วารสารการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม
ปีที่ 44 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม – กันยายน 2564

บทวิทยาการ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศกับการเข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกและการเสียชีวิตของประเทศไทย

ดนัย ธีวันดา
เบญจวรรณ ธวัชสุภา
กรวิภา ปุนณศิริ*
ทิพย์กมล ภูมิพันธ์
ณัฏฐกานต์ ฉัตรวิไล
กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

วันรับ 7 กันยายน 2564, วันแก้ไข 14 กันยายน 2564, วันตอบรับ 20 กันยายน 2564
* ผู้รับผิดชอบบทความหลัก (Corresponding author)

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศ และการเข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกและการเสียชีวิตของประเทศไทย โดยข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาคือ ข้อมูลมลพิษทางอากาศเฉลี่ยรายวัน (NO_2, O_3, PM10 และ PM2.5) ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ (อุณหภูมิเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์) จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ และข้อมูลสุขภาพ ได้แก่ ข้อมูลผู้ป่วยที่เข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ (ICD10: J00–J99) และโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด (ICD10: I00–I99) จากสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติภายใต้สิทธิการรักษา 30 บาทรักษาทุกโรค ตลอดจนข้อมูลผู้เสียชีวิตจากทุกกลุ่มโรคที่ไม่ได้เกิดจากอุบัติเหตุ (ICD10: A00–R99) จากกระทรวงสาธารณสุข ในช่วงระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2559 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2563 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้รูปแบบการศึกษาแบบอนุกรมเวลาด้วยการใช้สมการ quasi-Poisson Regression Model ในการศึกษาความสัมพันธ์ของระดับมลพิษทางอากาศแต่ละชนิดกับจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก และจำนวนผู้เสียชีวิตในแต่ละจังหวัด จากนั้นผลกระทบในแต่ละจังหวัดถูกนำมาวิเคราะห์ร่วมกันภายใต้สมมติฐานการกระจายตัวแบบสุ่ม (Random Distribution) เพื่อคาดการณ์ผลกระทบของมลพิษทางอากาศต่อการเข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกและการเสียชีวิตในระดับประเทศ โดยแสดงด้วยค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ (Relative Risk: RR) ต่อการเพิ่มขึ้นของระดับมลพิษทางอากาศ ที่ได้จากการวิเคราะห์อภิมานชนิดตัวแปรสุ่ม (Random-effect Meta-analysis) ผลการศึกษาพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่าง NO_2 PM10 และ PM2.5 และการเข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกมีค่าสูงที่สุดที่ Lag 0 โดยมีค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ที่ 1.0533 (95% CI: 1.0386, 1.0682) เมื่อ NO_2 เพิ่มขึ้นทุก 10 ppb และมีค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ต่อการเพิ่มขึ้นทุก 10 $\mu g/m^3$ ของ PM10 และ PM2.5 ที่ 1.0119 (95% CI: 1.0083, 1.0156) และ 1.0123 (95% CI: 1.0065, 1.0182) ตามลำดับ สำหรับความสัมพันธ์ระหว่าง O_3 และการเข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกมีค่าสูงที่สุดที่ Lag 1 โดยมีค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ 1.0100 (95% CI: 1.0003, 1.0198) เมื่อ O_3 เพิ่มขึ้นทุก 10 ppb นอกจากนี้ค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ของการเสียชีวิตที่สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นทุก 10 ppb ของ NO_2 ที่ Lag 0 มีค่า 1.0302 (95% CI: 1.0188, 1.0418) และความเสี่ยงสัมพัทธ์เมื่อ PM10 และ PM2.5 เพิ่มขึ้นทุก 10 $\mu g/m^3$ ที่ Lag 0 มีค่า 1.0092 (95% CI: 1.0061, 1.0122) และ 1.0220 (95% CI: 1.0142, 1.0298) ตามลำดับ นอกจากนี้ความเสี่ยงสัมพัทธ์เมื่อ O_3 เพิ่มขึ้นทุก 10 ppb ที่ Lag 4 มีค่า 1.0100 (95% CI: 1.0030, 1.0171) โดยสรุปการศึกษานี้พบว่า ระดับมลพิษทางอากาศที่เพิ่มขึ้น มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้เข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกและจำนวนผู้เสียชีวิตของประเทศไทย ดังนั้น จึงควรมีข้อเสนอแนะการผลักดันนโยบายเพื่อลดแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศอย่างจริงจัง รวมทั้งสร้างความตระหนักถึงการป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน เพื่อลดการเจ็บป่วย เสียชีวิตและสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีของคนไทย

คำสำคัญ : มลพิษทางอากาศ การเข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก การเสียชีวิต

The study on association between air pollution and outpatient department visits and mortality in Thailand

Danai Teewunda
Benjawan Tawatsupa
Kornwipa Punnasiri*
Tipkamon Pumipan
Nuttakan Chatwilai
Department of Health , Ministry of Public Health

Received 7 September 2021, Revised 14 September 2021, Accepted 20 September 2021
* Corresponding author

