาย	เพศหญิง
โรคกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลัน							
0	1.02 (0.99 - 1.05)	-	1.06 (0.97 - 1.16)	1.02 (0.97 - 1.06)	1.04 (1.00 - 1.08)	1.03 (1.00 - 1.07)	0.99 (0.94 - 1.05)
1	1.01 (0.98 - 1.05)	-	1.08 (0.99 - 1.18)	1.01 (0.97 - 1.15)	1.03 (0.99 - 1.07)	1.03 (0.99 - 1.06)	0.99 (0.94 - 1.05)
2	1.00 (0.97 - 1.04)	-	1.05 (0.96 - 1.14)	1.01 (0.96 - 1.05)	1.02 (0.98 - 1.06)	1.01 (0.98 - 1.05)	1.00 (0.95 - 1.06)
3	0.99 (0.96 - 1.02)	-	1.03 (0.94 - 1.12)	0.99 (0.95 - 1.03)	1.01 (0.97 - 1.05)	0.99 (0.96 - 1.03)	0.99 (0.94 - 1.04)
4	0.98 (0.95 - 1.02)	-	1.01 (0.92 - 1.10)	0.97 (0.93 - 1.01)	1.02 (0.98 - 1.06)	0.99 (0.95 - 1.02)	0.99 (0.94 - 1.04)
5	0.99 (0.96 - 1.02)	-	1.03 (0.94 - 1.12)	0.97 (0.93 - 1.02)	1.03 (0.99 - 1.07)	0.99 (0.96 - 1.03)	0.99 (0.94 - 1.04)
6	0.98 (0.95 - 1.02)	-	1.05 (0.96 - 1.15)	0.98 (0.94 - 1.02)	1.01 (0.97 - 1.05)	0.99 (0.96 - 1.03)	0.98 (0.93 - 1.03)
7	0.99 (0.96 - 1.03)	-	1.08 (0.99 - 1.17)	0.99 (0.95 - 1.03)	1.01 (0.97 - 1.05)	1.00 (0.97 - 1.04)	0.99 (0.94 - 1.04)
ภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ							
0	1.05 (1.02 - 1.09) **	1.31 (1.11 - 1.52) ***	1.01 (0.94 - 1.08)	1.06 (1.02 - 1.11) **	1.07 (1.03 - 1.11) ***	1.08 (1.04 - 1.13) ***	1.04 (1.01 - 1.08) *
1	1.05 (1.02 - 1.08) **	1.26 (1.08 - 1.46) **	0.98 (0.92 - 1.05)	1.06 (1.02 - 1.10) **	1.06 (1.03 - 1.10) ***	1.07 (1.03 - 1.12) ***	1.04 (1.00 - 1.08) *
2	1.04 (1.01 - 1.08) **	1.25 (1.06 - 1.44) **	1.01 (0.94 - 1.08)	1.05 (1.01 - 1.09) *	1.07 (1.03 - 1.11) ***	1.07 (1.03 - 1.11) ***	1.04 (1.00 - 1.08) *
3	1.04 (1.01 - 1.07) *	1.21 (1.03 - 1.41) *	1.07 (1.00 - 1.14) *	1.03 (0.99 - 1.07)	1.06 (1.03 - 1.10) **	1.07 (1.03 - 1.11) ***	1.03 (1.00 - 1.07)
4	1.03 (1.00 - 1.06)	1.17 (0.99 - 1.36)	1.05 (0.98 - 1.12)	1.02 (0.98 - 1.06)	1.06 (1.02 - 1.10) **	1.06 (1.02 - 1.10) **	1.02 (0.99 - 1.06)
5	1.03 (1.00 - 1.06)	1.18 (0.99 - 1.39)	1.05 (0.98 - 1.12)	1.02 (0.98 - 1.06)	1.05 (1.01 - 1.09) *	1.06 (1.02 - 1.10) **	1.02 (0.98 - 1.05)
6	1.03 (1.00 - 1.06)	1.10 (0.91 - 1.31)	1.05 (0.98 - 1.12)	1.02 (0.98 - 1.06)	1.05 (1.01 - 1.09) *	1.06 (1.02 - 1.10) **	1.02 (0.98 - 1.06)
7	1.03 (1.00 - 1.07) *	1.17 (0.98 - 1.38)	1.07 (1.00 - 1.14)	1.03 (0.93 - 1.07)	1.05 (1.02 - 1.09) *	1.06 (1.02 - 1.10) **	1.03 (0.99 - 1.06)

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$, Lag หมายถึง ระยะห่างระหว่างวันที่มีระดับ $PM_{2.5}$ รายวันสัมพันธ์กับอัตราอุบัติการณ์การรับการรักษาพยาบาล

