

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสียชีวิตและการทำนายรูปแบบการเสียชีวิต จากอุบัติเหตุจราจรทางถนน ในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 8

Factor associated with Mortality and Its Prediction Model from Road Traffic Accidents in Health Region 8

กฤษณะ สุภาวะค์* ส.ม. (วิทยาการระบาด)	Kitsana Sugawong* M.P.H (Epidemiology)
นำพร อินสิน** ส.ด. (สุขศึกษาและการส่งเสริมสุขภาพ)	Numporn Insin** Dr.P.H. (Health Education and Health Promotion)
พิชิต ขวนงูเหลือม* วท.บ. (สาธารณสุขศาสตร์)	Pichit Chaunngoolearm* B.Sc. (Public Health)
พูลทรัพย์ โพนสิงห์* วท.ม. (สาธารณสุขศาสตร์)	Poolsap Phonsingh* M.Sc. (Public Health)
กัญชรธ วังมุก*** วท.ม. (วิทยาการระบาด)	Kuncharot Wangmook*** M.P.H. (Epidemiology)

* สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 8 จังหวัดอุดรธานี *Office of Disease Prevention and Control, Region 8 Udon Thani*

** มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร *Sakon Nakhon Rajabhat University*

*** สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 จังหวัดขอนแก่น *Office of Disease Prevention and Control, Region 7 Khon Kaen*

Received: Sep 20, 2023

Revised: Oct 31, 2023

Accepted: Nov 10, 2023

บทคัดย่อ

อุบัติเหตุการจราจรทางถนนเป็นสาเหตุสำคัญของการบาดเจ็บและเสียชีวิตในประชาชนทั่วโลก การวิจัยเชิงวิเคราะห์ในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรทางถนน และเพื่อทำนายการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรทางถนนในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 8 การวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ในกลุ่มผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรทางถนนในกลุ่มตัวอย่างที่ขึ้นทะเบียนในฐานข้อมูลระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตจากอุบัติเหตุ ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2563 ถึง 30 กันยายน 2565 จำนวน 72,015 คน วิเคราะห์โมเดลด้วยสมการถดถอยโลจิสติก และสร้างโมเดลด้วย Machine learning แบบมีผู้สอนโดยใช้ภาษาไพทอน ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยเสี่ยงต่อการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p -value <0.05) ได้แก่ เพศ อายุ ลักษณะการชนที่มีคู่กรณี อำเภอที่มีแหล่งท่องเที่ยวธรรมชาติ ประเภทถนน ช่วงเวลาที่เกิดอุบัติเหตุ การสวมหมวกนิรภัยและคาดเข็มขัดนิรภัย การดื่มแอลกอฮอล์ และประเภทยานพาหนะของผู้ขับขี่ สำหรับโมเดลเชิงทำนายการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนพบว่า หากเกิดอุบัติเหตุที่มีองค์ประกอบครบทุกปัจจัยที่กล่าวมา โมเดลจะมีความแม่นยำในการทำนายการเสียชีวิต มีความเที่ยงตรง มีความไว และมีความแม่นยำเฉลี่ย ร้อยละ 92.50, 89.00, 97.00 และ 93.00 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาแยกปัจจัยพบว่า ปัจจัยบุคคลมีค่าความแม่นยำสูงสุด ร้อยละ 65.40 และความแม่นยำเฉลี่ยสูงสุด ร้อยละ 67.00 ดังนั้นข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้วางแผนเพื่อลดความรุนแรงจากอุบัติเหตุจราจรทางถนนต่อไป

คำสำคัญ: ปัจจัยเสี่ยง, การเสียชีวิต, อุบัติเหตุจราจรทางถนน, การเรียนรู้ของเครื่อง, ต้นไม้ตัดสินใจ