Abstract

This study aimed to investigate the association between air pollutants (NO_2, O_3, PM10 and PM2.5) and outpatient department visits and mortality in Thailand. Daily average concentration data for NO_2, O3, PM10 and PM2.5 as well as meteorological data (temperature and relative humidity) from all available monitoring stations in Thailand was obtained from the Pollution Control Department. The daily number of outpatient department (OPD) visits data for respiratory (ICD10: J00–J99) and cardiovascular (ICD10: I00–I99) diseases under the Universal Health Coverage scheme was obtained from the National Health Security Office in the same period and the daily number of non-accidental mortality (ICD10: A00–R99) was obtained from the Strategy and Planning Division under the Ministry of Public Health during 1 January 2016 through 31 December 2020. Time-series analysis with quasi-Poisson regression model was applied to investigate the province-specific association of individual air pollution with OPD visits and mortality. Then, province-specific estimates were pooled to derive the relative risk (RR) as the national effects of individual air pollution on OPD visits and mortality using the multivariate meta-analysis. Findings from this study showed that there were the association between NO_2, PM10 and PM2.5 among OPD visits was the highest at current day (lag 0), whereas that of O3 was peaked at lag 1 day. The relative risk (RR) of OPD visits per 10 ppb increase in NO_2 was 1.0533 (95% CI: 1.0386, 1.0682) and RR per 10 $\mu g/m^3$ increase in PM10 and PM2.5 was 1.0119 (95% CI: 1.0083, 1.0156) and 1.0123 (95% CI: 1.0065, 1.0182), respectively. The RR per 10 ppb increase in O_3 was 1.0100 (95% CI: 1.0003, 1.0198) at lag 1 day. Moreover, the effect of NO_2, PM10 and PM2.5 on non-accidental mortality was the highest at current day (lag 0), whereas that of O_3 was peaked at lag 4 days. The RR of non-accidental mortality per 10 ppb increase in NO_2 and O_3 was respectively 1.0302 (95% CI: 1.0188, 1.0418) and 1.0100 (95% CI: 1.0030, 1.0171) and RR per 10 $\mu g/m^3$ increase in PM10 and PM2.5 was 1.0092 (95% CI: 1.0061, 1.0122) and 1.0220 (95% CI: 1.0142, 1.0298), respectively. In summary, this study found that increased air pollution levels were associated with an increase in the number of outpatient services and the number of deaths in Thailand. Therefore, policy recommendations should be made to reduce sources of air pollution seriously and raise public awareness on health impact prevention to reduce illness and death as well as to create a good quality of life for Thai population.

Keywords : air pollution, Outpatient department visits, Mortality

■ บทนำ

มลพิษทางอากาศ เป็นปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพที่สำคัญ องค์การอนามัยโลกรายงานในปี 2019 ว่า ทั่วโลกมีผู้เสียชีวิตจากมลพิษทางอากาศปีละ 4.2 ล้านคน[1] ซึ่งมากเป็น 3 เท่าของการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจร และร้อยละ 88 เกิดขึ้นในประเทศที่มีรายได้ในระดับต่ำถึงปานกลาง ส่วนใหญ่อยู่ในภูมิภาคเอเชียและแปซิฟิกตะวันตก ในปี 2019 พบว่า ร้อยละ 90 ของประชากรโลกอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีคุณภาพอากาศในระดับที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ หรืออยู่ในระดับที่สูงกว่าค่าที่องค์การอนามัยโลกแนะนำ[1] การศึกษาซึ่งตีพิมพ์ใน Lancet ปี 2000 สรุปว่ามลพิษทางอากาศในฝรั่งเศส ออสเตรีย และสวิสเซอร์แลนด์ก่อให้เกิดการตายปีละ 40,000 คนในทั้ง 3 ประเทศรวมกัน[2] และครึ่งหนึ่งมีสาเหตุมาจากมลพิษที่เกิดจากการจราจร รวมถึงการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมและภาคเกษตรกรรม [3-4] ประเทศไทย เป็นประเทศหนึ่งที่ประสบกับปัญหามลพิษทางอากาศ ทั้งจากการเผาไหม้ในโรงงานอุตสาหกรรม ในที่โล่งในทางเกษตรกรรม การเผาไหม้น้ำมันดิบ ไอเสียรถยนต์ดีเซล และการเผาไหม้ในเตาเผาครัวเรือน ข้อมูลจากการเฝ้าระวังของกรมควบคุมมลพิษในช่วงปี 2560 – 2563 พบว่าฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) ก๊าซโอโซน (O_3) ยังคงมีค่าเกินค่ามาตรฐาน[5] ซึ่งส่งผลต่อการเจ็บป่วยและเสียชีวิตของประชาชน ปัจจุบันมีการศึกษาหลายการศึกษาที่บ่งชี้และคาดการณ์ผลกระทบต่อสุขภาพทั้งการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ โรคหัวใจและหลอดเลือดที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ รวมทั้งความสัมพันธ์กับการเสียชีวิตของคนไทย อย่างไรก็ดี การศึกษาของประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในเฉพาะพื้นที่ การศึกษาในภาพรวมของประเทศยังมีจำกัด ดังนั้น จึงมีความจำเป็นในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศและการเข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกและการเสียชีวิตของประเทศไทย เพื่อนำมาสู่การจัดทำข้อเสนอต่อการจัดการและผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศต่อไป

■ วัตถุประสงค์การศึกษา

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศ (NO_2, O_3, PM10 และ PM2.5) และการเข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกและการเสียชีวิตของประเทศไทย

■ วิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการวิเคราะห์การถดถอยแบบอนุกรมเวลา (Time-series Regression Design) ในการศึกษาความสัมพันธ์ของมลพิษทางอากาศแต่ละชนิดและจำนวนผู้ที่เข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกและจำนวนผู้เสียชีวิตในแต่ละจังหวัด จากนั้นผลกระทบในแต่ละจังหวัดถูกนำมาวิเคราะห์ร่วมกันภายใต้สมมติฐานการกระจายตัวแบบสุ่ม (Random Distribution) เพื่อคาดการณ์ผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศในระดับประเทศ โดยแสดงด้วยค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ (Relative Risk: RR) ของการเข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกและการเสียชีวิตต่อการเพิ่มขึ้นของระดับมลพิษทางอากาศ ที่ได้

จากการวิเคราะห์อภิมานชนิดตัวแปรสุ่ม (Random-effect Meta-analysis)

● **การเก็บข้อมูล**

1. ข้อมูลมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยรายวัน (NO_2, O_3, PM10 PM2.5 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์) จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษในจังหวัดต่าง ๆ ของประเทศไทย จำนวน 37 จังหวัดทั่วประเทศไทย ได้แก่ กรุงเทพมหานคร ฉะเชิงเทรา เชียงใหม่ เชียงราย ชลบุรี กาญจนบุรี ขอนแก่น ลำปาง ลำพูน เลย แม่ฮ่องสอน นครปฐม นครราชสีมา นราธิวาส นครสวรรค์ หนองคาย น่าน นนทบุรี ปทุมธานี พะเยา พระนครศรีอยุธยา แพร่ ภูเก็ต ปราจีนบุรี ราชบุรี ระยอง สระแก้ว สมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม สระบุรี สตูล สงขลา สุราษฎร์ธานี ตาก อุบลราชธานี และยะลา (จังหวัดเลยและสระแก้วไม่มีข้อมูล NO_2 และ O_3 จังหวัดหนองคายไม่มีข้อมูล NO_2 ในช่วงเวลาที่ศึกษา) ทั้งนี้ จังหวัดอื่น ๆ ที่เหลือไม่มีข้อมูลคุณภาพอากาศ ในช่วงเวลาที่ศึกษาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 – 2563

2. ข้อมูลสุขภาพ ประกอบด้วยข้อมูลจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกรายวัน รายจังหวัดด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ (ICD10: J00-J99) และโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด (ICD10: I00-I99) จากสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติภายใต้สิทธิการรักษา 30 บาทรักษาทุกโรค และข้อมูลจำนวนผู้เสียชีวิตรายวัน รายจังหวัด จากทุกกลุ่มโรคที่ไม่ได้เกิดจากอุบัติเหตุ (ICD10: A00-R99) จากสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข ในช่วงระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2559 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2563

● **การวิเคราะห์ข้อมูล** การศึกษานี้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม R Version 3.6.3

สถิติเชิงพรรณนา ข้อมูลมลพิษทางอากาศและอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยรายวัน (NO_2, O_3, PM10 PM2.5 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์) รวมทั้งข้อมูลสุขภาพ คือ จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ (ICD10: J00-J99) และโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด (ICD10: I00-I99) รวมทั้งจำนวนผู้เสียชีวิตทุกกลุ่มโรค ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลที่ระบุค่ากลางทางสถิติของข้อมูลแต่ละชนิดในแต่ละจังหวัดในช่วงระยะเวลาที่ศึกษา และรูปภาพเพื่ออธิบายแนวโน้มของมลพิษทางอากาศแต่ละชนิดและแนวโน้มของการเข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกและการเสียชีวิตในช่วงเวลาที่ศึกษา

สถิติเชิงวิเคราะห์ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการเข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกและการเสียชีวิตจากมลพิษทางอากาศในประเทศไทย ใช้วิธีการศึกษาแบบอนุกรมเวลา (Time-series Design) ด้วยสมการ Generalized Linear Model (GLM) โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศและสุขภาพที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา ดังนั้น ปัจจัยใดที่ไม่ได้เปลี่ยนแปลงตามเวลาไม่ถูกนำมาพิจารณาเป็นตัวแปรกวน เมื่อใช้วิธีวิเคราะห์แบบอนุกรมเวลา เช่น เพศ อายุ พฤติกรรมการกิน พฤติกรรมการสูบบุหรี่ เป็นต้น

ในการศึกษานี้ดำเนินการวิเคราะห์การถดถอยแบบอนุกรมเวลา โดยกำหนดให้ข้อมูลจำนวนผู้เข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกหรือผู้เสียชีวิตรายวันมีการกระจายตัวแบบ quasi-

Poisson เพื่อรองรับการกระจายตัวของข้อมูลที่มากเกินไป (Overdispersion) โดยค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการรับสัมผัสมลพิษทางอากาศแต่ละชนิดและการเข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกหรือการเสียชีวิต แสดงออกมาในรูปของ Relative Risk (RR) โดยมีสมการดังต่อไปนี้

$$\mathbf{Log(E(Y_t)) = \alpha + \beta_1 airpol_{i,t} + ns(date_t, 7\ per\ year) + ns(temperature_t, 3) + DOW_t}$$

โดยที่ Y_t คือ จำนวนผู้เข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกหรือผู้เสียชีวิตในวันที่ t

$Log(E(Y_t))$ คือ จำนวนผู้เข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกหรือเสียชีวิตคาดการณ์ในวันที่ t