เนื่องจากสาเหตุต่างๆ

การอภิปรายผลการวิจัย

หมอกควันจากไฟป่าเป็นการเผาไหม้ชีวมวลที่มีองค์ประกอบหลัก คือ ฝุ่นละอองขนาดต่างๆ และก๊าซที่ก่อให้เกิดอันตรายหลายอย่าง เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนตรัสออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) โพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (PAHs) โลหะหนักและสารพิษอื่นๆ¹⁷ โดยฝุ่นละอองที่พบมากที่สุดที่หมอกควันจากไฟป่า คือ $PM_{2.5}$ ^{4,17} หมอกควันจากไฟป่าส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนเป็นวงกว้างไม่ได้จำกัดเฉพาะประชาชนในพื้นที่ที่เกิดไฟป่าเท่านั้น หากแต่ยังส่งผลกระทบต่อประชาชนในเขตพื้นที่ใกล้เคียงเนื่องจากภายใต้สภาพอากาศที่เหมาะสมหมอกควันจากไฟป่าสามารถถูกพัดพาได้ไกลและผลกระทบต่อคุณภาพอากาศของพื้นที่ใกล้เคียงที่ไม่ได้เกิดไฟป่าโดยตรง¹⁷ โดยเดือนที่ภาคใต้ตอนล่างมักได้รับผลกระทบจากหมอกควันข้ามแดน คือ เดือนมิถุนายน ถึง เดือนกันยายนของทุกปี¹⁴ ดังเช่นในงานวิจัยนี้ที่ช่วงที่ได้รับผลกระทบจากหมอกควัน คือ ช่วงระหว่างวันที่ 29 มิถุนายน พ.ศ. 2562 ถึง 22 กันยายน พ.ศ. 2562

โดยในวันที่มีหมอกควันข้ามแดนสัมพันธ์กับการรับการรักษาพยาบาลแบบผู้ป่วยนอกที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับวันที่ไม่มีหมอกควันทั้งโรคระบบทางเดินหายใจและโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด โดยเฉพาะการติดเชื้อของระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ โรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน โรคหลอดลมอักเสบเฉียบพลัน และโรคปอดติดเชื้อ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Johnston และคณะ⁵ ที่พบว่า ในวันที่มีหมอกควันสัมพันธ์กับการรับการรักษาพยาบาลแบบผู้ป่วยนอกเนื่องจากโรคปอดติดเชื้อและโรคหลอดลมอักเสบเฉียบพลันที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับวันที่ไม่มีหมอกควัน และในงานวิจัยนี้ยังพบความสัมพันธ์ของหมอกควันข้ามแดนกับโรคหิด

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Johnston และคณะ⁵ ที่พบว่า วันที่มีหมอกควันสัมพันธ์กับการรับการรักษาพยาบาลที่ห้องฉุกเฉินเนื่องจากโรคหิดที่เพิ่มขึ้น โดยเมื่อวิเคราะห์กลุ่มย่อยพบความสัมพันธ์ในอายุน้อยกว่า 20 ปีขึ้นไป แตกต่างจากงานวิจัยของ Delfino และคณะ¹⁸ ที่พบความสัมพันธ์เฉพาะในกลุ่มอายุ 20 - 64 ปี ซึ่งอาจเป็นจากในการศึกษานี้กลุ่มประชากรที่มารับการรักษาพยาบาลเนื่องจากโรคหิดส่วนใหญ่ คือ กลุ่มอายุน้อยกว่า 20 ปี ขณะที่งานวิจัยของ Delfino และคณะ¹⁸ ส่วนใหญ่ คือ กลุ่มอายุ 20 - 64 ปี ซึ่งสามารถอธิบายได้จากการสัมผัส $PM_{2.5}$ ในหมอกควันมีผลทำให้ระบบภูมิคุ้มกันของระบบทางเดินหายใจแย่งเป็นผลทำให้มีการติดเชื้อได้ง่ายขึ้น¹⁹ และกระตุ้นให้เกิดการกำเริบของโรคหิดตามมาได้

