

นิพนธ์ฉบับ

ผลจากหมอกควันและมลพิษทางอากาศต่อระบบหัวใจและทางเดินหายใจ ในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย

เกษารางค์ ลีลาสิทธิกุล, กรอนงค์ ยืนยงชัยวัฒน์, ศศิภา บุรณะพันธุ์ฤกษ์,
ขจรศักดิ์ พงษ์พานิช, พิชรี คุณคำชู

บทคัดย่อ

- บทนำ:** หมอกควันเป็นปัญหาสำคัญในหลายประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งปัญหาด้านสุขภาพของมนุษย์ทางระบบหัวใจและทางเดินหายใจเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลต่อการลดลงของสมรรถภาพปอดและความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือด จึงเป็นที่มาของวัตถุประสงค์การศึกษาเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างหมอกควันกับสมรรถภาพทางปอดและความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือดในประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย
- วิธีการศึกษา:** การศึกษานี้เป็นการศึกษา ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง สุ่มตัวอย่างในพื้นที่สามจังหวัดทางภาคเหนือของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ และน่าน ซึ่งอาสาสมัครจะได้รับการทดสอบสมรรถภาพปอด โดยใช้เครื่องมือ spirometer และทดสอบความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือด โดยการทดสอบด้วยการเดิน ๖ นาที (6 MWT)
- ผลการศึกษา:** อาสาสมัครที่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้า คัดออก จำนวน ๔๕๐ คน ประกอบด้วย กลุ่มเด็ก (อายุเฉลี่ย 12.27 ± 1.45), กลุ่มผู้ใหญ่ (อายุเฉลี่ย 42.55 ± 11.10), และกลุ่มผู้สูงอายุ (อายุเฉลี่ย 65.25 ± 8.02) พบว่าสมรรถภาพปอดและความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือดมีความสัมพันธ์เชิงลบกับระดับของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ในบรรยากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้เมื่อควบคุมตัวแปร เช่น อายุ ระยะเวลาที่พักอาศัยในพื้นที่ และเพศ พบว่าค่าความสัมพันธ์ดังกล่าวยังคงพบในก๊าซ CO ในบรรยากาศกับ FEV_1/FVC ($\beta = -.158$, $SE = .290$, $p < .001$), PEF ($\beta = -.161$, $SE = 3.515$, $p = .001$), และ ระยะทางการเดินใน ๖ นาที (6 MWD) ($\beta = -3.014$, $SE = -.099$, $p = .003$)
- วิจารณ์ และสรุปผลการศึกษา:** สมรรถภาพปอดและความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือดมีความสัมพันธ์เชิงลบกับ CO ในบรรยากาศ เมื่อควบคุมปัจจัยด้านอายุ ระยะเวลาการพักอาศัยในพื้นที่ และเพศ
- คำสำคัญ:** หมอกควัน, มลพิษทางอากาศ, สมรรถภาพปอด, ฝุ่นละออง, ความทนทานของหัวใจและหลอดเลือด

วันที่รับบทความ: ๒๑ กันยายน ๒๕๖๐

วันที่อนุญาตให้ตีพิมพ์: ๓ พฤษภาคม ๒๕๖๑

บทนำ

หมอกควัน เป็นปัญหาสำคัญในหลายประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาคเหนือของประเทศไทย สาเหตุของการเกิดหมอกควันส่วนใหญ่เกิดจากการเผาป่า เผาวัสดุทางการเกษตร^๑ และจากการพัฒนามาจากประเทศเพื่อนบ้าน เช่น พม่า ลาว เป็นต้น ประกอบกับลักษณะภูมิประเทศที่เป็นแอ่งกระทะ และเป็นภูเขาสูงสลับซับซ้อน^{๒-๓} จึงทำให้พื้นที่ทางภาคเหนือของประเทศไทยมักประสบกับปัญหาหมอกควันอย่างเป็นประจำ โดยปัญหานี้มักจะเกิดขึ้นในช่วงปลายฤดูหนาวถึงต้นฤดูร้อน เพราะเป็นช่วงที่มีสภาพอากาศที่แห้งและนิ่ง^๔ ทำให้ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่สามารถลอยขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศในระดับสูงได้ ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้จังหวัดทางภาคเหนือมีปริมาณหมอกควันที่เกินมาตรฐานเกือบทุกปี^{๕-๘}

