

โครงข่ายประสาทเทียมเพื่อทำนายคะแนนความเสี่ยงของโรคซึลิโคซิส ของช่างแกะสลักหินในจังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย

รัฐพงษ์ ไชยเดช¹, อารุณ เกตุสาคร^{2*}

^{1, 2}คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Email: arroon.k@fph.tu.ac.th²

Received: Feb 20, 2024

Revised: Mar 11, 2024

Accepted: Apr 9, 2024

บทคัดย่อ

การรับสมัครผู้ปฏิบัติงานในที่ทำงานเพิ่มความเสี่ยงการเกิดโรคซึลิโคซิสต่อช่างแกะสลักหิน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลและสร้างโครงข่ายประสาทเทียมในการทำนายคะแนนความเสี่ยงจากการรับสมัครผู้ปฏิบัติงานของช่างแกะสลักหิน 243 คน ที่สัมผัสกับฝุ่นซิลิกาในที่ทำงานตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงตุลาคม 2566 ที่จังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย ทำการวิเคราะห์การถดถอยเพื่อค้นหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องอย่างมีนัยสำคัญกับคะแนนความเสี่ยงของโรคซึลิโคซิสและสร้างโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อทำนายคะแนนความเสี่ยงของซึลิโคซิส ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพล 4 ตัว ได้แก่ ความเข้มข้นฝุ่นซิลิกาในสถานที่ทำงาน (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวัน (ชั่วโมง) การมีโรคประจำตัว และการมีที่พักอาศัยแยกจากที่ทำงาน สามารถสร้างโครงข่ายประสาทเทียมที่มีโครงสร้าง 4-3-2-1 ประกอบด้วยตัวแปรนำเข้า 4 ตัว โหนดชั้นซ่อน 3 และ 2 โหนด ตัวแปรนำออก 1 ตัว โมเมนตัม 0.05 อัตราการเรียนรู้ 0.5 และเวลาการเรียนรู้ 100,000 รอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ซึ่งมีผลรวมของค่าเฉลี่ยของร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) เท่ากับร้อยละ 4.58 มีค่าเฉลี่ยของร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์น้อยกว่าร้อยละ 10 ดังนั้นโครงข่ายประสาทเทียมจึงมีความแม่นยำและสามารถใช้ทำนายคะแนนความเสี่ยงของซึลิโคซิสในแต่ละบุคคลเพื่อวางแผนการแก้ปัญหาตามปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคะแนนความเสี่ยงของซึลิโคซิสก่อนเริ่มทำงาน แนะนำทำการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงแบบจำลองโดยการวิจัยกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่

คำสำคัญ : คะแนนความเสี่ยงโรคซึลิโคซิส, ช่างแกะสลักหิน, โครงข่ายประสาทเทียม

Artificial Neural Network for Predicting Silicosis Risk Scores among Stone Carvers in Nakhon Ratchasima, Thailand

Ratchapong Chaiyadej¹ Arroon Ketsakorn^{2*}

^{1, 2}Faculty of Public Health, Thammasat University

Email: arroon.k@fph.tu.ac.th²

Received: Feb 20, 2024

Revised: Mar 11, 2024

Accepted: Apr 9, 2024

Abstract

Working in an environment contaminated with silica dust is increasing the risk for the development silicosis for stone carvers in Nakhon Ratchasima province, Thailand. This study aimed to develop an Artificial Neural Network (ANN) model to predict silicosis risk scores among 243 stone carvers who exposed to silica at work from August and October 2023 in Nakhon Ratchasima, Thailand. Regression analysis was performed in order to find the factors significantly associated with silicosis risk scores. Only 4 influenced variables were tested by using regression analysis. Regression analysis and ANN were run to predict silicosis risk scores from 4 influential variables. These influential variables included the concentration of silica dust exposure (mg/m^3), working hours per day (hour), congenital disorder, and separation of residence from a workplace. ANN model was constructed as 4-3-2-1 by comprising of 4 input variables, 3 and 2 hidden nodes, 1 output variable, momentum was 0.05, learning rate was 0.5, and learning time was 100,000 epochs. The findings showed that the least error with the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) was 4.58. Predictive accuracy was assessed by MAPE value. ANN model showed the least value of MAPE when comparing an error value of less than 10%. Therefore, the ANN model is accurate and valid for silicosis risk scores prediction in individuals in order to plan for solving problems according to the factors influencing the silicosis risk scores before starting to work. Further research is recommended to improve to model by large-sample-size research.