ABSTRACT

The road traffic accident has been a major cause of injuries and mortality among global and Thai population. An analytic study aimed to identify risk factors of road traffic mortality and to create a predictive model of mortality from the accidents in areas under Health Region 8, Thailand. The research retrieved retrospective data of injury cases and deaths from road traffic accidents in a total of 72,015 cases who registered Injury and Death Accident Information Management System during 1 October 2021 – 30 September 2022. Data analyses carried out a method of multiple logistic regression statistics and to create a model to predict the mortality from road accidents by performing the Supervised Machine Learning (Decision tree) with the Python language. The results revealed the risk factors that related to the mortality including age, sex, second party, districts with tourist attractions, road types, time of accident, safety helmet wear and seat belt buckles, alcohol drinking, and vehicle types at a significant level of $p\text{-value}<0.05$. The predictive model of the mortality included all related factors from road traffic accidents revealed 92.5% of its accuracy. This model also enormously presented 89.0% of precision, 97.0% of recall, and 93.0% of F1-Score. Focusing each risk factor, personal factors had the highest accuracy and F1-Score somewhat likely at 65.4% and 67.0%, respectively. To improve safety measures for decreasing of injuries and fatalities, replication of these study's results is reliable to create enforcement against impacts from road accidents in the future.

Key words: Risk factors, Mortality, Road traffic injury, Machine learning, Decision tree

บทนำ

ปัญหาอุบัติเหตุจราจรทางถนนเป็นสาเหตุสำคัญของการเสียชีวิตของประชาชนทั่วโลก ข้อมูลสถานการณ์อัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนน พบว่าทวีปแอฟริกามีอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนท้องถนน 26.6 ต่อประชากรแสนคน รองลงมา คือ ทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 20.7 ต่อประชากรแสนคน ส่วนทวีปยุโรปมีอัตราการเสียชีวิตต่ำที่สุดคิดเป็น 9.3 ต่อประชากรแสนคน สำหรับประเทศไทยมีอัตราการเสียชีวิตบนท้องถนนสูงสุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ คิดเป็น 32.7 ต่อประชากรแสนคน รองลงมา คือ

เวียดนาม และมาเลเซีย (World Health Organization [WHO], 2018) ในปี 2565 ประเทศไทยพบผู้บาดเจ็บ 835,099 ราย เสียชีวิต 13,057 ราย สาเหตุจากการใช้รถจักรยานยนต์ ร้อยละ 41 รองลงมา ได้แก่ ไม่ทราบ ร้อยละ 31 และรถยนต์ ร้อยละ 29 มีผู้เสียชีวิตเกิดจากการใช้รถจักรยานยนต์ ร้อยละ 81 รองลงมา คือ รถยนต์ ร้อยละ 19 (ศูนย์ข้อมูลกลางด้านการบาดเจ็บ กรมควบคุมโรค, 2565)

ประเทศไทยได้กำหนดเป้าหมายในการดำเนินงานอุบัติเหตุทางถนนคือ ลดอัตราการตายจากอุบัติเหตุทาง

ถนนไม่เกิน 16.4 ต่อประชากรแสนคน ภายในปี 2565 ซึ่งแนวโน้มของปัญหาอุบัติเหตุทางถนนยังคงทรงตัวไม่ลดลง ประกอบกับจำนวนยานพาหนะและการสัญจรเพิ่มมากขึ้นตามการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ การบังคับใช้กฎหมายมีข้อจำกัดทั้งด้านกำลังคนและการใช้เทคโนโลยีการดำเนินการในระดับพื้นที่ระดับชุมชน/บุคคล ประชาชนและชุมชน (แสงโสม ศิริพานิช และคณะ, 2552) สำหรับสถานการณ์อุบัติเหตุบนท้องถนนในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 8 ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2565 – 30 กันยายน 2565 พบผู้บาดเจ็บ 34,482 ราย เสียชีวิต 880 ราย อัตราการเสียชีวิตคิดเป็น 15.87 ต่อประชากรแสนคน ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 80 พบในกลุ่มอายุ 20-29 ปี มากที่สุด ร้อยละ 20.0 สาเหตุของการเสียชีวิต ได้แก่ ไม่สวมหมวกนิรภัย ร้อยละ 83.2 ไม่คาดเข็มขัดนิรภัย 69.6 และพบในช่วงเวลา 16.00-20.00 น. ร้อยละ 29.4 บริเวณถนนทางหลวง ร้อยละ 64.6 ส่วนใหญ่เป็นยานพาหนะรถจักรยานยนต์ (สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 8 จังหวัดอุดรธานี, 2566)