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า สารต่างๆ ในหมอกควันประกอบด้วย ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) โอโซน (O₃) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สารที่มีขนาดเล็กกว่า ๑๐ และ ๒.๕ ไมครอน (Particulate matter 10 (PM₁₀) และ Particulate matter 2.5 (PM_{2.5}))^{๖-๘} สารเหล่านี้สามารถแขวนลอยอยู่ในชั้นบรรยากาศได้นาน^๙ ซึ่งส่งผลต่อระบบทางเดินหายใจขนาดเล็กและถุงลมปอด^{๑๐} หากร่างกายไม่สามารถกำจัดได้อย่างเหมาะสม สารนี้จะสะสมที่ปอด นอกจากนี้สารต่างๆ ในหมอกควันยังทำให้เกิดอาการต่างๆ ทางระบบทางเดินหายใจ ซึ่งเป็นสาเหตุของการลดลงของสมรรถภาพปอด ทำให้เกิดเป็นโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง และส่งผลต่อความสามารถในการทำกิจกรรมที่ลดลงได้ มีการศึกษาพบว่าหมอกควันส่งผลกระทบในหลายด้าน เช่น การท่องเที่ยว การคมนาคมขนส่ง เศรษฐกิจ หรือส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ ซึ่งผลกระทบจากหมอกควันต่อสุขภาพนั้นส่งผลให้เพิ่มอัตราการเสียชีวิต ทำให้เกิดความผิดปกติทั้งทางร่างกายและจิตใจ เสี่ยงต่อการเป็นโรคทางระบบหัวใจและทางเดินหายใจ รวมถึงการกระตุ้นอาการต่างๆ เช่น หายใจลำบาก ไอ น้ำมูกไหล ระคายเคืองตา และเวียนศีรษะ เป็นต้น^{๑๑-๑๖} นอกจากนี้หมอกควันยังส่งผลต่อการลดลงของสมรรถภาพปอด^{๑๗-๑๙} ถึงแม้ว่าในปัจจุบันจะมีการรณรงค์ให้ลดการเผาป่า และลดการเผาวัสดุทางการเกษตร รวมถึงการสนับสนุนให้มีการใช้หมอกควันนาถายเพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าว แต่พบว่าประชาชนส่วนใหญ่ยังคงได้รับผลกระทบจากปัญหาหมอกควัน โดยเฉพาะทางระบบทางเดินหายใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็ก ผู้สูงอายุ และผู้ที่มีพยาธิสภาพทางระบบทางเดินหายใจ

กลุ่มเหล่านี้จะมีแนวโน้มที่จะได้รับผลกระทบมากกว่าในคนปกติที่มีสุขภาพดี^{๒๐}

อย่างไรก็ตาม ปัญหาสุขภาพดังกล่าวเป็นเพียงข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ หรือจากการที่ประชาชนเข้าใช้บริการสาธารณสุข^{๒๑-๒๒} แต่ในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาใดที่ศึกษาระดับหมอกควันกับสมรรถภาพทางปอดและความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือด ดังนั้นจึงเป็นที่มาของวัตถุประสงค์การศึกษา เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างหมอกควันกับสมรรถภาพปอดและความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือดในประชาชนที่อาศัยในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษา ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง (cross-sectional study) ซึ่งอาสาสมัครในการศึกษานี้ประกอบด้วยกลุ่มเด็ก กลุ่มผู้ใหญ่ และกลุ่มผู้สูงอายุ ที่พักอาศัยในพื้นที่สามจังหวัดทางภาคเหนือของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดเชียงราย (อำเภอแม่สาย และอำเภอเมือง) จังหวัดเชียงใหม่ (อำเภอแม่แจ่ม และอำเภอเมือง) และจังหวัดน่าน (อำเภอเฉลิมพระเกียรติ และอำเภอเมือง) จำนวนกลุ่มละ ๑๕๐ คน โดยผู้วิจัยทำการสุ่มเลือกตัวอย่างแบบโควตา (quota sampling) ซึ่งเก็บข้อมูลอาสาสมัครจำนวน ๒๕ คนต่อกลุ่มต่ออำเภอ รวมจำนวนอาสาสมัครทั้งสิ้น ๔๕๐ คน โดยผู้วิจัยลงไปเก็บข้อมูลสมรรถภาพปอด และความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือดในชุมชนที่มีจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศตามพื้นที่ที่กล่าวไปข้างต้น อาสาสมัครทั้งเพศชายและหญิงที่ผ่านคุณสมบัติเกณฑ์การคัดเข้า คือ กลุ่มเด็ก อายุระหว่าง ๑๐ - ๑๕ ปี กลุ่มผู้ใหญ่ อายุระหว่าง ๑๘ - ๕๕ ปี และกลุ่มผู้สูงอายุ อายุตั้งแต่ ๖๐ ปีขึ้นไป ที่พักอาศัยในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดเชียงราย หรือจังหวัดน่าน นอกจากนี้อาสาสมัครต้องเข้าใจและสามารถสื่อสารเป็นภาษาไทยได้ โดยมีเกณฑ์การคัดออก คือ ผู้ที่มีอาการ unstable angina, recent myocardial infarction, pulmonary embolism, มีอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักมากกว่า ๑๒๐ ครั้งต่อนาที ความดัน systolic มากกว่า ๑๘๐ มม.ปรอท และ/หรือ ความดัน diastolic มากกว่า ๑๐๐ มม.ปรอท รวมถึงผู้ที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคทางระบบประสาท เช่น โรคหลอดเลือดสมอง หรือ head injury ผู้ที่เป็นโรคทางกระดูกและกล้ามเนื้อ เช่น โรคข้อเข่าเสื่อม ซึ่งส่งผลการเดิน รวมถึงหญิงตั้งครรภ์ ซึ่งโครงการวิจัยนี้ได้รับการรับรองโดยคณะกรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ รหัสโครงการที่ ๑๑๙/๒๕๕๙