Keywords : Silicosis risk scores, Stone Carvers, Artificial Neural Network

บทนำ

โรคซิลิโคซิส (Silicosis) เป็นโรคระบบทางเดินหายใจที่เกิดจากการสะสมของฝุ่นซิลิกาในเนื้อเยื่อปอดทำให้เนื้อเยื่อปอดอักเสบและลดประสิทธิภาพการทำงานของถุงลมปอด[1] ในปี พ.ศ. 2533 พบผู้ป่วยโรคซิลิโคซิสใน 204 ประเทศทั่วโลกมากกว่า 84,821 คน[2] องค์การอนามัยโลก (WHO) และองค์การแรงงานระหว่างประเทศ (ILO) ได้ออกประกาศนโยบายระดับนานาชาติให้ทั่วโลกดำเนินการควบคุมและป้องกันอันตรายให้กับผู้ประกอบการอาชีพที่มีการสัมผัสฝุ่นซิลิกาเป็นประจำ เช่น คนงานเหมือง ช่างแกะสลักหิน เป็นต้น โดยมีเป้าหมายเพื่อขจัดผู้ป่วยโรคซิลิโคซิสรายใหม่ภายในปี พ.ศ. 2573 ซึ่งมี 22 ประเทศรวมทั้งประเทศไทยประกาศเข้าร่วมนโยบายดังกล่าว[3] กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานได้กำหนดขีดจำกัดความเข้มข้นการสัมผัสฝุ่นซิลิกาตลอดระยะเวลาการทำงานปกติเฉลี่ยต้องไม่เกิน 0.025 mg/m³[4] อีกทั้งโรคที่มีสาเหตุมาจากฝุ่นซิลิกาจัดเป็นโรคจากการประกอบอาชีพตามพระราชบัญญัติควบคุมโรคจากการประกอบอาชีพและโรคจากสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2562

สถานการณ์โรคซิลิโคซิสในประเทศไทยพบว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 จนถึง พ.ศ. 2565 มีผู้ป่วยโรคซิลิโคซิสสะสม 1,779 คน[5] ซึ่งจังหวัดนครราชสีมามีจำนวนผู้ป่วยสะสมสูงสุด โดยมีจำนวนผู้ป่วยสะสม 538 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 30 ของจำนวนผู้ป่วยสะสมในประเทศไทย ทั้งนี้เนื่องจากจังหวัดนครราชสีมาเป็นแหล่งแร่หินทรายที่มีคุณสมบัติคงทนต่อการผุพัง จึงทำให้เกิดอาชีพในการนำวัตถุดิบหินที่มีอยู่ในพื้นที่มาตัดแต่งหรือแกะสลักเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบต่าง ๆ เช่น หินประดับผนังอาคาร พระพุทธรูป เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่ไม่ได้มีระบบป้องกันควบคุมฝุ่นซิลิกาที่เหมาะสม

ระบบการเฝ้าระวังคัดกรองโรคซิลิโคซิสใน

ปัจจุบันใช้การประเมินจากประวัติการทำงาน พฤติกรรมสุขภาพ และอาการที่เกี่ยวข้องโรคซิลิโคซิสด้วยแบบสอบถาม ซึ่งต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมินและระบุความเสี่ยง [6] โดยไม่สามารถที่จะประเมินและทำนายเป็นระดับความเสี่ยงได้ อีกทั้งจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า มีหลายผลการศึกษารายงานที่ระบุว่าโครงสร้างประสาทเทียมสามารถนำมาใช้ทำนายค่าตัวแปรได้อย่างแม่นยำ[7-10] ตัวอย่างเช่น การนำโครงสร้างประสาทเทียมมาทำนายพฤติกรรมการป้องกันอันตรายจากฝุ่นละอองของพนักงานในโรงโม่หิน[9]

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระดับความเสี่ยงทางสุขภาพจากการสัมผัสฝุ่นซิลิกา และสร้างโครงข่ายประสาทเทียมในการทำนายความเสี่ยงจากการสัมผัสฝุ่นซิลิกาของช่างแกะสลักหิน เพื่อเป็นเครื่องมือในการเฝ้าระวังคัดกรองโรคซิลิโคซิส ที่สามารถแสดงระดับความเสี่ยง สร้างการรับรู้ตระหนักถึงความเสี่ยงทางสุขภาพให้กับช่างแกะสลักหินได้อย่างรวดเร็วและเป็นข้อมูลให้กับเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องนำไปใช้ในการวางแผน ออกมาตรการเฝ้าระวัง ป้องกัน และควบคุมโรคซิลิโคซิส