α คือ ค่า Intercep$_t$ หรือค่าตัดแกน y เมื่อค่าของแกน x มีค่าเท่ากับ 0

$airpol_{i,t}$ คือ มลพิษทางอากาศอากาศชนิด i (ได้แก่ NO_2, O_3, PM10 หรือ PM2.5) ในวันที่ t

$date_t$ คือ วันที่ t ควบคุมการเปลี่ยนแปลงระยะยาวและฤดูกาลโดยใช้ DF เท่ากับ 7 ต่อปี

$temperature_t$ คือ อุณหภูมิในวันที่ t โดยใช้ Natural Cubic Spline ที่ DF เท่ากับ 3

DOW_t คือ วันของสัปดาห์ ณ วันที่ t (ได้แก่ อาทิตย์ จันทร์ อังคาร พุธ พฤหัสบดี ศุกร์ เสาร์)

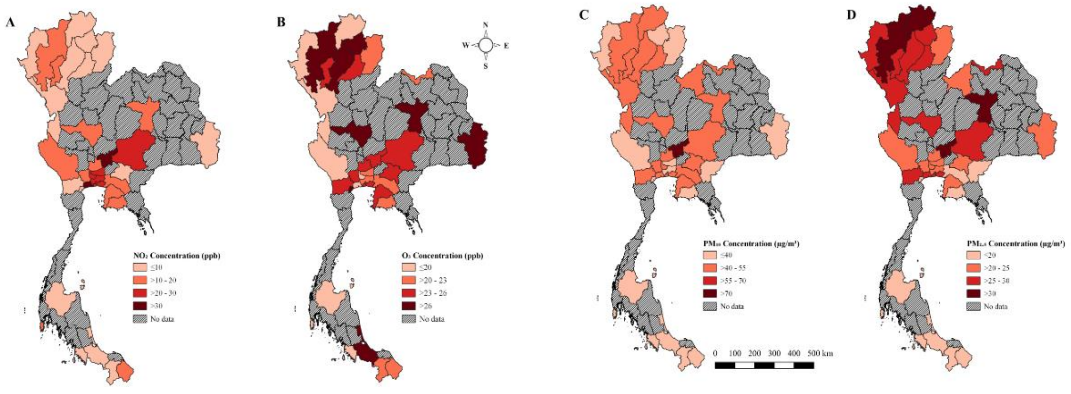
● **การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่าง** การวิจัยครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของการขอรับรองจริยธรรมในมนุษย์ กรมอนามัย เลขที่ 438 วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2564

■ ผลการศึกษา

1. ข้อมูลมลพิษทางอากาศและข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและการเข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกและข้อมูลการเสียชีวิต

ข้อมูลมลพิษทางอากาศ 4 ชนิดคือ NO_2, O_3, PM10, PM2.5 และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา คือ อุณหภูมิเฉลี่ยและความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงธันวาคม พ.ศ. 2563 พบความเข้มข้นของ NO_2 เฉลี่ยต่อวัน±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจาก 34 จังหวัด (จังหวัดเลย สระแก้ว และหนองคายไม่มีข้อมูล) มีค่าเท่ากับ 14.66±12.11 ppb ในขณะที่ความเข้มข้นของ O_3 เฉลี่ยต่อวันจาก 35 จังหวัด (จังหวัดเลย และสระแก้วไม่มีข้อมูล) มีค่าเท่ากับ 22.82±11.48 ppb และความเข้มข้นของ PM10 และ PM2.5 เฉลี่ยต่อวันจาก 37 จังหวัด มีค่าเท่ากับ 42.58±27.98 และ 23.99±19.76 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ นอกจากนี้อุณหภูมิเฉลี่ยรายวันจาก 37 จังหวัด มีค่าเท่ากับ 27.81±2.76 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายวันจาก 34 จังหวัด (จังหวัดฉะเชิงเทรา ขอนแก่น และราชบุรี ไม่มีข้อมูล) มีค่าเท่ากับ 70.87±12.62 โดยความเข้มข้นเฉลี่ยรายวันของมลพิษทางอากาศแต่ละชนิด (NO_2, O_3, PM10, PM2.5) ของแต่ละจังหวัดในช่วงเวลาที่ศึกษาแสดงในรูปที่ 1

สำหรับข้อมูลผู้ป่วยที่เข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ (ICD10 : J00–J99) และโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด (ICD10: I00–I99) จากทั้ง 77 จังหวัดของประเทศไทยในช่วงเดือนมกราคม



รูปที่ 1 ความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศเฉลี่ย 24 ชั่งโมงรายจังหวัด ในช่วง มกราคม 2559

ตารางที่ 1 สถิติผู้เข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกด้วยโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดและโรคระบบทางเดินหายใจ และสถิติผู้เสียชีวิตจากทุกกลุ่มโรคที่ไม่ได้เกิดจากอุบัติเหตุจาก 77 จังหวัด ในช่วงเวลาที่ศึกษา