อาสาสมัครจะได้รับการทดสอบสมรรถภาพปอดโดยนักกายภาพบำบัด โดยประเมินด้วยเครื่องมือ spirometer (MicroLab™ spirometer บริษัท CareFusion ประเทศสหรัฐอเมริกา) ซึ่งเป็นเครื่องทดสอบสมรรถภาพปอดที่มีความแม่นยำ (accuracy) ที่ระดับ $\pm 3\%$ ตามคำแนะนำของ American Thoracic Society (ATS) เครื่องมือ spirometer ได้รับการปรับให้ได้มาตรฐานการใช้งาน (Calibration) ทุกครั้งก่อนการทดสอบ ในการทดสอบอาสาสมัครจะได้รับคำอธิบายวิธีการทดสอบและการใช้เครื่องมือ ซึ่งอาสาสมัครจะทำการทดสอบสมรรถภาพทางปอดตามเกณฑ์ของ ATS โดยทำการทดสอบอย่างน้อยคนละ ๓ ครั้ง ซึ่งใช้เกณฑ์การยอมรับผลคือ ค่า FVC และ FEV₁ ที่ได้จากการทดสอบในแต่ละครั้งต้องห่างกันไม่เกิน ๐.๑๕ ลิตร นอกจากนี้ยังมีการทดสอบความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือด โดยใช้การทดสอบด้วยการเดิน ๖ นาที (6 MWT) ซึ่งเป็นไปตามแนวทางของ ATS^{๒๓} หลังจากครบ ๖ นาที ผู้ทดสอบจะบันทึกระยะทางที่อาสาสมัครเดินได้ สำหรับข้อมูลคุณภาพอากาศของพื้นที่ต่างๆ จะได้จากการรายงานของกรมควบคุมมลพิษ

การทดสอบทางสถิติจะใช้โปรแกรม SPSS version 22 โดยใช้สถิติ Kolmogorov Smirnov test (goodness of fit test) เพื่อทดสอบการกระจายตัวของข้อมูล ใช้สถิติ Pearson correlation ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างสารในหมอกควันกับสมรรถภาพปอดและความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือดในกรณีข้อมูลมีการกระจายตัวปกติ และใช้สถิติ Spearman's rank correlation ในการหาความสัมพันธ์

ระหว่างสารในหมอกควันกับสมรรถภาพปอดและความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือดในกรณีข้อมูลมีการกระจายตัวไม่ปกติ โดยการแปลผลระดับความสัมพันธ์ (r) อิงเกณฑ์ของ Hinkle DE และคณะ^{๒๔} ดังนี้ r มีค่า ๐.๙ - ๑.๐๐ เท่ากับมีความสัมพันธ์ระดับสูงมาก r มีค่า ๐.๗ - ๐.๙ เท่ากับมีความสัมพันธ์ระดับสูง r มีค่า ๐.๕ - ๐.๗ เท่ากับมีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง r มีค่า ๐.๓ - ๐.๕ เท่ากับมีความสัมพันธ์ระดับต่ำ และ r มีค่า ๐.๐๐ - ๐.๓๐ เท่ากับมีความสัมพันธ์ระดับต่ำมาก นอกจากนี้หาความสัมพันธ์โดยการควบคุมตัวแปรที่เกี่ยวข้องเพื่อให้แน่ใจว่าผลการทดสอบเกิดจากตัวแปรต้นอย่างแท้จริง โดยตัวแปรที่ควบคุม เช่น อายุ การพักอาศัยในพื้นที่ และเพศ โดยใช้สถิติ Hierarchical regression

ผลการศึกษา

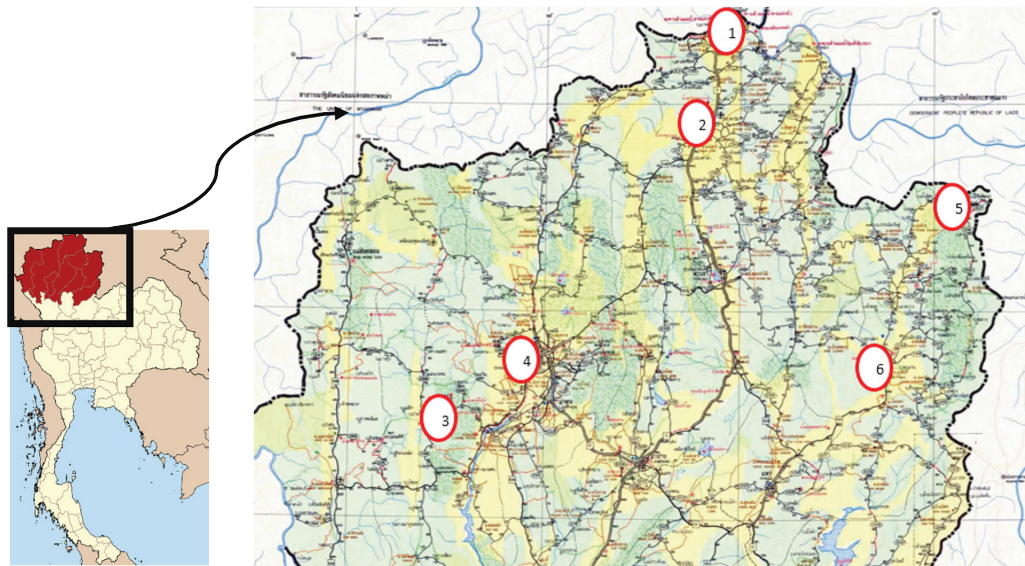
จากการลงพื้นที่เก็บข้อมูลในช่วงวันที่ ๑๑ - ๒๘ ธันวาคม ๒๕๕๙ ในพื้นที่สามจังหวัดทางภาคเหนือของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดเชียงราย (อำเภอแม่สาย และอำเภอเมือง) จังหวัดเชียงใหม่ (อำเภอแม่แจ่ม และอำเภอเมือง) และจังหวัดน่าน (อำเภอเฉลิมพระเกียรติ และอำเภอเมือง) ซึ่งอาสาสมัครจำนวน ๔๕๐ คนที่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้า ประกอบด้วย กลุ่มเด็ก (อายุเฉลี่ย 12.27 ± 1.45), กลุ่มผู้ใหญ่ (อายุเฉลี่ย 42.54 ± 11.10), และกลุ่มผู้สูงอายุ (อายุเฉลี่ย 64.24 ± 8.02) จำนวนกลุ่มละ ๑๕๐ คน ทั้งนี้พบว่าค่าดัชนีมวลกาย โดยรวมอยู่ในเกณฑ์ปกติ (ค่าเฉลี่ย 21.90 ± 4.66)