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเสี่ยงจากการสัมผัสฝุ่นซิลิกา
2. เพื่อสร้างโครงข่ายประสาทเทียมในการทำนายความเสี่ยงจากการสัมผัสฝุ่นซิลิกา

ระเบียบวิธีวิจัย

1. รูปแบบการศึกษาและพื้นที่ศึกษา

ศึกษาแบบภาคตัดขวาง (Cross – Sectional Study) ระหว่างเดือนสิงหาคม – ตุลาคม พ.ศ. 2566 ในช่างแกะสลักหินที่มีอายุระหว่าง 18 ถึง 60 ปี และมีประสบการณ์ทำงานแกะสลักหินไม่

น้อยกว่า 1 ปี จำนวน 310 คน ใน 5 กระบวนการทำงาน ได้แก่ 1) ขุดหิน (ลงบ่อหิน) 2) ตัดหิน 3) ผ่าหิน 4) ตอกหิน 5) แกะสลักหิน ณ สถานที่ประกอบอาชีพแกะสลักหิน ในพื้นที่ตำบลหนองน้ำใส ตำบลคลองไผ่ และตำบลคลองตะแบก อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 82 แห่ง แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1) บ่อหิน จำนวน 13 แห่ง 2) โรงเรือนหรือแท่นหิน จำนวน 60 แห่ง 3) ลานแกะสลักหิน จำนวน 9 แห่ง

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กำหนดกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นและเลือกสุ่มตัวอย่างตามสัดส่วนแต่ละพื้นที่แบบเจาะจง โดยสุ่มเลือกกลุ่มตัวอย่าง 243 คน จากจำนวนช่างแกะสลักหินในอำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา ทั้งหมด 310 คน ซึ่งได้มาจากการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างดังสมการที่ 1

$$n = \frac{x^2 N p (1-p)}{e^2 (N-1) + x^2 p (1-p)} \quad (1)$$

เมื่อ n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ

N = ขนาดของประชากร = 310 คน

e = ระดับความคลาดเคลื่อนของการสุ่ม

ตัวอย่างที่ยอมรับได้ = 0.05

x = ค่าไคสแควร์ที่

df เท่ากับ 1

ระดับความเชื่อมั่น 95% = 3.841

p = สัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากร = 0.254

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ข้อมูลทั่วไป ข้อมูลการทำงาน ข้อมูลสุขภาพเบื้องต้น และข้อมูลพฤติกรรมสุขภาพ

เก็บรวบรวมโดยการสัมภาษณ์ตามข้อคำถามในแบบสัมภาษณ์ช่างแกะสลักหิน ด้วยแบบสัมภาษณ์ปัจจัยในการเฝ้าระวังป้องกันโรคซิลิโค

ซิสที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้ให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องก่อนนำไปเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (IOC) แต่ละข้อคำถามอยู่ระหว่าง 0.70-1.00

3.2 ข้อมูลความรู้ เจตคติ และการปฏิบัติในการเฝ้าระวังควบคุมป้องกันโรคซิลิโคซิส

เก็บรวบรวมโดยการสัมภาษณ์ตามข้อคำถามในแบบประเมินข้อมูลความรู้ เจตคติ และการปฏิบัติในการเฝ้าระวังควบคุมป้องกันโรคซิลิโคซิสที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาตามวิธีของครอนบาค (Cronbarch's alpha coefficient) เท่ากับ 0.880

3.3 ข้อมูลความเข้มข้นฝุ่นซิลิกาในสถานที่ทำงาน

เก็บตัวอย่างฝุ่นซิลิกาในสถานที่ทำงานตามมาตรฐาน NIOSH Method No. 7601 ด้วยปั๊มเก็บตัวอย่างอากาศส่วนบุคคล (UNIVERSAL PCXR8, SKC, Inc., USA) พร้อมไซโคลนและตัวกรอง (ไซโคลน 10 mm., ไนลอน+MCE ขนาดรูพรุน 0.8 μ m) โดยปั๊มเก็บตัวอย่างอากาศส่วนบุคคลได้รับการสอบเทียบและตั้งค่าอัตราการไหลที่ 1.7 ลิตร/นาที และวิเคราะห์ความเข้มข้นของฝุ่นซิลิกาด้วยวิธีการสเปกโตรโฟโตเมตรี (Spectrophotometry)[11]