นอกจากนี้ยังพบว่า สัมพันธ์กับภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Le และคณะ²⁰ ที่พบว่า ในวันที่มีหมอกควันสัมพันธ์กับอัตราการรับการรักษาพยาบาลแบบผู้ป่วยนอกเนื่องจากภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะที่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับวันที่ไม่มีหมอกควันและงานวิจัยของ Wettstein และคณะ⁷ ที่พบว่า มีอัตราการรับการรักษาพยาบาลที่แผนกฉุกเฉินเนื่องจากภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะเพิ่มขึ้นในวันที่มีหมอกควัน ซึ่งสามารถอธิบายได้จากการสัมผัส $PM_{2.5}$ ในหมอกควันกระตุ้นการเกิดภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะผ่านการกระตุ้นระบบประสาทอัตโนมัติทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นและส่งผลกระทบต่อความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจเปลี่ยนแปลง ทำให้เกิดภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะได้ง่ายขึ้น²¹ แตกต่างจากบางงานวิจัยที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลง¹⁸ เมื่อทำการวิเคราะห์กลุ่มย่อยตามกลุ่มอายุ พบความสัมพันธ์เฉพาะในกลุ่มอายุ 45 - 64 ปีและกลุ่มอายุ 65 ปีขึ้นไป ซึ่งอธิบายได้จากความชุกในการเกิดภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะเพิ่มขึ้นตามอายุที่เพิ่มมากขึ้น^{22,23}

โดยในงานวิจัยนี้ไม่พบความสัมพันธ์กับโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Delfino และคณะ¹⁸ ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยของ Le และคณะ²⁰ และงานวิจัยของ Johnston และคณะ⁵ ซึ่งอาจเป็นเพราะงานวิจัยฉบับนี้มีจำนวนวันที่มีหมอกควันที่น้อยกว่าการศึกษาอื่นๆ และกลุ่มผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบส่วนใหญ่เป็นกลุ่มอายุ ≥ 65 ปี ซึ่งเป็นผู้สูงอายุที่มักจะอาศัยในบ้านไม่ต้องออกไปทำงานหรือไปโรงเรียนเหมือนกลุ่มวัยทำงานหรือกลุ่มเด็กทำให้มีโอกาสสัมผัสหมอกควันข้ามแดนน้อย และไม่พบความสัมพันธ์กับภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลันที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Le และคณะ²⁰ แต่แตกต่างจากงานวิจัยของ Wettstein และคณะ⁷ ที่พบการเปลี่ยนแปลงของการรับการรักษาพยาบาลที่ห้องฉุกเฉินเนื่องจากภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลันในวันที่มีหมอกควันหนาแน่นแต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงในวันที่หมอกควันน้อยหรือปานกลาง

ส่วนการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างระดับ $PM_{2.5}$ กับการรับการรักษาพยาบาลพบว่า ระดับ $PM_{2.5}$ เฉลี่ยรายวันที่เพิ่มขึ้น $10 \mu g/m^3$ สัมพันธ์กับอัตราการรับการรักษาพยาบาลแบบผู้ป่วยนอกที่เพิ่มขึ้น ได้แก่ โรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบนโดยพบความสัมพันธ์ในทุก lag (lag0-lag7) มากสุด 1.094 (1.082 - 1.105) เท่าที่ lag0 ซึ่งสามารถอธิบายได้จากการสัมผัส $PM_{2.5}$ มีผลทำให้ระบบภูมิคุ้มกันของระบบทางเดินหายใจแยลงเป็นผลทำให้มีการติดเชื้อได้ง่ายขึ้น¹⁹ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Xu และคณะ²⁴ ที่พบความสัมพันธ์กับการรักษาพยาบาลที่ห้องฉุกเฉินที่เพิ่มขึ้นที่ lag 0,1,3 และงานวิจัยของ สุทธิศักดิ์ เด่นดวงใจ, พงศ์เทพ วรรณระเดช และ วิโรจน์ เจริญจรัสรังษี²⁵ พบความสัมพันธ์กับการรักษาพยาบาลที่ห้องฉุกเฉินที่เพิ่มขึ้นใน lag6 เมื่อทำการวิเคราะห์กลุ่มย่อยพบความสัมพันธ์ทั้งในเพศชายและเพศหญิงและพบ

ความสัมพันธ์ในทุกกลุ่มอายุ ยกเว้นในกลุ่มอายุตั้งแต่ 65 ปีขึ้นไปเนื่องจากจำนวนการรับการรักษาพยาบาลเนื่องจากโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบนในกลุ่มอายุตั้งแต่ 65 ปีขึ้นไปน้อยกว่ากลุ่มอื่น