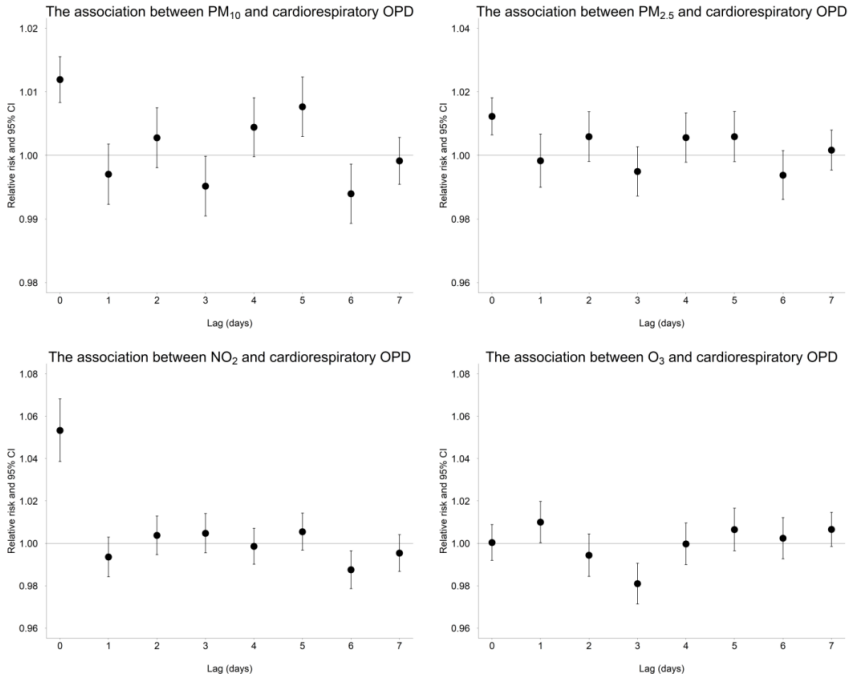
ข้อมูลสุขภาพ	ทั้งหมด (ราย)	ค่าเฉลี่ยต่อวัน (ราย)	S.D.	ค่าต่ำสุดต่อวัน (ราย)	ค่าสูงสุดต่อวัน (ราย)
จำนวนผู้เข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกด้วยโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด และโรคระบบทางเดินหายใจ	181,987,990	1,294	1,119	2	8,706
จำนวนผู้เสียชีวิต จากทุกกลุ่มโรคที่ไม่ได้เกิดจากอุบัติเหตุ	2,131,959	16	15	0	161

มีจำนวนทั้งหมด 181,987,990 ราย ซึ่งมีจำนวนผู้เข้ารับบริการเฉลี่ยต่อวัน 1,294 ราย ดังตารางที่ 1

2. ความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศและการเข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกด้วยโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดและโรคระบบทางเดินหายใจ

ความสัมพันธ์ระหว่าง NO_2 PM10 และ PM2.5 และการเข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกด้วยโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดและโรคระบบทางเดินหายใจ มีค่าสูงที่สุดที่ Lag 0 (การรับสัมผัส NO_2 PM10 และ PM2.5 และการเข้ารับการรักษาพยาบาลเกิดขึ้นในวันเดียวกัน) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่าง O_3 และการเข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกมีค่าสูงที่สุดที่ Lag 1 (การเข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก มีความสัมพันธ์กับการรับสัมผัส O_3 ไปแล้ว 1 วัน) แสดงดังรูปที่ 2 โดยค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ (Relative Risk: RR) ของการเข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกที่สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นทุก 10 ppb ของ NO_2 ที่ Lag 0 มีค่า 1.0533 (95% CI: 1.0386, 1.0682) และค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์

รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศ กับการเข้ารับรักษาพยาบาลในแผนกผู้ป่วยนอกที่ Lag ต่าง ๆ

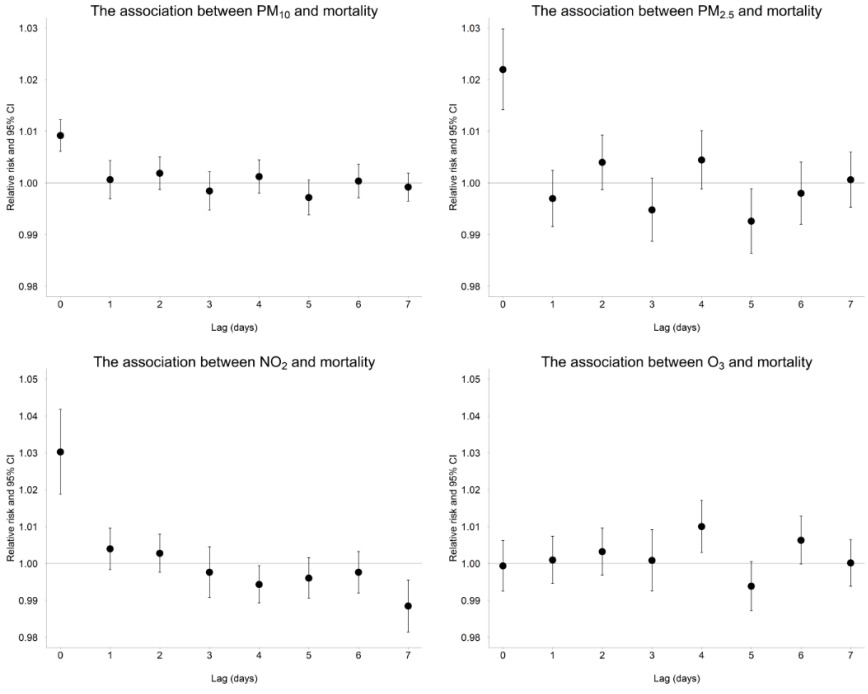


ตารางที่ 2 ความเสี่ยงสัมพัทธ์ของการเข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกด้วยโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดและโรคระบบทางเดินหายใจที่สัมพันธ์กับการรับสัมผัส NO_2 PM10 PM2.5 และ O_3 ที่เพิ่มขึ้นทุก 10 หน่วยของมลพิษทางอากาศแต่ละชนิด