3.4 ข้อมูลปริมาณการรับสัมผัสฝุ่นซิลิกา

ประเมินปริมาณการรับสัมผัสฝุ่นซิลิกาของกลุ่มตัวอย่างในสถานที่ทำงานเฉลี่ยรายวัน (ADD) ตามวิธีการของสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐ (United States Environmental Protection Agency : US-EPA) [12] ดังสมการที่ 2

$$ADD = \frac{(C_{air} \times InhR \times ET \times EF \times ED)}{(BW \times AT)} \quad (2)$$

เมื่อ ADD = ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นซิลิกาที่ได้รับในแต่ละวัน (mg/kg-day)

C_{air} = ความเข้มข้นฝุ่นซิลิกาในสถานที่ทำงาน (mg/m³)

$InhR$ = อัตราการหายใจ (m³/hour)

ET = ระยะเวลาการรับสัมผัส (hours/day)

EF = ความถี่การรับสัมผัส (วัน/ปี)

ED = จำนวนปีที่รับสัมผัส (ปี)

BW = น้ำหนักร่างกาย (kg)

AT = ระยะเวลาเฉลี่ยต่อปี (วัน)

3.5 ข้อมูลความเสี่ยงจากการรับสัมผัสฝุ่นซิลิกา

ประเมินค่าคะแนนความเสี่ยงทางสุขภาพจากการรับสัมผัสฝุ่นซิลิกาตามวิธีการ มอก. 2535-2555 [13]

4. วิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคะแนนความเสี่ยงจากการรับสัมผัสฝุ่นซิลิกา

วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป ข้อมูลการทำงาน ข้อมูลสุขภาพเบื้องต้น ข้อมูลพฤติกรรมสุขภาพ ข้อมูลความรู้ ทักษะ และ การปฏิบัติในการเฝ้าระวังป้องกันโรคซิลิโคซิสโดยการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเพื่อหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคะแนนความเสี่ยงจากการรับสัมผัสฝุ่นซิลิกา

5. การสร้างโครงข่ายประสาทเทียมในการทำนายคะแนนความเสี่ยงจากการรับสัมผัสฝุ่นซิลิกา

โครงข่ายประสาทเทียมเป็นการจำลองระบบการประมวลผลข้อมูลของสมองมนุษย์ซึ่งสามารถใช้ในการทำนายค่าตัวแปรได้ โดยมีวิธีการประมวลผลดังสมการที่ 3 และมีการส่งออกข้อมูลผ่านฟังก์ชันซิกมอยด์ (Sigmoid function) ดังสมการที่ 4

$$X = A_1W_1 + A_2W_2 + \dots + A_nW_n + W_0 \quad (3)$$

$$f(x) = \frac{1}{1 - e^x} \quad (4)$$

เมื่อ X = ค่าจากการประมวลผลในแต่ละโหนด (Node)

A_n = ค่าข้อมูลนำเข้า (Input)

W_n = ค่าน้ำหนักในแต่ละโหนด (Weights)

W_0 = ค่า Threshold

ทั้งนี้ต้องทำการสุ่มแบ่งข้อมูลปัจจัยนำเข้า (Input) ที่ใช้ในการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดข้อมูลเรียนรู้ (Train set) ร้อยละ 70 ของกลุ่มตัวอย่าง ชุดข้อมูลทดสอบ (Test set) ร้อยละ 30 ของกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำชุดข้อมูลเรียนรู้มาดำเนินการสร้างโครงข่ายประสาทเทียมในการทำนายด้วยโปรแกรม Waikato Environment for Knowledge Analysis หรือ WEKA version 3.9 ซึ่งกำหนดค่าโครงสร้างสถาปัตยกรรมของระบบให้มีชั้นซ่อน (Hidden layers) จำนวน 2 ชั้น (Layer) โดยปรับค่าโหนด (Node) แต่ละชั้น ตั้งแต่ 1 ไปจนถึง 10 ปรับค่าอัตราการเรียนรู้ (Learning rate) ตั้งแต่ 0.05 - 0.5 กำหนดค่าโมเมนตัม (Momentum) เท่า 0.05 และกำหนดเวลาในการเรียนรู้ (Learning time) เท่ากับ 100,000 รอบ เพื่อค้นหาโครงข่ายประสาทเทียมที่มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

6. การทดสอบความคลาดเคลื่อนในการทำนายคะแนนความเสี่ยงจากการรับสัมผัสฝุ่นซิลิกา

ทดสอบคะแนนความเสี่ยงจากการทำนายด้วยโครงข่ายประสาทเทียม (ค่าทำนาย) กับค่าคะแนนความเสี่ยงจริง (ค่าจริง) ด้วยชุดข้อมูลทดสอบและคำนวณหาค่าผลรวมของค่าเฉลี่ยของร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean absolute percentage error : MAPE) ดังสมการที่ 5