ปัจจุบันเทคโนโลยี Machine Learning (ML) ถูกนำมาใช้วิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นสาขาหนึ่งของ AI ซึ่ง ML ที่ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย คือ การเรียนรู้โดยมีผู้สอน (Supervised learning) (SAS Institute Incorporation, 2560) ทั้งนี้ Python Machine Learning ถูกนำมาทำนายผลลัพธ์เพื่อใช้ในการตัดสินใจโดยอาศัยการเรียนรู้แบบแนวคิดจากมนุษย์ เช่น เว็บแอปพลิเคชัน การพัฒนาซอฟต์แวร์ วิทยาศาสตร์ข้อมูล และการเรียนรู้ด้วยเครื่อง โดยเฉพาะโมเดล Decision Tree ซึ่งเป็นโมเดลที่นิยมนำมาทำนายผลลัพธ์แบบจัดหมวดหมู่ ดังนั้นการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยเสี่ยงต่อการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรทางถนนในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 8 และเพื่อศึกษารูปแบบทำนายการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรทางถนน ในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 8

วิธีการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์ (Analytical Research) แบบย้อนหลัง (Retrospective Study) โดยใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตจากอุบัติเหตุ (PHER. Accident & Emergency Data) กระทรวงสาธารณสุข ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2563 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2565

ประชากร คือ ข้อมูลผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรทางถนนในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 8 เป็นข้อมูลทุติยภูมิ ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 256 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2565 จำนวน 72,015 ราย ซึ่งแพทย์วินิจฉัยสาเหตุเกิดจากอุบัติเหตุทางถนนในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 8 ทุกราย และบันทึกข้อมูลในระบบด้วยรหัส ICD-10 แล้วส่งเข้าในฐานข้อมูลระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตจากอุบัติเหตุ กระทรวงสาธารณสุข ที่มีข้อมูลครบถ้วนทุกตัวแปร

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ แบบฟอร์มการเก็บข้อมูล ประกอบไปด้วย 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ลักษณะทางประชากร ได้แก่ เพศ อายุ

ส่วนที่ 2 ลักษณะของการเกิดอุบัติเหตุ ได้แก่ การขับขี่/โดยสาร (ผู้โดยสาร, ผู้ขับขี่, คนเดินเท้า) คู่กรณี พื้นที่เกิดเหตุเขตเมือง อำเภอที่มีท้องที่ยุทธศาสตร์ ลักษณะคำตอบคือ ไม่มี และมี ลักษณะถนน ได้แก่ ถนนใน อบต./หมู่บ้าน, ถนนในเมือง (เทศบาล), ถนนกรมทางหลวงชนบท (ถนนกรมทางหลวง) ช่วงเวลาที่เกิดเหตุ (วัน เดือน ปี)

ส่วนที่ 3 พฤติกรรมเสี่ยงและการป้องกันตนเอง ได้แก่ การสวมหมวกนิรภัยหรือใส่เข็มขัดนิรภัย (ใช่, ไม่ใช่) การดื่มแอลกอฮอล์ ลักษณะคำตอบ คือ ใช่, ไม่ใช่

ส่วนที่ 4 ประเภทของยานพาหนะของผู้ขับขี่ ได้แก่ รถจักรยาน รถบรรทุก รถจักรยานยนต์และรถสามล้อ รถยนต์โดยสาร รถปิคอัพ/รถเก๋ง

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ที่ใช้ฐานข้อมูลจากฐานข้อมูลระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนน กองสาธารณสุขฉุกเฉิน กระทรวงสาธารณสุข โดยใช้แบบฟอร์มคัดลอกไฟล์ที่พัฒนาขึ้นเอง โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel จำนวน 72,015 ราย

2. เตรียมข้อมูล (Data preparation) โดยการตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูล และตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลที่หายไปหรือไม่ถูกต้อง แปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการใช้กับโมเดล Supervised Learning ซึ่งกำหนดให้ข้อมูลในแต่ละตัวแปรเป็นตัวเลขทั้งหมด โดยตัวแปรต้นประกอบด้วย เพศ อายุ คุุณภูมิ อำเภอกที่มีแหล่งท่องเที่ยวธรรมชาติประเภทถนน ช่วงเวลาที่เกิดอุบัติเหตุ การสวมหมวกนิรภัยและใส่เข็มขัดนิรภัย การดื่มแอลกอฮอล์ และประเภทของยานพาหนะ และตัวแปรตาม คือ สถานะการรักษา (ตาย/บาดเจ็บ)

3. แบ่งชุดข้อมูล (Data splitting) โดยแบ่งข้อมูลเป็นชุดฝึก (Training set) ร้อยละ 30 และชุดทดสอบ (Testing set) ร้อยละ 70 เพื่อใช้ในกระบวนการฝึกและทดสอบโมเดล