มลพิษทางอากาศ	ความเสี่ยงสัมพัทธ์ของการเข้ารับการรักษา (Relative Risk: RR)	สัมประสิทธิ์ (β) (95% CI)	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.)
NO_2 (ppb)	1.0533 (1.0386, 1.0682)	0.0519	0.007169
PM10 (μg/m^3)	1.0119 (1.0083, 1.0156)	0.0119	0.001819
PM2.5 (μg/m^3)	1.0123 (1.0065, 1.0182)	0.0122	0.002939
O_3 (ppb)	1.0100 (1.0003, 1.0198)	0.0099	0.004924

หมายเหตุ : - RR ที่ Lag ที่มีค่าสูงที่สุด คือ Lag 0 สำหรับ NO_2 PM10 และ PM2.5และ Lag 1 สำหรับ O_3
- 95% CI คือช่วงความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 (95% Confidence Interval)
- ค่าสัมประสิทธิ์ = log (RR) และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน = [log (RR upper/ RR lower)]/3.92
- ค่าสัมประสิทธิ์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเสี่ยงต่อการเพิ่มขึ้นทุก 1 หน่วยของมลพิษทางอากาศแต่ละชนิด เกิดจากการนำค่าสัมประสิทธิ์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเสี่ยงต่อการเพิ่มขึ้นทุก 10 หน่วยของมลพิษทางอากาศแต่ละชนิดหารด้วย 10

รูปภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศกับการเสียชีวิตที่ Lag ต่าง ๆ



ตารางที่ 3 ความเสี่ยงสัมพัทธ์ของการเสียชีวิตด้วยสาเหตุจากทุกกลุ่มโรคที่ไม่ใช่อุบัติเหตุที่สัมพันธ์กับการรับสัมผัส NO_2 O_3 PM10 และ PM2.5 ที่เพิ่มขึ้นทุก 10 หน่วยของมลพิษทางอากาศแต่ละชนิด

มลพิษทางอากาศ	ความเสี่ยงสัมพัทธ์ของการเสียชีวิต (Relative Risk: RR) (95% CI)	สัมประสิทธิ์ (β)	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (S.E.)
NO_2 (ppb)	1.0302 (1.0188, 1.0418)	0.0298	0.005704
PM10 (μg/m^3)	1.0092 (1.0061, 1.0122)	0.0091	0.001542
PM2.5 (μg/m^3)	1.0220 (1.0142, 1.0298)	0.0217	0.003903
O_3 (ppb)	1.0100 (1.0030, 1.0171)	0.0100	0.003574

หมายเหตุ :
- RR ที่มี Lag ที่มีค่าสูงที่สุด คือ (Lag 0 สำหรับ NO2 PM10 และ PM2.5 และ Lag 4 สำหรับ O3
- 95% CI คือช่วงความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 (95% Confidence Interval)
- ค่าสัมประสิทธิ์ = log (RR) และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน = [log (RR upper/ RR lower)]/3.92
- ค่าสัมประสิทธิ์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเสี่ยงต่อการเพิ่มขึ้นทุก 1 หน่วยของมลพิษทางอากาศแต่ละชนิดเกิดจากการนำค่าสัมประสิทธิ์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเสี่ยงต่อการเพิ่มขึ้นทุก 10 หน่วยของมลพิษทางอากาศแต่ละชนิดหารด้วย 10

กับการเพิ่มขึ้นทุก 10 $\mu g/m^3$ ของ PM10 และ PM2.5 ที่ Lag 0 มีค่า 1.0119 (95% CI: 1.0083, 1.0156) และ 1.0123 (95% CI: 1.0065, 1.0182) ตามลำดับ โดยที่ค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์กับการเพิ่มขึ้นทุก 10 ppb ของ O_3 ที่ Lag 1 มีค่า 1.0100 (95% CI: 1.0003, 1.0198) แสดงดังตารางที่ 2

3. ความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศกับการเสียชีวิต

ความสัมพันธ์ของ NO_2 PM10 และ PM2.5 และการเสียชีวิต มีค่าสูงที่สุดที่ Lag 0 (การรับสัมผัส NO_2 PM10 และ PM2.5 และการเสียชีวิตเกิดขึ้นในวันเดียวกัน) ในขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่าง O_3 กับการเสียชีวิตมีค่าสูงที่สุดที่ Lag 4 (การเสียชีวิต มีความสัมพันธ์กับการรับสัมผัส O_3 ไปแล้ว 4 วัน) แสดงดังรูปที่ 3 โดยค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ของการเสียชีวิตที่สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นทุก 10 ppb ของ NO_2 ที่ Lag 0 มีค่า 1.0302 (95% CI: 1.0188, 1.0418) และค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์กับการเพิ่มขึ้นทุก 10 $\mu g/m^3$ ของ PM10 และ PM2.5 ที่ Lag 0 มีค่า 1.0092 (95% CI: 1.0061, 1.0122) และ 1.0220 (95% CI: 1.0142, 1.0298) ตามลำดับ นอกจากนี้ความเสี่ยงสัมพัทธ์ที่สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นทุก 10 ppb ของ O_3 ที่ Lag 4 มีค่า 1.0100 (95% CI: 1.0030, 1.0171) ดังตารางที่ 3