ส่วนโรคหลอดเลือดสมองเฉียบพลันและโรคปอดติดเชื้อ พบความสัมพันธ์ในทุก lag (lag0-lag7) มากสุด 1.092 (1.077 - 1.107) เท่าที่ lag0 สำหรับโรคหลอดเลือดสมองเฉียบพลัน และ 1.084 (1.062 - 1.107) เท่าที่ lag6 สำหรับโรคปอดติดเชื้อ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Xu และคณะ²⁴ ที่พบว่าระดับ $PM_{2.5}$ สัมพันธ์กับการรับการรักษาพยาบาลที่ห้องฉุกเฉินเนื่องจากโรคติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนล่างที่เพิ่มขึ้นที่ lag0,2,3 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Magzamen และคณะ²⁶ ที่ศึกษาเกี่ยวกับหมอกควันข้ามแดนในประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่า ระดับ $PM_{2.5}$ ที่เพิ่มขึ้น $10 \mu g/m^3$ ในช่วงที่มีหมอกควันสัมพันธ์กับการรับการรักษาพยาบาลแบบผู้ป่วยในเนื่องจากโรคหลอดเลือดสมองเฉียบพลันที่เพิ่มขึ้น 1.374 (1.049 - 1.801) เท่าที่ lag₃ แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับโรคปอดติดเชื้อ ซึ่งส่วนนี้อาจเป็นจากการเข้าถึงบริการทางสาธารณสุขที่แตกต่างกันทำให้ผู้ป่วยในประเทศไทยสามารถเข้าถึงการรักษาพยาบาลได้ง่ายกว่าทำให้งานวิจัยฉบับนี้พบความสัมพันธ์ตั้งแต่ในวันแรกๆ หลังสัมผัส $PM_{2.5}$ และงานวิจัยฉบับนี้แตกต่างกับงานวิจัยของ Pothirat และคณะ²⁷ ซึ่งไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างระดับ $PM_{2.5}$ ที่เพิ่มขึ้นกับการรับการรักษาพยาบาลที่ห้องฉุกเฉินเนื่องจาก Community acquired pneumonia ซึ่งมีความครอบคลุมน้อยกว่างานวิจัยฉบับนี้ที่ศึกษาในโรคปอดติดเชื้อทั้งหมดและจำนวนผู้มารับการรักษาพยาบาลน้อยกว่าในงานวิจัยนี้

สำหรับโรคที่พบความสัมพันธ์ใน lag0-lag5 มากสุด 1.042 (1.021 - 1.064) เท่าที่ lag2 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tian และคณะ²⁸ ที่พบความสัมพันธ์ที่ lag0,1,2 และงานวิจัยของ Lu และคณะ²⁹ ที่

พบความสัมพันธ์ที่ lag2,3 ซึ่งแตกต่างจากบางงานวิจัยที่ไม่พบความสัมพันธ์^{24,25} เมื่อทำวิเคราะห์กลุ่มย่อยพบความสัมพันธ์เฉพาะในกลุ่มอายุน้อยกว่า 20 ปี สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ma และคณะ³⁰ ซึ่งพบความสัมพันธ์ในเด็กอายุ 0 - 18 ปี ซึ่งสามารถอธิบายได้จากอุบัติการณ์การเกิดโรคหืดจากภูมิแพ้ลดลงตามอายุที่เพิ่มมากขึ้นเนื่องจากโรคภูมิแพ้มักเกิดขึ้นในวัยเด็กและวัยผู้ใหญ่ตอนต้น³¹ ส่วนโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบพบความสัมพันธ์ใน lag2-lag7 แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับวันที่มีหมอกควันข้ามแดนซึ่งอาจเป็นจากจำนวนวันที่มีหมอกควันในงานวิจัยฉบับนี้น้อยทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างอัตราการรับการรักษาพยาบาลของวันที่มีหมอกควันและวันที่ไม่มีหมอกควันได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Xu และคณะ²⁴ ที่พบว่าระดับ PM_{2.5} สัมพันธ์กับการรักษาพยาบาลที่ห้องฉุกเฉินเนื่องจากโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่เพิ่มขึ้นใน lag0,1,2 และงานวิจัยของ Pothirat และคณะ²⁷ ที่พบความสัมพันธ์ที่ lag1 และงานวิจัยของ สุทธิศักดิ์เด่นดวงใจ, พงศ์เทพ วิศวกรรมเดช และ วิโรจน์เจียมจรัสศรี²⁵ ที่พบความสัมพันธ์ที่ lag1 โดยการกำเริบของโรคหืดและโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบสามารถอธิบายได้จากการสัมผัส PM_{2.5} กระตุ้นให้เกิดภาวะเครียดจากกระบวนการออกซิเดชัน (Oxidative stress)^{32,33} กระตุ้นการหลั่ง Proinflammatory cytokines ต่างๆ^{32,33} และทำให้ระบบภูมิคุ้มกันของระบบทางเดินหายใจแย่ลงเป็นผลทำให้มีการติดเชื้อของระบบทางเดินหายใจได้ง่ายขึ้น^{18,32} ส่งผลให้เกิดการกระตุ้นการกำเริบของโรคหืดและโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังตามมา

นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์กับภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะที่ lag0-lag3 และ lag7 โดยพบความสัมพันธ์มากที่สุด 1.05 (1.02 - 1.09) เท่าที่ lag0 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Xu และคณะ³⁴ ที่พบความสัมพันธ์กับความเสี่ยงในการรับการรักษา