4. เลือกโมเดล (Model selection) Machine Learning ที่เหมาะสม โดยใช้โมเดล Decision Tree

5. ฝึกโมเดล (Model training) โดยใช้ชุดข้อมูลฝึกเพื่อฝึกโมเดลปรับปรุงพารามิเตอร์ของโมเดลเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด และปรับความสมดุลของข้อมูลระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม

6. ประเมินโมเดล (Model evaluation) โดยใช้ชุดข้อมูลทดสอบเพื่อประเมินประสิทธิภาพของโมเดล และใช้เมตริกการประเมิน ได้แก่ ความแม่นยำ (Accuracy), ความแม่นยำเฉลี่ย (F1-score) และความไว (Recall)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) การวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะประชากร กรณีตัวแปรแจกแจงนำเสนอการแจกแจงความถี่ ร้อยละ กรณีข้อมูลต่อเนื่องนำเสนอ จำนวน ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุด

2. สถิติเชิงอนุมาน (Inferential statistics) วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม โดยการวิเคราะห์ตัวแปรครั้งละสองตัวแปร (Bivariate analysis) ด้วยโมเดลสมการถดถอยโลจิสติก (Logistic regression) โดยไม่คำนึงผลกระทบจากตัวแปรอื่น นำเสนอค่า Crude Odds Ratio ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (95%CI) และค่า p -value ซึ่งกำหนดระดับนัยสำคัญน้อยกว่า 0.05 โดยใช้โปรแกรม STATA 15.0 (Serial number: 301506215585)

3. การวิเคราะห์ตัวแปรพหุ (Multivariable analysis) ด้วยวิธีการวิเคราะห์โมเดลสมการถดถอยโลจิสติก (Logistic regression) มีการควบคุมผลกระทบจากปัจจัยกวน (Confounding factors) โดยเทคนิคการวิเคราะห์แบบขจัดออกทีละตัวแปร (Backward elimination) นำเสนอค่า Adjusted Odds Ratio ช่วงความเชื่อมั่น (95%CI) และค่า p -value ซึ่งกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05

4. การทำนายรูปแบบการเสียชีวิตเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรทางถนนในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 8 ประเมินผลด้วย Machine Learning ภาษา Python โดยใช้โปรแกรม Jupiter Notebook (anaconda3) ซึ่งเป็นโปรแกรมฟรี ในการสร้างอัลกอริทึมที่สามารถทำนายผลลัพธ์หรือดำเนินการบางอย่างโดยอิงจากข้อมูลที่มีอยู่เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องหรือเหมาะสมมากที่สุดกับสถานการณ์ที่กำหนด (Boisberranger *et al.*, 2023)

การพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่ HE66 – 045 ลงวันที่ 31 พฤษภาคม 2566

ผลการศึกษา

ข้อมูลทั่วไปของประชากรเป็นเพศชาย ร้อยละ 62.51 อายุต่ำกว่า 20 ปีมากที่สุด ร้อยละ 33.36 รองลงมาคืออายุ 20-29 ปี ร้อยละ 20.21 และอายุ 40-49 ปี ร้อยละ 11.86 และมีผู้เสียชีวิต ร้อยละ 1.03 ลักษณะของการเกิดอุบัติเหตุส่วนใหญ่เป็นผู้ขับขี่ ร้อยละ 81.39 ลักษณะการชนไม่มีคู่กรณีมากที่สุด ร้อยละ 65.13 ลักษณะของพื้นที่เกิดเหตุไม่ใช่เขตเมือง

ร้อยละ 57.94 เกิดเหตุในอำเภอที่มีแหล่งท่องเที่ยวธรรมชาติ ร้อยละ 42.77 เกิดอุบัติเหตุในถนนกรมทางหลวงมากที่สุด ร้อยละ 68.13 และถนนใน อบต./หมู่บ้าน ร้อยละ 20.19 ช่วงเวลาที่เกิดอุบัติเหตุพบมากที่สุดในช่วง 16.00-19.59 น. ร้อยละ 30.51 รองลงมาได้แก่ ช่วงเวลา 12.00-15.59 น. ร้อยละ 19.13 และช่วง 08.00-11.59 น. ร้อยละ 18.30 พฤติกรรมเสี่ยงและการป้องกันตนเองของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกัน ร้อยละ 89.75 ตีมีแอลกอฮอล์ ร้อยละ 24.33 ประเภทของยานพาหนะของผู้ขับขี่เป็นจักรยานยนต์และสามล้อ ร้อยละ 87.72 รองลงมาได้แก่ รถปิคอัพ/รถเก๋ง ร้อยละ 7.34 และจักรยาน ร้อยละ 3.96 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะทางประชากร และปัจจัยต่างๆ ของผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรทางถนนในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 8 (n=72,015 ราย)