■ อภิปรายผล

การศึกษานี้ พบว่าระดับมลพิษทางอากาศที่เพิ่มขึ้น มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้เข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกและจำนวนผู้เสียชีวิตของประเทศไทย รวมทั้งจุดแข็งของการศึกษานี้คือได้แสดงถึงผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสมลพิษทางอากาศนั้นมีระยะเวลาของการเกิดโรค (Porta M)[6] โดยพบความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศและการเข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกและการเสียชีวิตแบบระยะสั้น ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่าง NO_2 PM10 และ PM2.5 และการเข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกและการเสียชีวิตมีค่าสูงที่สุดที่ Lag 0 หมายความว่าการรับสัมผัส NO_2 PM10 และ PM2.5 กับการเจ็บป่วยและเสียชีวิตเกิดขึ้นในวันเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาทั้งในต่างประเทศที่เป็นประเทศกำลังพัฒนา[7-10] รวมถึงข้อมูลการศึกษาของประเทศไทยในพื้นที่กรุงเทพมหานครและพื้นที่ภาคเหนือ พบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างมลพิษทางอากาศและการเจ็บป่วยเช่นเดียวกัน[11-13] ยกเว้น O_3 ซึ่งพบความสัมพันธ์ของการเข้ารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกและการเสียชีวิตมีค่าสูงที่สุดที่ Lag 1 และ Lag 4 ตามลำดับ ซึ่ง O_3 เป็นผลของปฏิกิริยาระหว่างก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ เช่น ก๊าซไนโตรเจน กับสารระเหยอินทรีย์ ซึ่ง O_3 มีผลต่อระบบทางเดินหายใจ เพิ่มความไวต่อการติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจและเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตได้[14] และมีหลายการศึกษาพบว่า O_3 มีระยะ Latent period เช่น การศึกษาของ Tenias และคณะ[15] มี Lag time ที่ 5 วัน และรายงานขององค์การอนามัยโลก[16] ที่ระบุว่า ผลกระทบของการสัมผัส O_3 เฉลี่ย 8 ชั่วโมง จะมีความสัมพันธ์ของการเสียชีวิตในวันที่ 0 – 3 หลังจากได้รับสัมผัส

นอกเหนือจากผลกระทบต่อสุขภาพในระยะสั้นแล้ว การศึกษานี้พบความสัมพันธ์ระหว่างการรับสัมผัส PM2.5 กับการเจ็บป่วยและการเสียชีวิตในประเทศไทย โดยองค์การ

วิจัยโรคมะเร็งนานาชาติ (IARC)[17] ระบุว่ามลพิษทางอากาศเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ได้ ทั้งนี้ PM2.5 ยังถูกจัดอยู่ในกลุ่มที่ 1 ของสารก่อมะเร็ง อีกทั้งยังเป็นสาเหตุให้ 1 ใน 8 ของประชากรโลกเสียชีวิตก่อนวัยอันควร[18] นอกจากนี้การเจ็บป่วยที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลต่อให้มีค่ารักษาพยาบาลของประเทศไทยสูงขึ้น โดยมีรายงานว่าการรับสัมผัสมลพิษทางอากาศจะส่งผลกระทบต่อค่ารักษาพยาบาลของผู้ป่วย เช่น โรคหอบหืด 2,752 บาทต่อเดือนต่อราย[19] โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง 10,247 บาทต่อราย[20] โรคหลอดเลือดสมอง 1,629 บาทต่อราย[21] เป็นต้น จึงจำเป็นต้องมีการผลักดันนโยบายเพื่อลดแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศอย่างจริงจัง รวมทั้งสร้างความตระหนักถึงการป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน เพื่อลดการเจ็บป่วย เสียชีวิตและสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีของคนไทย

■ ข้อเสนอแนะ

อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของการศึกษานี้ คือ ไม่ได้ศึกษาในระดับบุคคล กลุ่มอายุ หรือกลุ่มเสี่ยงอื่น ๆ ดังนั้น ควรมีการวิเคราะห์ถึงผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศเฉพาะกลุ่มวัย หรือกลุ่มโรคอื่นๆ ที่อาจมีความสัมพันธ์กับมลพิษทางอากาศ เช่น โรคเบาหวานหรือผลกระทบต่อการตั้งครรภ์ เป็นต้น เพื่อบ่งชี้ความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การกำหนดค่าเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพที่เจาะจงกับกลุ่มเป้าหมายมากขึ้น และการศึกษาที่ผ่านมาประเทศไทยมีการศึกษาที่บ่งชี้ถึงผลกระทบของมลพิษทางอากาศต่อการตายคือในฤดูร้อนและฤดูหนาวจะสูงกว่าในฤดูฝน[11] ดังนั้นการศึกษาต่อไป ควรศึกษาถึงปัจจัยด้านฤดูกาลเพิ่มเติม รวมถึงการคาดการณ์และประเมินผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์เกี่ยวกับภาระโรคที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศมุ่งเน้นไปที่การเสียชีวิตก่อนวัยอันควร เพื่อสนับสนุนการกำหนดมาตรการในการลดมลพิษทางอากาศในประเทศไทย นำไปสู่การคุ้มครองและป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนต่อไป

■ กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบุคคลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทำให้การวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี ได้แก่ สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข และสำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ ที่สนับสนุนข้อมูลสุขภาพ ข้อมูลมลพิษทางอากาศ และข้อมูลสภาพภูมิอากาศ

เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. Global Health Observatory (GHO) data: the data repository. Geneva: World Health Organization [Internet]. 2020 [cited 2020 Feb 5] Available from: http://www.who.int/gho/database/en/
2. Künzli N, Kaiser R, Medina S, Studnicka M, Chanel O, Filliger P, et.al. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. The Lancet 2000;356(9232): 795–801.