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| \times 100 \quad (5)$$

เมื่อ A_t = ค่าคะแนนความเสี่ยง (ค่าจริง)

F_t = ค่าคะแนนความเสี่ยง (ค่าทำนาย)

n = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคะแนน

ความเสี่ยง พบว่า มี 4 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยความ

เข้มข้นฝุ่นซิลิกาในสถานที่ทำงาน (mg/m^3)

จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวัน (ชั่วโมง) การมีโรค

ประจำตัว และการมีที่พักอาศัยแยกจากที่ทำงาน

ดังตารางที่ 1

ผลการวิจัย

1. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคะแนนความเสี่ยงจากการรับสัมผัสฝุ่นซิลิกา

ตารางที่ 1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคะแนนความเสี่ยง

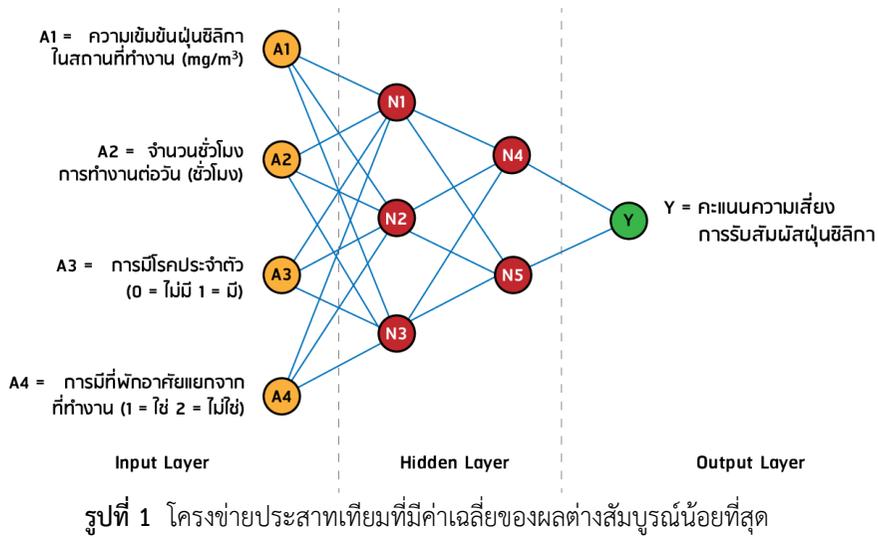
ปัจจัย	Unstandardized Co-		t	p-value*
	B	Std.Error		
ค่าคงที่	9.481	1.771	5.353	<0.001
ความเข้มข้นฝุ่นซิลิกาในสถานที่ทำงาน (mg/m^3): X_1	317.267	25.308	12.536	<0.001
จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวัน (ชั่วโมง): X_2	0.712	0.141	5.035	<0.001
การมีโรคประจำตัว: X_3	-2.863	8.220	-3.485	0.001
การมีที่พักอาศัยแยกจากที่ทำงาน: X_4	1.374	0.478	2.875	0.005
R=0.822 R ² =0.675 Std.Error=2.442 F=53.521 p-value=0.000				

จากการรับสัมผัสฝุ่นซิลิกา (n=243)

* p-value <0.05

2. โครงข่ายประสาทเทียมในการทำนายคะแนนความเสี่ยงจากการรับสัมผัสฝุ่นซิลิกา

ผลการนำชุดข้อมูลเรียนรู้ของ 4 ปัจจัยอิทธิพลต่อความเสี่ยงจากการรับสัมผัสฝุ่นซิลิกา มาสร้างโครงข่ายประสาทเทียมในการทำนายคะแนนความเสี่ยงจากการรับสัมผัสฝุ่นซิลิกา พบว่า โครงข่ายประสาทเทียมที่มีสถาปัตยกรรม 4-3-2-1 มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของผลต่างสัมบูรณ์ในการทำนายน้อยที่สุด ซึ่งประกอบไปด้วยตัวแปรนำเข้า 4 ตัว โหนดชั้นซ่อนชั้นที่ 1 และ 2 เท่ากับ 3 และ 2 ตามลำดับ โดยมีตัวแปรนำออก 1 ตัว โมเมนตัมเท่ากับ 0.05 อัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.5 และเวลาในการเรียนรู้เท่ากับ 100,000 รอบ แสดงดังรูปที่ 1