ตารางที่ ๑ แสดงลักษณะข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

	กลุ่มเด็ก (n = 150) ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	กลุ่มผู้ใหญ่ (n = 150) ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	กลุ่มผู้สูงอายุ (n = 150) ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	รวม ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ค่า PM ₁₀ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)				๓๒.๔๕ $\pm$ ๑๒.๗๓
ค่า CO ในบรรยากาศ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)				๐.๙๓ $\pm$ ๑.๓๖
เพศ				
- ชาย (%)	๗๙ (๕๒.๖๗)	๕๖ (๓๗.๓๓)	๕๑ (๓๔.๐๐)	๑๘๖ (๔๑.๓๓)
- หญิง (%)	๗๑ (๔๗.๓๓)	๙๔ (๖๒.๖๗)	๙๙ (๖๖.๐๐)	๒๖๔ (๕๘.๖๗)
อายุ (ปี)	๑๒.๒๗ $\pm$ ๑.๔๕	๔๒.๕๙ $\pm$ ๑๑.๑๐	๖๙.๒๙ $\pm$ ๘.๐๒	๔๑.๓๘ $\pm$ ๒๔.๖๓
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร ^๒)	๑๙.๒๔ $\pm$ ๔.๖๐	๒๓.๖๗ $\pm$ ๔.๐๖	๒๒.๘๓ $\pm$ ๔.๐๗	๒๑.๙๐ $\pm$ ๔.๖๖
ระยะเวลาที่พักอาศัย ในพื้นที่ (ปี)	๑๐.๕๐ $\pm$ ๓.๒๘	๓๑.๐๐ $\pm$ ๑๔.๑๑	๕๒.๕๙ $\pm$ ๒๐.๔๔	๓๑.๔๑ $\pm$ ๒๒.๔๙
สมรรถภาพปอด				
- FVC (ลิตร)	๒.๓๗ $\pm$ ๐.๖๑	๒.๗๔ $\pm$ ๐.๗๑	๑.๙๔ $\pm$ ๐.๕๙	๒.๓๕ $\pm$ ๐.๗๒
- Predicted FVC (%)	๘๑.๓๙ $\pm$ ๑๒.๙๐	๙๐.๐๗ $\pm$ ๑๔.๔๖	๘๑.๗๘ $\pm$ ๑๘.๒๐	๘๔.๔๑ $\pm$ ๑๕.๘๓
- FEV ₁ (ลิตร)	๒.๑๘ $\pm$ ๐.๕๗	๒.๔๕ $\pm$ ๐.๖๓	๑.๖๔ $\pm$ ๐.๕๓	๒.๐๙ $\pm$ ๐.๖๗
- Predicted FEV ₁ (%)	๘๘.๑๕ $\pm$ ๑๕.๗๐	๙๑.๒๒ $\pm$ ๑๓.๒๑	๘๑.๔๕ $\pm$ ๒๑.๐๐	๘๖.๙๔ $\pm$ ๑๗.๔๐
- FEV ₁ /FVC	๘๒.๒๐ $\pm$ ๖.๘๒	๘๙.๗๔ $\pm$ ๖.๑๒	๘๔.๕๖ $\pm$ ๑๐.๘๕	๘๘.๘๓ $\pm$ ๘.๗๘
- PEF (ลิตร/นาที่)	๒๓๒.๕๗ $\pm$ ๗๑.๖๕	๒๙๗.๓๗ $\pm$ ๑๑๑.๔๔	๑๙๙.๔๓ $\pm$ ๙๗.๐๙	๒๔๓.๑๒ $\pm$ ๑๐๓.๐๑
- Predicted PEF (%)	๖๔.๔๕ $\pm$ ๑๘.๕๒	๖๙.๓๑ $\pm$ ๒๑.๙๐	๕๗.๘๑ $\pm$ ๒๕.๒๔	๖๓.๘๖ $\pm$ ๒๒.๕๑
ระยะทาง การเดิน ๖ นาที (เมตร)	๕๕๖.๗๔ $\pm$ ๕๙.๘๓	๔๙๒.๙๗ $\pm$ ๖๒.๘๓	๓๘๒.๖๗ $\pm$ ๘๖.๓๗	๔๗๗.๔๖ $\pm$ ๑๐๐.๗๗

นอกจากนี้พบว่าช่วงที่ทำการเก็บข้อมูลมีปริมาณสาร PM₁₀ อยู่ระหว่าง ๑๒.๕ - ๕๒.๒๗ ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าก๊าซ CO ในบรรยากาศ อยู่ระหว่าง ๐.๐๖ - ๑.๐๑

ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยพื้นที่ที่ทำการเก็บข้อมูลแสดงในรูปภาพที่ ๑



รูปภาพที่ ๑ แสดงพื้นที่ที่ทำการเก็บข้อมูล

หมายเหตุ: ๑. อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย ๒. อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ๓. อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่
๔. อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ๕. อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน ๖. อำเภอเมือง จังหวัดน่าน

ตารางที่ ๒ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพปอด และความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือด กับสารในหมอกควัน (PM_{10} , CO) และปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