พยาบาลที่ห้องฉุกเฉินเนื่องจากภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะที่เพิ่มขึ้นที่ lag1 และงานวิจัยของ Solimini & Renzi³⁵ ที่พบความสัมพันธ์กับ Atrial fibrillation ในช่วง 48 ชั่วโมงหลังสัมผัส PM_{2.5} (lag0-1) เมื่อวิเคราะห์กลุ่มย่อยพบความสัมพันธ์ทั้งในเพศชายและหญิง แตกต่างจากงานวิจัยของ Xu และคณะ³⁴ ที่พบความสัมพันธ์เฉพาะในเพศชายและงานวิจัยของ Solimini & Renzi³⁵ ที่เมื่อวิเคราะห์กลุ่มย่อยพบความสัมพันธ์เฉพาะในเพศหญิงและกลุ่มอายุตั้งแต่ 75 ปีขึ้นไป แต่ในงานวิจัยฉบับนี้ไม่พบความสัมพันธ์กับภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลัน สอดคล้องกับงานวิจัยหลายฉบับ^{27,36} ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยของ Xu และคณะ³⁴ ที่พบว่า ระดับ PM_{2.5} ที่เพิ่มขึ้น 10 µg/m³ สัมพันธ์กับความเสี่ยงในการรับการรักษาพยาบาลที่ห้องฉุกเฉินเนื่องจากโรคหลอดเลือดหัวใจตีบทั้งหมด (ICD-10: I20 - 25) ที่เพิ่มขึ้นใน 1,2 วันถัดมา (lag1,2) ซึ่งส่วนหนึ่งอาจเป็นจากในงานวิจัยฉบับนี้มีการเลือกการวินิจฉัยที่ค่อนข้างจำเพาะ คือ เลือกเฉพาะภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลัน (ICD-10: I21) มาวิเคราะห์เท่านั้น ในขณะที่บางงานวิจัยมีการวิเคราะห์โดยรวมข้อมูลการรับการรักษาพยาบาลเนื่องจากโรคหัวใจขาดเลือดทั้งหมดดังเช่นงานวิจัยของ Xu และคณะ³⁴ ซึ่งความแตกต่างนี้อาจทำให้เราพอได้แนวทางบางอย่างในการเฝ้าระวังโรคจาก PM_{2.5} ตามพระราชบัญญัติควบคุมโรคจากการประกอบอาชีพและโรคจากสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2562 โดยอาจต้องทำการเฝ้าระวังโรคที่มีความครอบคลุมมากขึ้น เช่น ทำการเฝ้าระวังโรคหลอดเลือดหัวใจตีบทั้งหมด (ICD-10: I20-25) แทนการเฝ้าระวังเฉพาะภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลัน (ICD-10: I21)

ข้อเด่น ขนาดประชากรในการศึกษาที่มีจำนวนมากทำให้กำลังทางสถิติในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์มีมากและงานวิจัยฉบับนี้ยังเป็งานวิจัยฉบับแรกๆ ที่มีการประมาณค่าเชิงพื้นที่ของ

ระดับ $PM_{2.5}$ เพื่อให้ระดับ $PM_{2.5}$ มีความใกล้เคียงกับระดับที่ประชาชนสัมผัสจริงมากที่สุดและยืนยันแหล่งที่มาของมลพิษอากาศในช่วงหมอกควันข้ามแดนด้วยแบบจำลองการเคลื่อนที่ของมวลอากาศจากแหล่งกำเนิดแบบย้อนกลับ นอกจากนี้ยังเป็นงานวิจัยฉบับแรกๆ ในประเทศไทยที่มีการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพของหมอกควันข้ามแดนจากประเทศอินโดนีเซียเพื่อเป็นประโยชน์ในการวางแผนเฝ้าระวังสุขภาพของประชาชนในพื้นที่ต่อไป