โครงข่ายประสาทเทียมมีการปรับค่าน้ำหนักในแต่ละโหนดเพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำที่สุด การทำนายคะแนนความเสี่ยงจากการรับสัมผัสฝุ่นซิลิกา พบว่า ชั้นนำเข้ามีทั้งหมด 4 โหนด โดยแต่ละโหนดมีค่าน้ำหนักดังตารางที่ 2 ในส่วนชั้นซ่อนชั้น 1 และ 2 มี 3 และ 2 โหนดตามลำดับ โดยมีค่าน้ำหนักแต่ละโหนดดังตารางที่ 3 และตารางที่ 4

ตารางที่ 2 ค่าน้ำหนักในชั้นนำเข้า (Input layer)

Input Node	ค่าน้ำหนัก (Weights)		
	Node 1	Node 2	Node 3
A1	-15.20	-36.45	2.61
A2	-0.10	-5.86	-44.66
A3	-0.01	0.03	0.16
A4	0.01	0.03	1.32
Threshold	-9.28	-5.96	6.50

ตารางที่ 3 ค่าน้ำหนักในชั้นซ่อน (Hidden layer) ชั้นที่ 1

Node	ค่าน้ำหนัก (Weights)	
	Node 4	Node 5
N1	-16.95	-5.04
N2	5.81	-3.14
N3	1.98	-2.09
Threshold	-6.53	2.96

ตารางที่ 4 ค่าน้ำหนักในชั้นซ่อน (Hidden layer) ชั้นที่ 2

Node	ค่าน้ำหนัก (Weights)	
	Y	
N4	1.68	
N5	2.12	
Threshold	-1.01	

3. ความคลาดเคลื่อนในการทำนายคะแนนความเสี่ยงจากการรับสัมผัสฝุ่นซิลิกา

ผลการนำชุดข้อมูลทดสอบจำนวน 73 ชุดข้อมูล มาทำการทดสอบคะแนนความเสี่ยง จากการทำนายด้วยโครงข่ายประสาทเทียมกับค่าคะแนนความเสี่ยงจริง พบว่า โครงข่ายประสาทเทียมมีผลรวมของค่าเฉลี่ยของร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) เท่ากับร้อยละ 4.58 ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การทดสอบความคลาดเคลื่อนในการทำนายคะแนนความเสี่ยงจากการรับสัมผัสฝุ่นซิลิกา

ลำดับ	ตัวแปร				คะแนนความเสี่ยง (ค่าทำนายจาก ANN: 4-3-2-1)	คะแนนความ เสี่ยง (ค่าจริง)	MAPE
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄			
1	0.02	8.00	1.00	2.00	11.44	20.00	0.18
2	0.03	8.00	1.00	2.00	21.08	25.00	0.06
3	0.03	5.00	0.00	2.00	21.21	20.00	0.02
4	0.02	8.00	0.00	2.00	11.42	20.00	0.18
5	0.03	8.00	1.00	2.00	21.21	25.00	0.06
.
.
72	0.05	7.00	0.00	1.00	21.43	20.00	0.03
73	0.05	6.00	1.00	1.00	21.25	20.00	0.03
รวม							4.58

สรุปและอภิปรายผล

ความเข้มข้นฝุ่นซิลิกาในสถานที่ทำงาน (mg/m³) จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวัน (ชั่วโมง) การมีโรคประจำตัว และการมีที่พกอาศัยแยกจากที่ทำงานสามารถนำมาสร้างโครงข่ายประสาทเทียมในการทำนายคะแนนความเสี่ยงจากการรับสัมผัสฝุ่นซิลิกา

ความเข้มข้นฝุ่นซิลิกาในสถานที่ทำงาน (mg/m³) มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเสี่ยงจากการรับสัมผัสฝุ่นซิลิกาสอดคล้องกับหลายผล

การศึกษา[2, 14-18] เช่น ผู้ปฏิบัติงานที่รับสัมผัสฝุ่นซิลิกามากกว่า 1.0 mg/m³ ต่อเนื่องไม่ต่ำกว่า 10 ปี จะมีความเสี่ยงในการเกิดโรคซิลิโคซิสมากกว่า 30 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับผู้ปฏิบัติงานที่รับสัมผัสฝุ่นซิลิกาน้อยกว่า 0.1 mg/m³ ในเวลาน้อยกว่า 5 ปี[19] และยังมีผลงานวิจัยที่พบว่าการรับสัมผัสฝุ่นซิลิกามากกว่า 3 mg/m³ ต่อปีมีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงของการเสียชีวิตเนื่องจากโรคซิลิโคซิส[20] อีกทั้งมีผลการศึกษาวิจัยที่รายงานว่าจำนวนชั่วโมงการทำงาน