	FVC	FEV ₁	FEV ₁ /FVC	PEF	6 MWD
อายุ ^a	-.๓๐๕**	-.๓๘๖**	-.๓๔๒**	-.๑๖๕**	-.๗๓๔**
การพักอาศัยในพื้นที่ ^a	-.๒๙๐**	-.๓๘๕**	-.๓๖๙**	-.๒๔๑**	-.๖๒๕**
เพศ ^b	-.๓๖๓**	-.๓๓๐**	.๐๘๐	-.๒๓๙**	-.๒๘๘**
ดัชนีมวลกาย ^a	.๐๘๓	.๐๖๖	-.๐๔๖	.๑๖๗**	-.๒๓๖**
CO ^a	-.๐๕๖	-.๑๑๖*	-.๒๓๓**	-.๑๔๖*	-.๒๕๐**
PM ₁₀ ^a	.๐๘๑	.๐๓๖	-.๑๔๒*	-.๐๒๖	.๐๕๐

* $p < .05$, ** $p < .001$

หมายเหตุ: ^a คำนวณหาความสัมพันธ์ของตัวแปร โดยใช้สถิติ Pearson correlation

^b คำนวณหาความสัมพันธ์ของตัวแปร โดยใช้สถิติ Spearman's rank correlation

ตารางที่ ๒ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพปอดและความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือดกับสารในหมอกควันและปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง จากผลการศึกษาพบว่าสมรรถภาพปอดและความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือดมีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอายุ ระยะเวลาที่พักอาศัยในพื้นที่ และเพศ นอกจากนี้พบว่า

ก๊าซ CO ในบรรยากาศมีความสัมพันธ์เชิงลบในระดับต่ำมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ FEV₁ ($r = -.116$, $p = 0.014$), FEV₁/FVC ($r = -.231$, $p < .001$), PEF ($r = -.146$, $p = .002$), และระยะทางการเดินใน ๖ นาที (6 MWD) ($r = -.250$, $p < .001$) นอกจากนี้ พบว่าระดับของ PM₁₀ ยังคงมีสัมพันธ์กับค่าของ FEV₁/FVC ($\beta = -.158$, $SE = .030$, $p < .001$)

เมื่อควบคุมตัวแปร เช่น อายุ ระยะเวลาที่พักอาศัยในพื้นที่ และ เพศ รวมถึงค่าความสัมพันธ์ดังกล่าวยังคงพบในก๊าซ CO ในบรรยากาศกับ FEV₁/FVC ($\beta = -.158$, SE = .290, $p < .001$),

PEF ($\beta = -.161$, SE = 3.515, $p = .001$), และ 6 MWD ($\beta = -3.014$, SE = -.099, $p = .003$) ดังแสดงในตารางที่ ๓

ตารางที่ ๓ แสดงความสัมพันธ์ของสารในหมอกควัน (PM₁₀, CO) กับสมรรถภาพปอดและความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งควบคุมโดยอายุ ระยะเวลาที่พักอาศัยในพื้นที่ และเพศ

	Model		B	SE	β	T	p-value	95% CI for B	R ²
FEV ₁	Step 1	Age	-.00๕	.0๐๒	-.๑๙๘	-๒.๘๒๒	.๐๐๕	-.009 to -.002	.๒๔๗
		Sex	-.๐๐๔	.๐๕๗	-.๒๙๖	-๗.๐๖๓	< .๐๐๑	-.512 to -.289	
		Duration of living	-.๐๐๕	.๐๐๒	-.๑๘๕	-๒.๖๓๓	.๐๐๙	-.010 to -.001	
	Step 2	PM ₁₀	.๐๐๑	.๐๐๒	.๐๑๖	.๓๘๕	.๗๐๐	-.003 to .005	
		CO	-.๐๓๒	.๐๒๑	-.๐๖๖	-๑.๕๒๕	.๑๒๘	-.074 to .009	
FEV ₁ /FVC	Step 1	Age	-.๐๔๘	.๐๒๗	-.๑๓๔	-๑.๘๐๙	.๐๗๑	-.101 to .004	.๑๖๔
		Sex	๒.๘๑๒	.๗๙๔	.๑๕๗	๓.๕๔๑	< .๐๐๑	1.251 to 4.373	
		Duration of living	-.๑๑๐	.๐๒๙	-.๒๘๑	-๓.๗๘๕	< .๐๐๑	-.168 to -.053	
	Step 2	PM ₁₀	-.๑๑๐	.๐๓๐	-.๑๕๘	-๓.๖๙๗	< .๐๐๑	-.169 to -.052	
		CO	-.๐๒๕	.๒๙๐	-.๑๕๘	-๓.๕๓๘	< .๐๐๑	-1.595 to -.456	
PEF	Step 1	Age	.๔๑๐	.๓๑๙	.๐๙๘	๑.๒๘๔	.๒๐๐	-.218 to 1.038	.๑๒๒
		Sex	-๕๒.๐๔๖	๙.๕๐๕	-.๒๔๘	-๕.๔๗๖	< .๐๐๑	-70.716 to -33.365	
		Duration of living	-.๑๓๓	.๓๔๙	-.๒๘๖	-๓.๗๖๐	< .๐๐๑	-2.000 to -.627	
	Step 2	PM ₁₀	-.๓๕๐	.๓๖๑	-.๐๔๓	-.๙๖๙	.๓๓๓	-1.060 to .360	
		CO	-๑๒.๒๑๔	๓.๕๑๕	-.๑๖๑	-๓.๔๗๕	.๐๐๑	-19.122 to -5.306	
6 MWD	Step 1	Age	-๒.๖๕๖	.๒๒๐	-.๖๔๙	-๑๒.๑๐๐	< .๐๐๑	-3.088 to -2.225	.๕๖๔
		Sex	-๓๔.๑๐๘	๖.๕๓๕	-.๑๖๗	-๕.๒๑๙	< .๐๐๑	-46.952 to -21.264	
		Duration	-.๓๒๓	.๒๔๐	-.๐๗๒	-๑.๓๔๗	.๑๗๙	-.795 to .148	
	Step 2	PM10	-.๐๐๙	.๒๔๙	-.๐๐๑	-.๐๓๕	.๙๗๒	.499 to .481	
		CO	-๗.๓๑๒	๒.๔๒๖	-.๐๙๙	-๓.๐๑๔	.๐๐๓	-12.080 to -2.544	