ตัวแปร	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	45,014	62.51
หญิง	27,001	37.49
กลุ่มอายุ (ปี)		
ต่ำกว่า 20	24,023	33.36
20 – 29	14,555	20.21
30 – 39	8,528	11.84
40 – 49	8,543	11.86
50 – 59	8,114	11.27
มากกว่าหรือเท่ากับ 60	8,252	11.46
Mean = 32.78 ปี, S.D. = 18.81 ปี, Min = 1 ปี, Max = 94 ปี		
ประเภทผู้บาดเจ็บ		
บาดเจ็บ	71,271	98.97
เสียชีวิต	744	1.03

ตารางที่ 1 ลักษณะทางประชากร และปัจจัยต่างๆ ของผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรทางถนน
ในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 8 (n=72,015 ราย) (ต่อ)

ตัวแปร	จำนวน	ร้อยละ
การขับขี่/โดยสาร		
ผู้โดยสาร	12,959	17.99
ผู้ขับขี่	58,611	81.39
คนเดินเท้า	445	0.62
คูกรณี		
ไม่มี	46,901	65.13
มี	25,114	34.87
อำเภอเขตเมือง		
มี	30,288	42.06
ไม่มี	41,727	57.94
อำเภอที่มีแหล่งท่องเที่ยวธรรมชาติ		
ไม่มี	41,214	57.23
มี	30,801	42.77
ประเภทถนน		
อบต./ในหมู่บ้าน	14,538	20.19
เมือง (เทศบาล)	2,378	3.30
กรมทางหลวงชนบท	6,032	8.38
กรมทางหลวง	49,067	68.13
ช่วงเวลาที่เกิดอุบัติเหตุ		
0.00 – 03.59 น.	5,993	8.32
04.00 – 07.59 น.	6,919	9.61
08.00 – 11.59 น.	13,176	18.30
12.00 – 15.59 น.	13,777	19.13
16.00 – 19.59 น.	21,971	30.51
20.00 – 23.59 น.	10,179	14.13
การสวมหมวกนิรภัยหรือการใส่เข็มขัดนิรภัย		
ใช่	7,384	10.25
ไม่ใช่	64,631	89.75

ตารางที่ 1 ลักษณะทางประชากร และปัจจัยต่างๆ ของผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรทางถนนในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 8 (n=72,015 ราย) (ต่อ)

ตัวแปร	จำนวน	ร้อยละ
การดื่มแอลกอฮอล์		
ไม่ใช้	54,497	75.67
ใช้	17,518	24.33
ประเภทของยานพาหนะ		
จักรยาน	2,849	3.96
รถบรรทุก (รถบรรทุก 4 ล้อขึ้นไป และรถไฟ)	336	0.47
จักรยานยนต์/สามล้อ	63,174	87.72
รถยนต์โดยสาร	372	0.52
รถปิคอัพ/รถเก๋ง	5,284	7.34

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรทางถนนและปัจจัยต่างๆ พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเสียชีวิต ($p\text{-value}<0.05$) ได้แก่ เพศ อายุ การขับขี่/โดยสาร คู่กรณี ประเภทถนน ช่วงเวลาที่เกิดอุบัติเหตุ การสวมหมวกนิรภัยและใส่เข็มขัดนิรภัย การดื่มแอลกอฮอล์ และประเภทของยานพาหนะ