ต่อวัน (ชั่วโมง) มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเสี่ยงจากการรับสัมผัสฝุ่นซิลิกา เช่น คนงานแกะสลักหินในประเทศจีนที่ทำงานมากกว่า 60 ชั่วโมงต่อสัปดาห์มีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นถึง 3 เท่าในการเกิดโรคซิลิโอดฝุ่นหินทราย เมื่อเทียบกับคนที่ทำงานน้อยกว่า 50 ชั่วโมงต่อสัปดาห์[21] ซึ่งทั้งปัจจัยความเข้มข้นฝุ่นซิลิกาในสถานที่ทำงานกับระยะเวลาในการทำงานมีความสอดคล้องตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานที่กำหนดให้มีขีดจำกัดความเข้มข้นการสัมผัสฝุ่นซิลิกาตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง เฉลี่ยต้องไม่เกิน 0.025 mg/m^3 [4] ทั้งนี้จากผลการศึกษาพบว่าการมีโรคประจำตัวมีอิทธิพลเชิงลบต่อความเสี่ยงจากการสัมผัสฝุ่นซิลิกา อันเนื่องมาจากผู้ที่มโรคประจำตัวจะมีพฤติกรรมสุขภาพในการป้องกันโรคที่มากกว่าคนปกติ ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลงานวิจัยที่พบว่าผู้ที่ป่วยเป็นวัณโรคจะมีความเสี่ยงที่จะป่วยด้วยโรคซิลิโคซิสต่ำกว่าผู้ที่ไม่ได้ป่วยเป็นวัณโรคกว่าร้อยละ 30[22] นอกจากนี้ การมีที่พักอาศัยแยกจากที่ทำงานมีอิทธิพลเชิงบวกต่อความเสี่ยงจากการสัมผัสฝุ่นซิลิกา มีความสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบว่าความเสี่ยงของการเกิดโรคซิลิโคซิสจะลดลงตามระยะห่างที่เพิ่มขึ้นระหว่างสถานที่ทำงานกับที่พักอาศัย โดยผู้ปฏิบัติงานที่ที่พักอาศัยอยู่ภายในรัศมี 1 กิโลเมตรจากสถานที่ทำงานจะมีความเสี่ยงเกิดโรคซิลิโคซิสมากกว่าร้อยละ 40 เมื่อเทียบกับผู้ที่อาศัยอยู่ห่างออกไปมากกว่า 5 กิโลเมตร[23]

แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมที่มีสถาปัตยกรรม 4-3-2-1 มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด โดยมีผลรวมของค่าเฉลี่ยของร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) เท่ากับร้อยละ 4.58 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาวิจัยการทำนายพฤติกรรมการป้องกันอันตรายจากฝุ่นละอองของพนักงานในโรงโม่หิน[9] โดยเมื่อ

เปรียบเทียบค่าตามเกณฑ์ของ Lewis (1982) พบว่าค่า MAPE น้อยกว่าร้อยละ 10 มีค่าความแม่นยำในการทำนายอยู่ในระดับดีมาก[24] ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการทำนายความเสี่ยงจากการสัมผัสฝุ่นซิลิกาแม่นยำ

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ (สสส.) เลขที่ 000705/64

จริยธรรมการวิจัย

การศึกษานี้ได้รับอนุมัติจริยธรรมในการดำเนินการศึกษาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยมนุษย์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เลขที่ 061/2566 เมื่อวันที่ 5 พฤศจิกายน พ.ศ. 2566

References

- [1] *The International Agency for Research on Cancer, Silica summary of data reported and evaluation.* [Online]. Available: https://publications.iarc.fr/_publications/media/download/2931/d7a4e802483b1374482768a36a7c78e1b33aa1c8.pdf
- [2] X. Liu, Q. Jiang, P. Wu, L. Han, and P. Zhou, "Global incidence, prevalence and disease burden of silicosis: 30 years overview and forecasted trends," *BMC Public Health*, 2023, vol. 23, no. 1, p. 1366.