วิจารณ์และสรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสารในหมอกควัน (PM_{10} , CO) กับสมรรถภาพปอดและความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือดในประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดเชียงราย และจังหวัดน่าน ในทางคลินิก ค่า FVC เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาตรของอากาศที่จู่อยู่ในปอดเกือบทั้งหมด FEV_1 เป็นปริมาตรของอากาศที่เป่าออกอย่างรวดเร็วและแรงในวินาทีที่ ๑ ซึ่งจะใช้ในการคำนวณร่วมกับค่า FVC เพื่อการอุดกั้นของหลอดลม FEV_1/FVC เป็นอัตราส่วนที่แสดงถึงการอุดกั้นของหลอดลม, และค่า PEF คือค่าที่บ่งชี้ถึงการทำงานของหลอดลมขนาดเล็ก^{๒๔} จากผลการศึกษาพบว่า สมรรถภาพปอด (FEV_1 , FEV_1/FVC และ PEF) และความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือดมีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณก๊าซ CO ในบรรยากาศ และเมื่อใช้ปัจจัยควบคุม ได้แก่ ระยะเวลาที่พักอาศัยในพื้นที่ อายุ และเพศ พบว่าสมรรถภาพปอด (FEV_1/FVC และ PEF) และความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือดยังคงมีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณก๊าซ CO ในบรรยากาศเช่นเดิม จากงานวิจัยก่อนหน้านี้กล่าวว่า ก๊าซ CO เป็นก๊าซพิษที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ซึ่งยากต่อการรับรู้เมื่อได้รับสัมผัส ส่วนใหญ่เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์^{๒๖} ซึ่งสอดคล้องกับการกระทำของคนส่วนใหญ่ในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยที่มีอาชีพเกษตรกรที่ต้องมีการเผาป่า หรือเผาวัสดุทางการเกษตรเพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับการเพาะปลูก โดยผลกระทบต่อสุขภาพจากก๊าซ CO นั้น ทำให้เกิดอาการเวียนศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน อ่อนเพลีย และรู้สึกไม่มีแรง^{๒๔} ยิ่งไปกว่านั้นก๊าซ CO ยังสามารถรวมตัวกับฮีโมโกลบินในเลือด กลายเป็นคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน (HbCO) ทำให้ขัดขวางการขนส่งก๊าซออกซิเจนไปสู่เนื้อเยื่อต่างๆ ในร่างกาย^{๒๖-๒๗} ส่งผลต่อการลดลงของสมรรถภาพปอด และความสามารถในการทำกิจกรรม

นอกจากนี้พบว่า สาร PM_{10} ก็มีความสัมพันธ์เชิงลบกับ FEV_1/FVC ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Gauderman WJ และคณะ ในปี 2000, Roy A และคณะ ในปี 2012 และ Raizenne M และคณะ ในปี 1996 ที่ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศและสมรรถภาพปอดพบว่า PM_{10} ส่งผลต่อการลดลงของสมรรถภาพปอด^{๓๗-๓๙} เนื่องจากสาร PM_{10} เป็นสารที่มีขนาดเล็ก สามารถดูดซึมเข้าสู่ทางเดินหายใจและถุงลมปอดได้ ทำให้เกิดอาการต่างๆ เช่น หายใจลำบาก แน่นหน้าอก ไอ น้ำมูกไหล เป็นต้น

หากไม่สามารถกำจัดได้อย่างเหมาะสมจะสะสมอยู่ในปอดและพัฒนาไปเป็นโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังได้ในอนาคต ยิ่งไปกว่านั้นสารนี้ยังสามารถแขวนลอยอยู่ในชั้นบรรยากาศได้นาน^{๔-๑๐} นอกจากนี้พบว่า การเพิ่มขึ้นของสาร PM_{10} ไม่โครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่งผลต่อการลดลงของ FEV_1 ๒.๗ มิลลิลิตร และ FVC ๓.๕ มิลลิลิตร^{๓๘} ซึ่งกลไกของสารมลพิษต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น PM_{10} หรือ CO ที่ส่งผลต่อการลดลงของสมรรถภาพปอด และความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือดนั้นยังไม่ทราบแน่ชัด มีบางการศึกษากล่าวว่า สารมลพิษเป็นตัวกลางที่ส่งผลเสียต่อสุขภาพโดยการกระตุ้นเส้นทางการส่งสัญญาณของเซลล์^{๒๘} และมีบางการศึกษากล่าวว่า สารมลพิษจะเข้าไปกระตุ้นให้เกิดการทำลายปฏิกิริยาออกซิเดชันในระบบทางเดินหายใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางเดินหายใจส่วนล่าง^{๒๙-๓๐} ซึ่งทั้งสองกลไกนี้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหน้าที่ของระบบทางเดินหายใจ นำไปสู่การเกิดการอักเสบของหลอดลม และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพปอด^{๒๘-๓๐} นอกจากนี้สารมลพิษยังส่งผลต่อการปรับเปลี่ยนการทำงานของหลอดเลือด^{๓๑} ซึ่งจะส่งผลต่อความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือด แต่งานวิจัยนี้พบความสัมพันธ์ของ PM_{10} กับสมรรถภาพปอดในระดับต่ำ อาจเนื่องมาจากช่วงเวลาที่ทำการศึกษาเก็บข้อมูลมีค่า PM_{10} อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งยังไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ

ข้อจำกัดของการศึกษา คือ การศึกษานี้เป็นการศึกษา ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ประกอบกับช่วงที่ทำการศึกษามีปริมาณหมอกควันค่อนข้างน้อย จึงทำให้ผลที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงไม่ชัดเจน ดังนั้นการศึกษาในอนาคตควรจะทำการศึกษาแบบต่อเนื่อง (Prospective cohort study) เพื่อจะได้เห็นผลการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน และจากข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้สามารถสรุปได้ว่า สมรรถภาพปอดและความทนทานของระบบหัวใจและหลอดเลือดมีความสัมพันธ์เชิงลบกับก๊าซ CO ในบรรยากาศ เมื่อควบคุมปัจจัยด้านอายุ ระยะเวลาที่พักอาศัยในพื้นที่ และเพศ

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (National Research Council of Thailand) ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำการศึกษา นอกจากนี้ขอขอบคุณท่านผู้ใหญ่น้า และผู้นำชุมชนทุกท่านที่ช่วยประสานงานให้อาสาสมัครเข้าร่วมการศึกษา และท้ายสุดขอขอบคุณอาสาสมัครทุกคนที่เข้าร่วมงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

๑. วิจารณ์ สิมายา. มลพิษจากหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือ: ปัญหาและแนวทาง [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ ๒๔ มิ.ย. ๒๕๕๙]. เข้าถึงได้จาก: infofile.pcd.go.th/air/Smoke_North.pdf
๒. มงคล รายนคร. สภาพปัญหาหมอกควันและหมอกควันในเชียงใหม่. หมอกควันและมลพิษทางอากาศในจังหวัดเชียงใหม่ [อินเทอร์เน็ต]. พิมพ์ครั้งที่ ๑. เชียงใหม่: ลีโศคอินดิไซน์เวิร์ค; ๒๕๕๓. หน้า ๗-๑๑. [เข้าถึงเมื่อ ๒๔ มิ.ย. ๒๕๕๙]. เข้าถึงได้จาก: <http://resource.thai-health.or.th/library/hot/12450>
๓. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. ภาคเหนือ. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ ๘ ก.ค. ๒๕๕๙]. เข้าถึงได้จาก: <http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=18&chap=1&page=t18-1-infodetail05.html>
๔. สำนักงานจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ. รายงานสถานการณ์คุณภาพอากาศและเสียงประเทศไทย. สรุปข้อมูลคุณภาพอากาศ พ.ศ. ๒๕๕๗-๒๕๕๙. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ ๘ ก.ค. ๒๕๕๙]. เข้าถึงได้จาก: <http://aqnis.pcd.go.th/data/57>
๕. สำนักงานจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ. รายงานสถานการณ์คุณภาพอากาศและเสียงประเทศไทย. สรุปข้อมูลคุณภาพอากาศ พ.ศ. ๒๕๕๑-๒๕๕๖. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ ๘ ก.ค. ๒๕๕๙]. เข้าถึงได้จาก: <http://aqnis.pcd.go.th/data/51-56>
๖. Brook RD, Rajagopalan S, Pope CA, Brook JR, Bhatnagar A, Diez-Roux AV, et al. Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2010;121:2331-78.
๗. Wang F, Ni S, Liu H. Pollutonal haze and COPD: etiology, epidemiology, pathogenesis, pathology, biological markers and therapy. *J Thorac Dis* 2016;8(1):E20-E30.
๘. American Thoracic Society. What constitutes an adverse health effect of air pollution? Official statement of the American Thoracic Society. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161:665-73.
๙. Liu S, Cai S, Chen Y, Xiao B, Chen P, Xiang X. The effect of pollutonal haze on pulmonary function. *J Thorac Dis* 2016;8(1):E41-E56.
๑๐. Nemmar A, Hoet PH, Vanquickenborne B, Dinsdale D, Thomeer M, Hoylaerts MF, et al. Passage of inhaled particles into the blood circulation in humans. *Circulation* 2002;105:411-4.
๑๑. Forsberg B, Bråbäck L, Keune H, Kobornus M, Krauss MK, Yang A, et al. An expert assessment on climate change and health – with a European focus on lungs and allergies. *Environmental Health* 2012;11(Suppl 1):S4.
๑๒. Ho RC, Zhang MW, Ho CS, Pan F, Lu Y, Sharma VK. Impact of 2013 south Asian haze crisis: study of physical and psychological symptoms and perceived dangerousness of pollution level. *BMC Psychiatry* 2014;14:81.
๑๓. Medina-Ramon M, Zanobetti A, Cavanagh DP, Schwartz J. Extreme temperatures and mortality: assessing effect modification by personal characteristics and specific cause of death in a multicity case-only analysis. *Environ Health Perspect* 2006;114:1331-6.
๑๔. Franchini M, Mannucci PM. Air pollution and cardiovascular disease. *Thromb Res* 2012; 129:230-4.
๑๕. Kelly FJ, Fussell JC. Air pollution and airway disease. *Clin Exp Allergy* 2011;41:1059-71.
๑๖. Karakatsani A, Analitis A, Perifanou D, Ayres JG, Harrison RM, Kotronarou A et al. Particulate matter air pollution and respiratory symptoms in individuals having either asthma or chronic obstructive pulmonary disease: a European multicentre panel study. *Environ Health* 2012;11:75.
๑๗. Gauderman WJ, McConnell R, Gilliland F, London S, Thomas D, Avol E, et al. Association between air pollution and lung function growth in Southern California children. *Am J Respir Crit Care Med* Vol 162. pp. 1383-1390, 2000.