ข้อจำกัด การศึกษาโดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิจาก สปสช. เขต 12 ซึ่งมีข้อจำกัดเกี่ยวกับความครอบคลุมของข้อมูลบางส่วน เช่น การสูบบุหรี่ อาชีพ ซึ่งถือเป็นปัจจัยเสี่ยงอย่างหนึ่งในการเกิดการกำเริบของโรค เช่น โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังกำเริบ โรคหืด ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลัน ทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลส่วนนี้มีมาวิเคราะห์ร่วมด้วยได้ และข้อมูลจาก สปสช. จะพบว่า บางโรงพยาบาลจะไม่มีผลการตรวจคัดกรองคนไข้ที่ไม่สามารถดึงข้อมูลการรักษาพยาบาลเฉพาะจากแผนกฉุกเฉินได้ คณะผู้วิจัยจึงทำการคัดเลือกรหัส ICD-10-TM ที่จำเพาะกับโรคให้มากที่สุดและตรวจสอบความถูกต้องของการวินิจฉัยโรครับรายการยาที่ผู้ป่วยได้รับอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้คัดเฉพาะการรับการรักษาพยาบาลเนื่องจากการกำเริบของโรคเท่านั้น เพื่อลดความผิดพลาดและความลำเอียงของข้อมูล แต่ยังมีข้อจำกัดบางประการ คือ การยืนยันการวินิจฉัยโรคปอดติดเชื้อที่จำเป็นจะต้องมีผลการเพาะเชื้อร่วมด้วย ซึ่งการวินิจฉัยขณะมารับการรักษาพยาบาลแบบผู้ป่วยนอกมักเป็นการวินิจฉัยเบื้องต้นโดยที่ยังไม่มีผลการเพาะเชื้อ การนำข้อมูลความสัมพันธ์ของโรคปอดติดเชื้อที่ได้จากงานวิจัยฉบับนี้ไปวางแผนการเฝ้าระวังจึงอาจไม่ถูกต้องนัก ข้อจำกัดอีกประการ คือ การเลือกใช้ข้อมูลการรับการรักษาพยาบาลเฉพาะสิทธิหลักประกันสุขภาพ

แห่งชาติ ซึ่งจะไม่ครอบคลุมถึงผู้ป่วยที่ซื้อยากินเอง หรือการรับการรักษาพยาบาลที่โรงพยาบาลเอกชน หรือคลินิก ซึ่งอาจมีผลต่อความสามารถในการแปลผลสู่ประชากรเป้าหมาย (Generalizability) ของผลการวิจัยบ้างแต่ไม่มากนักในเขตพื้นที่เขตสุขภาพที่ 12 เนื่องจากประชากรที่ใช้สิทธิหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ ในเขต 12 มีจำนวนคิดเป็นร้อยละ 78.86 ของประชากรในเขตสุขภาพที่ 12 ทั้งหมดและพฤติกรรมสุขภาพของประชากรมักใช้บริการของสถานบริการภาครัฐ จึงน่าจะเป็นตัวแทนประชากรไทยในเขตสุขภาพที่ 12 ได้ รวมถึงข้อจำกัดของงานวิจัยรูปแบบนี้ที่ไม่สามารถบอกการเป็นเหตุเป็นผลที่ชัดเจนของการสัมผัส $PM_{2.5}$ กับโรคได้ นอกจากนี้ข้อมูลทุติยภูมิยังมีปัญหาการขาดหายของข้อมูลซึ่งงานวิจัยฉบับนี้พยายามจัดการการขาดหายของข้อมูลโดยใช้การประมาณค่าโดยวิธีต่างๆ ได้แก่ IDW และ KNN เพื่อลดการขาดหายของข้อมูลและเพิ่มกำลังของการศึกษา โดยความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ได้จากประมาณค่ากับค่าเฉลี่ยของข้อมูลเดิมน้อยมาก คือ ระดับของ $PM_{2.5}$ เฉลี่ยรายวันแตกต่างกับข้อมูลเดิมอยู่ในช่วง 0.012 - 0.059 $\mu g/m^3$

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยฉบับนี้จะเห็นว่าในวันที่มีหมอกควันมีความสัมพันธ์กับโรคระบบทางเดินหายใจและโรคหัวใจและหลอดเลือดที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นในวันที่มีหมอกควันจำเป็นต้องสื่อสารความเสี่ยงและให้คำแนะนำในการดูแลสุขภาพแก่ประชาชน ตลอดจนทำการเฝ้าระวังการเกิดโรคระบบทางเดินหายใจและโรคหัวใจและหลอดเลือดในประชากรในทุกกลุ่มอายุ โดยเฉพาะโรคระบบทางเดินหายใจในกลุ่มอายุน้อยกว่า 20 ปี ควรมีการพัฒนาความรู้ด้านสุขภาพ ของประชาชนโดยอาศัยหลักการแนวคิดและการประยุกต์สู่การปฏิบัติพยาบาลของ วัชรพร



เขยสุวรรณ ซึ่งเน้นย้ำการสื่อสารไม่ว่าจะทางวาจา และสื่ออื่นๆ จากบุคลากรทางการแพทย์เป็นสำคัญ³⁷