- [3] International Labour Organization. "Global programme for the elimination of silicosis (GPES)". [Online]. Available: https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/area-sofwork/occupational-health/WCMS_108566/lang--en/index.htm
- [4] Department of Labour Protection and Welfare Thailand, "Announcement from the department of labor protection and welfare concerning the limits of concentration of hazardous chemicals." [Online]. Available: <http://cste.sut.ac.th/csteshe/wp-content/lews/Law28.pdf>
- [5] Ministry of Public Health Thailand. "Incidence rate of silicosis database." [Online]. Available: https://hdcservice.moph.go.th/hdc/reports/report.php?cat_id=f16421e617aed29602f9f09d951cce68&id=39b969f3d3eac09dd372c2258dc6c232
- [6] Ministry of Public Health Thailand. "Guidelines for surveillance, prevention, and control of stone dust lung disease (Silicosis)". [Online]. Available: <https://ddc.moph.go.th/uploads/publish/1114120210225043320.pdf>
- [7] J.W. Baek and K. Chung, "Context deep neural network model for predicting depression risk using multiple regression," *IEEE Access*, 2020, vol. 8, pp. 18171-18181.
- [8] H. Maleki, A. Sorooshian, G. Goudarzi, Z. Baboli, Y. Tahmasebi Birgani, and M. Rahmati, "Air pollution prediction by using an artificial neural network model," *CLEAN TECHNOL ENVIR*, 2019, vol. 21, pp. 1341-1352.
- [9] K. Samana, "Integrated the stepwise multiple regression analysis and back propagation artificial neural network for predicting the preventive behaviors toward dust exposure among stone-crushing mill workers," Thammasat University, 2018.
- [10] W. Jonburom and N. Angkawisittpan, "Development of a prediction model of wind signal using artificial neural networks," Mahasarakham University, 2022.
- [11] National Institute for Occupational Safety and Health. "NIOSH manual of analytical methods," no. 7601.
- [12] United States Environmental Protection Agency, Exposure assessment tools by routes - inhalation. [Online]. Available: <https://www.epa.gov/expobox/exposure-assessment-tools-routes-inhalation>
- [13] Ministry of Industry Thailand. *Thai industrial standard, no. 2535-2555*, [Online]. Available: <http://www.hasla.or.th/LinkClick.aspx?fileticket=4f%2Fk82%2BYlTE%3D&tabid=195&mid=528>
- [14] A. M. N. L, S. Safwat, "Prediction of silicosis in iron and steel workers using artificial intelligence," *J. Southwest Jiaotong Univ.*, 2023. vol. 58, no. 2.

- [15] N. Nasirzadeh, Z. Soltanpour, Y. Mohammadian, and F. Mohammadian, "Risk Assessment of Silicosis and Lung Cancer Mortality associated with Occupational Exposure to Crystalline Silica in Iran," *J Res Health Sci*, vol. 22, no. 2, 2022, p. e00550.
- [16] J. E. Myers and M. L. Thompson, "Statistical modelling to predict silicosis risk in deceased southern african gold miners without medical evaluation," *S. Afr. J. Sci.*, vol. 118, no. 7-8, 2022, pp. 1-6.
- [17] Eakkarin L., "Factors affecting of silicosis among stone grinding mill workers in chonburi province," *Dis Control J.*, vol. 48, no. 2, 2022, pp. 415-427.
- [18] H. Quan et al., "Risk Factors of Silicosis Progression: A Retrospective Cohort Study in China," *Front Med (Lausanne)*, vol. 9, 2022, p. 832052.
- [19] D. Hochman, A. Patel, and A. Ajao, "Silicosis among construction workers: a systematic review and meta-analysis," *Am. J. Ind. Med.*, vol. 61, no.12, 2018, pp. 1035-1049.
- [20] U. Hedlund, H. Jonsson, K. Eriksson, and B. Jarvholm, "Exposure-response of silicosis mortality in Swedish iron ore miners," (in eng), *Ann Occup Hyg*, vol. 52, no. 1, 2008, pp. 3-7.
- [21] W. Chen et al., "Long-term exposure to silica dust and risk of total and cause-specific mortality in Chinese workers: a cohort study," (in eng), *PLoS Med*, vol. 9, no. 4, 2012, p. e1001206,
- [22] A. Yarahmadi et al., "Correlation between Silica Exposure and Risk of Tuberculosis in Lorestan Province of Iran," (in eng), *Tanaffos*, vol. 12, no. 2, 2013, pp. 34-40.
- [23] J. LaDou, S. Lovelace, and D. L. MacIntosh, "Silicosis: an old disease with a new face," *Occup Environ Med*, vol. 70, no.4, 2013.
- [24] C. Lewis, "International and Business Forecasting Methods Butterworths: London," 1982.