๑๘. Roy A, Hu W, Wei F, Korn L, Chapman RS, Zhang J. Ambient particulate matter and lung function growth in Chinese children. *Epidemiology*. 2012 May;23(3): 464-472.
๑๙. Raizenne M, Neas LM, Damokosh AI, Dockery DW, Spengler JD, Koutrakis P, et al. Health effects of acid aerosols on North American: Pulmonary function. *Environmental Health Perspectives*; Volume 104, Number 5, May 1996
๒๐. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. หมอกควันในประเทศไทย. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ ๑๖ ต.ค. ๒๕๕๙]. เข้าถึงได้จาก: http://www.pcd.go.th/info_serv/air_thaihaze.html
๒๑. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. ยุทธศาสตร์/มาตรการแก้ไขปัญหาไฟป่าและหมอกควัน ปี ๒๕๕๘. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ ๑๖ ต.ค. ๒๕๕๙]. เข้าถึงได้จาก: www.dnp.go.th/forestfire/2558/ยุทธศาสตร์_ปี_2558.pdf
๒๒. สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค. โรคและภัยสุขภาพจากปัญหาหมอกควัน. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ ๑๖ ต.ค. ๒๕๕๙]. เข้าถึงได้จาก: envocc.ddc.moph.go.th/uploads/situation/4_10_situation.pdf
๒๓. ATS Statement: Guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* Vol 166. pp. 111-117, 2002.
๒๔. Hinkle DE, Wiersma W, Jurs G. *Applied Statistics for the Behavioral Sciences*. 5th ed. Boston: Houghton Mifflin; 2003
๒๕. Go'ttschi T, Heinrich J, Sunyer J, Ku'nzlia N. Long-Term Effects of Ambient Air Pollution on Lung Function: A Review. *Epidemiology* • Volume 19, Number 5, September 2008
๒๖. Blumenthal I. Carbon monoxide poisoning. *J R Soc Med*. 2001 Jun;94(6):270-272
๒๗. Townsend CL, Maynard RL. Effects on health of prolonged exposure to low concentrations of carbon monoxide. *Occupational and Environmental Medicine*. 59(10):708-711.
๒๘. Janssen NA, Strak M, Yang A, Hellack B, Kelly FJ, Kuhlbusch TAJ et al. Associations between three specific a-cellular measures of the oxidative potential of particulate matter and markers of acute airway and nasal inflammation in healthy volunteers. *Occup Environ Med*. 2015;72(1):49-56.
๒๙. Lan Q, Mumford JL, Shen M, Demarini DM, Bonner MR, He X, et al. Oxidative damage-related genes AKR1C3 and OGG1 modulate risks for lung cancer due to exposure to PAH-rich coal combustion emissions. *Carcinogenesis* 2004;25: 2722-2727
๓๐. Padhy PK, Padhi BK. Effects of biomass combustion smoke on hematological and antioxidant profile among children (8-13 years) in India. *Inhal Toxicol* 2009;21:705-711.
๓๑. International Agency for Research on Cancer. Diesel and gasoline engine exhaust and some nitroarenes. Lyon (France); 2014. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ ๑๖ ก.ย. ๒๕๖๐]. เข้าถึงได้จาก: <https://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol105/mono105.pdf>

Abstract

Effect of haze and air pollution on cardio-respiratory systems in northern of Thailand

Ketwarang Leelasittikul, Kornanong Yuenyongchaiwat, Sasipa Buranapuntalug, Khajonsak Pongpanit, Patcharee Koonkumchoo

Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Health Sciences, Thammasat University

Introduction: Haze and air pollution are important problem in several countries, especially northern part of Thailand. Human' health problems in cardiovascular and respiratory systems are major problem that affect to decrease pulmonary function and cardiovascular endurance. So, the objective of this study was to examine the correlation between haze and pulmonary function and cardiovascular endurance in people who lived in northern part of Thailand.

Method: This study was a cross-sectional study. Participants were random in three provinces that composed of Chiang Rai, Chiang Mai, and Nan. Pulmonary function was tested by spirometer and cardiovascular was tested by six minute walk test (6 MWT).

Result: Four hundred and fifty participants consisted of child group (mean aged 12.27 ± 1.45), adult group (mean aged 42.59 ± 11.10), and elderly group (mean aged 69.29 ± 8.02). The results of this study found that pulmonary function and cardiovascular endurance had negative correlation with Carbon monoxide (CO) in the atmosphere. In addition, when control some variables such as age, duration of living, and sex found that CO in the atmosphere was still negative correlation with FEV_1/FVC ($\beta = -.158$, $SE = .290$, $p < .001$), PEF ($\beta = -.161$, $SE = 3.515$, $p = .001$), and six minute walk distance (6 MWD) ($\beta = -3.014$, $SE = -.099$, $p = .003$)

Discussion and Conclusion: Pulmonary function and cardiovascular endurance were negative correlation with CO in the atmosphere after controlling for age, duration of living, and sex.

Key words: Haze, air pollution, pulmonary function, Particulate matter, cardiovascular endurance