สำหรับงานวิจัยต่อไป อาจต้องพิจารณาใช้ การรักษายาบาลแบบผู้ป่วยในมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการรับการรักษาพยาบาลเนื่องจาก โรคปอดติดเชื้อกับการสัมผัสหมอกควันหรือ PM_{2.5} แทนเนื่องจากการยืนยันการวินิจฉัยโรคปอดติดเชื้อ จำเป็นต้องวินิจฉัยจากผลการเพาะเชื้อร่วมด้วย เพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้องสำหรับประกอบการวางแผน การเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพ นอกจากนี้ อาจ พิจารณาการศึกษาแบบ Cohort study โดยติดตาม บุคคลกลุ่มเดิมแทนเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ความ เป็นเหตุเป็นผลของการสัมผัสและการเกิดโรคได้

กิตติกรรมประกาศ

ทางคณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ สถานีวิจัยมลพิษทางอากาศและผลกระทบต่อ สุขภาพ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สำหรับการ อนุเคราะห์ข้อมูลแบบจำลองการเคลื่อนที่ของมวล อากาศจากแหล่งกำเนิดแบบย้อนกลับ เพื่อระบุ ช่วงเวลาที่ภาคใต้ตอนล่างได้รับผลกระทบจาก หมอกควันข้ามแดนจากประเทศอินโดนีเซีย ตลอดจน สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) เขต 12 สงขลา กรมควบคุมและกรมอุตุนิยมวิทยา สำหรับการอนุเคราะห์ด้านข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

ทุนศึกษาวิจัยและผลประโยชน์ทับซ้อน
งานวิจัยนี้ไม่มีผู้สนับสนุนทุนวิจัยและไม่มี ผลประโยชน์ทับซ้อน

เอกสารอ้างอิง

1. Lelieveld J, Pozzer A, Pöschl U, Fnais M, Haines A, Münzel T. Loss of life expectancy from air pollution compared to other risk factors: a worldwide perspective. *Cardiovasc Res* 2020;116(11):1910-7.
2. Pentamwa P, Oanh NT. Air quality in Southern Thailand during haze episode in relation to air mass trajectory. *Songklanakarin J Sci Technol* 2008;30(4):539-46.
3. Sirivunnabood P. Forest fires and transboundary haze: a case study of the Palm Oil Industry in Indonesia. *J Soc Sci* 2018;48(2):133-55. (in Thai).
4. Emmanuel SC. Impact to lung health of haze from forest fires: The Singapore experience. *Respirology* 2000;5(2):175-82.
5. Johnston FH, Purdie S, Jalaludin B, Martin KL, Henderson SB, Morgan GG. Air pollution events from forest fires and emergency department attendances in Sydney, Australia 1996-2007: a case-crossover analysis. *Environ Health* 2014;13(1):105.
6. Mott JA, Mannino DM, Alverson CJ, Kiyu A, Hashim J, Lee T, et al. Cardiorespiratory hospitalizations associated with smoke exposure during the 1997, Southeast Asian forest fires. *Int J Hyg Environ Health* 2005;208(1-2):75-85.
7. Wettstein ZS, Hoshiko S, Fahimi J, Harrison RJ, Cascio WE, Rappold AG. Cardiovascular and cerebrovascular emergency department visits associated with wildfire smoke exposure in California in 2015. *J Am Heart Assoc* 2018;7(8):e007492.

8. Ho AFW, Zheng H, De Silva DA, Wah W, Earnest A, Pang YH, et al. The relationship between ambient air pollution and acute ischemic stroke: a time-stratified case-crossover study in a city-state with seasonal exposure to the Southeast Asian haze problem. *Ann Emerg Med* 2018;72(5):591-601.
9. Sahani M, Zainon NA, Wan Mahiyuddin WR, Latif MT, Hod R, Khan MF, et al. A case-crossover analysis of forest fire haze events and mortality in Malaysia. *Atmos Environ* 2014;96:257-65.
10. Ho AFW, Zheng H, Earnest A, Cheong KH, Pek PP, Seok JY, et al. Time-stratified case crossover study of the association of outdoor ambient air pollution with the risk of acute myocardial infarction in the context of seasonal exposure to the Southeast Asian haze problem. *J Am Heart Assoc Cardiovasc Cerebrovasc Dis* 2019;8(6):e011272.
11. Odihi JO. Haze and health in Brunei Darussalam: the case of the 1997-98 episodes. *Singap J Trop Geogr* 2001;22(1):38-51.
12. Aditama TY. Impact of haze from forest fire to respiratory health: Indonesian experience. *Respirology* 2000;5(2):169-74.
13. Phonboon K. Health and environmental impacts from the 1997 Asean haze in Southern Thailand. [Internet]. Health System Research Institute; 1998. [cited 2020 July 15]. Available from: <https://kb.hsri.or.th/dspace/handle/11228/1365>.
14. Vattanasit U, Kongpran J. The Indonesian haze: a transboundary threat. *Thailand Journal of Health Promotion and Environmental Health* 2017;40(4):20-9. (in Thai).
15. National Health Security Office (NHSO). Report on the number of population classified by rights in each province. [Internet]. [cited 2020 September 11]. Available from: <https://ucinfo.nhso.go.th/ucinfo/RptRegisPop-3>. (in Thai).
16. Li Y, Li C, Liu J, Meng C, Xu C, Liu Z, et al. An association between PM_{2.5} and pediatric respiratory outpatient visits in four Chinese cities. *Chemosphere* 2021;280:130843.
17. Stone SL, editor. Wildfire smoke: a guide for public health officials revised 2019. [Internet]. [cited 2022 February 12]. Available from: <https://www.airnow.gov/publications/wildfire-smoke-guide/wildfire-smoke-a-guide-for-public-health-officials/>.
18. Delfino RJ, Brummel S, Wu J, Stern H, Ostro B, Lipsett M, et al. The relationship of respiratory and cardiovascular hospital admissions to the southern California wildfires of 2003. *Occup Environ Med* 2009;66(3):189-97.
19. Yang L, Li C, Tang X. The impact of PM_{2.5} on the host defense of respiratory system. *Front Cell Dev Biol* 2020;8:91. doi: 10.3389/fcell.2020.00091.