3. พงษ์เทพ ผลประเสริฐ, ศุภรดา คณารักสมบัติ, นุชนาพร พิจารณ์. การศึกษาปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาและสารมลพิษต่อแบบจำลองปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตรโดยระบบภูมิศาสตร์ [อินเทอร์เน็ต]. 2559 [เข้าถึงเมื่อ 5 กรกฎาคม 2563]. เข้าถึงได้จาก: http://research.bkkthon.ac.th/abstac/ab_27102559101755.pdf.
4. Xiaoyu C. A Multicity Study of Association between Air Pollution and CHD Mortality in China by UsingTime Series Threshold Poisson Regression Model [Internet]. 2016 [cited 2020 Feb 5] Available from: https://edoc.hu-berlin.de/bitstream/handle/18452/19141/2016-055 pdf?sequence=4&isAllowed=y 2016
5. กรมควบคุมมลพิษ. สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงของประเทศไทย ปี 2562. กรุงเทพมหานคร: อีซ์; 2563.
6. Porta M, editor. A dictionary of epidemiology. 5th ed. New York: Oxford University Press; 2008.
7. Lu F, Xu D, Cheng Y, Dong S, Guo C, Jiang X, et.al. Systematicreview and meta-analysisof theadverse healtheffects of ambient PM2.5 and PM10 pollution in the Chinesepopulation. EnvironRes 2015;136:196-204.
8. Zhang J, Liu Y, CuiL L, Liu SQ, Yin XX, Li HC. Ambient air pollution, Smog episodes and mortality in Junan, China. Sci Rep 2017;7(1):11209-17.
9. Boezen M, Schouten J, Rijcken B, Vonk J, Gerritsen J, Van Der Zee S, et.al. Peak expiratory flow variability, bronchial responsiveness, and susceptibility to ambient air pollution in adults. Am J Respir Crit Care Med 1998;158:1848-54.
10. Zanobetti A, Schwartz J. Airborne particles and hospital admissions for heart and lung disease. In: Revised analyses of time-series studies of air pollution and health. Special report. Boston, MA: Health Effects Institute [Internet]. 2003 [cited 2020 Feb 5] Available from: Available: http://www.healtheffects.org/Pubs/TimeSeries.pdf.
11. Guo Y, Li S, Tawatsupa B, Punnasiri K, Jaakkola JJ, Williams G. The association between air pollution and mortality in Thailand. Scientific Reports 2014;5509:1-8. doi: 10.1038/srep05509.
12. Li N, Sioutas C, Cho A, Schmitz D, Misra C, Sempf J, et.al. Ultrafine particulate pollutants induce oxidative stress and mitochondrial damage. Environ. Health Perspect. 2003;111:455–460. doi: 10.1289/ehp.6000.
13. Vichit-Vadakan N, Vajanapoom N. Health impact from air pollution in Thailand: current and future challenges. Environ Health Perspect 2011;119(5):A197-8. doi: 10.1289/ehp.1103728. PMID: 21531656; PMCID: PMC3094431.
14. Nuvolone D, Petri D, Voller F. The effects of ozone on human health. Environ Sci Pollut Res Int 2018;25(9):8074-88.
15. Tenías JM, Ballester F, Pérez-Hoyos S, Rivera ML. Air pollution and hospital emergency room admissions for chronic obstructive pulmonary disease in Valencia, Spain. Arch Environ Health 2002;57:41-7.
16. WHO Regional Office for Europe. Health risks of ozone from long-range transboundary air pollution [Internet]. 2008 [cited 2020 Feb 5]. Available from: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/78647/E91843.pdf.
17. International Agency for Research on Cancer. IARC: Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths [Internet]. 2013. [cited 2020 Feb 5]. Available from: https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/pr221_E.pdf

18. ธีรพงศ์ บริรักษ์. ถอดบทเรียนวิกฤต PM 2.5. EAU HERITAGE JOURNAL Science and Technology 2019;13(9):44-58.
19. Boonpiyathad T, Yimsawad S, Sangasapaviriya A.The Cost of Asthma Treatment in Phramongkutklao Hospital: Population-Based Study in Adults. J Med Assoc Thai 2016;99(1):51-7.
20. ณัฏฐวรกาญจน์ ประดิษฐ์, ธีระ ฤทธิรอด, วัชรา บุญสวัสดิ์, อารุณี มีศรี, อุไรวรรณ แซ่อุย. การวิเคราะห์ต้นทุนการรักษาพยาบาลผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่ใช้สิทธิหลักประกันสุขภาพโรงพยาบาลศรีนครินทร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปี งบประมาณ 2556. การประชุมวิชาการ The National and International Graduate Research Conference 2016; 2016 January 15; ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; p.1055-61.
21. Academic promotion and promotion group Bureau of Non-Communicable Diseases. The situation of chronic non-communicable diseases and injuries (country overview) [Internet]. 2011 [cited 2020 May 30]. Available from: thaincd.com/ information.../non-communicable-disease-data.php.

HEALTH