20. Le G, Breyse PN, McDermott A, Eftim SE, Geyh A, Berman JD, et al. Canadian forest fires and the effects of long-range transboundary air pollution on hospitalizations among the elderly. *ISPRS Int J Geo-Inf* 2014;3(2):713-31.
21. Wu W, Jin Y, Carlsten C. Inflammatory health effects of indoor and outdoor particulate matter. *J Allergy Clin Immunol* 2018;141(3):833-44.
22. Davis RC, Hobbs FDR, Kenkre JE, Roalfe AK, Iles R, Lip GYH, et al. Prevalence of atrial fibrillation in the general population and in high-risk groups: the ECHOES study. *EP Eu* 2012;14(11):1553-9.
23. Suwanwela NC, Chutinet A, Autjimanon H, Ounahachok T, Decha-umphai C, Chockchai S, et al. Atrial fibrillation prevalence and risk profile from novel community-based screening in Thailand: A prospective multi-centre study. *IJC Heart Vasc* 2021;32:100709.
24. 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(4):e0153099.
25. Denduangchai S, Wiwatanadate P, Jiamjarasrangsri W. 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. *Chiang Mai Med J* 2021;60(3):345-61. (in Thai).
26. Magzamen S, Gan RW, Liu J, O'Dell K, Ford B, Berg K, et al. Differential cardiopulmonary health impacts of local and long-range transport of wildfire smoke. *Geo Health* 2021;5(3):e2020GH000330.
27. 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(7):3070-83.
28. Tian Y, Xiang X, Juan J, Sun K, Song J, Cao Y, et al. Fine particulate air pollution and hospital visits for asthma in Beijing, China. *Environ Pollut* 2017;230:227-33.
29. Lu P, Zhang Y, Lin J, Xia G, Zhang W, Knibbs LD, et al. Multi-city study on air pollution and hospital outpatient visits for asthma in China. *Environ Pollut* 2020;257:113638.
30. Ma Y, Yu Z, Jiao H, Zhang Y, Ma B, Wang F, et al. Short-term effect of PM_{2.5} on pediatric asthma incidence in Shanghai, China. *Environ Sci Pollut Res* 2019;26(27):27832-41.
31. Pakkasela J, Ilmarinen P, Honkamäki J, Tuomisto L, Andersén H, Piirilä P, et al. Age-specific incidence of allergic and non-allergic asthma. *BMC Pulm Med* 2020;20(1):9.
32. Ni L, Chuang C-C, Zuo L. Fine particulate matter in acute exacerbation of COPD. *Front Physiol* 2015;6:294.



33. Li X, Liu X. Effects of PM_{2.5} on chronic airway diseases: a review of research progress. *Atmosphere* 2021;12(8):1068.
34. Xu Q, Wang S, Guo Y, Wang C, Huang F, Li X, et al. Acute exposure to fine particulate matter and cardiovascular hospital emergency room visits in Beijing, China. *Environ Pollut* 2017;220(Pt A):317-27.
35. Solimini AG, Renzi M. Association between air pollution and emergency room visits for atrial fibrillation. *Int J Environ Res Public Health* 2017;14(6):661.
36. Haikerwal A, Akram M, Del Monaco A, Smith K, Sim MR, Meyer M, et al. Impact of fine particulate matter (PM_{2.5}) exposure during wildfires on cardiovascular health outcomes. *J Am Heart Assoc* 2015;4(7):e001653.
37. Choeisuan V. Health literacy: concept and application for nursing practice. *Royal Thai Navy Medical Journal* 2017;44(3):183-97. (in Thai).