เมื่อวิเคราะห์สมการถดถอยโลจิสติกเชิงพหุ (Multivariable analysis) พบว่าปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรทางถนนในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 8 ได้แก่ เพศชายมีโอกาสเสียชีวิตเป็น 1.67 เท่าของเพศหญิง (AOR=1.67, 95%CI=1.40-1.98) ผู้มีอายุ 60 ปีขึ้นไปมีโอกาสเสียชีวิตสูงสุด 3.39 เท่าของผู้ที่อายุต่ำกว่า 20 ปี (AOR=3.39, 95%CI=2.66-4.33) การชนแบบมีคู่กรณีมีโอกาสเสียชีวิตเป็น 2.79 เท่าของการชนที่ไม่มีคู่กรณี (AOR=2.79, 95%CI=2.40-3.26) การเกิดอุบัติเหตุในอำเภอที่มีแหล่งท่องเที่ยวธรรมชาติมีโอกาสเสียชีวิตเป็น 1.17 เท่าของอำเภอที่

ไม่มีแหล่งท่องเที่ยวธรรมชาติ (AOR=1.17, 95%CI=1.01-1.37) การเกิดอุบัติเหตุบนถนนกรมทางหลวงชนบทมีโอกาสเสียชีวิตเป็น 3.48 เท่าของถนนใน อบต./หมู่บ้าน (AOR=3.48, 95%CI=2.64-4.58) การเกิดอุบัติเหตุในช่วง 04.00–07.59 น. มีโอกาสเสียชีวิตเป็น 1.67 เท่าของช่วง 08.00–11.59 น. (AOR=1.67, 95%CI=1.26-2.21) การเกิดอุบัติเหตุโดยไม่สวมหมวกนิรภัยหรือไม่คาดเข็มขัดนิรภัยมีโอกาสเสียชีวิตเป็น 2.79 เท่าของผู้ที่สวมหมวกนิรภัยหรือคาดเข็มขัดนิรภัย (AOR=2.79, 95%CI=1.99-3.90) การดื่มแอลกอฮอล์มีโอกาสเสียชีวิตเป็น 1.31 เท่าของผู้ที่ไม่ดื่ม (AOR=1.31, 95%CI=1.10-1.57) อุบัติเหตุที่เกิดจากรถบรรทุกมีโอกาสเสียชีวิตเป็น 3.12 เท่าของรถจักรยาน (AOR=3.12, 95%CI=1.44-6.76) และอุบัติเหตุจากรถปิคอัพหรือรถเก๋งมีโอกาสเสียชีวิตเป็น 2.10 เท่าของรถจักรยาน (AOR=2.10, 95%CI=1.36-3.23) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรทางถนนในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 8

ตัวแปร	ผู้บาดเจ็บ (ร้อยละ)	ผู้เสียชีวิต (ร้อยละ)	Crude OR (95%CI)	AOR (95%CI)
เพศ				
หญิง	26,810 (37.62)	191 (25.67)	1	1
ชาย	44,461 (62.38)	553 (74.33)	1.75 (1.48-2.06)	1.67 (1.40-1.98)
กลุ่มอายุ (ปี)				
ต่ำกว่า 20	23,902 (33.54)	121 (16.26)	1	1
20 – 29	14,414 (20.22)	141 (18.95)	1.93 (1.51-2.47)	1.72 (1.34-2.21)
30 – 39	8,445 (11.85)	83 (11.16)	1.94 (1.47-2.57)	1.72 (1.29-2.29)
40 – 49	8,433 (11.83)	110 (14.78)	2.58 (1.99-3.34)	2.38 (1.83-3.11)
50 – 59	7,977 (11.19)	137 (18.41)	3.39 (2.65-4.34)	3.22 (2.50-4.14)
มากกว่าหรือเท่ากับ 60	8,100 (11.37)	152 (20.43)	3.71 (2.91-4.71)	3.39 (2.66-4.33)
คูกรณี				
ไม่มี	46,585 (65.36)	316 (42.47)	1	1
มี	24,686 (34.64)	428 (57.53)	2.55 (2.21-2.96)	2.79 (2.40-3.26)
อำเภอที่มีแหล่งท่องเที่ยวธรรมชาติ				
ไม่มี	40,816 (57.27)	398 (53.49)	1	1
มี	30,455 (42.73)	346 (46.51)	1.16 (1.01-1.35)	1.17 (1.01-1.37)
ประเภทถนน				
อบต./ในหมู่บ้าน	14,454 (20.28)	84 (11.29)	1	1
เขตเทศบาล	2,367 (3.32)	11 (1.48)	0.80 (0.42-1.50)	0.71 (0.38-1.35)
กรมทางหลวงชนบท	5,890 (8.26)	142 (19.09)	4.15 (3.16-5.44)	3.48 (2.64-4.58)
กรมทางหลวง	48,560 (68.13)	507 (68.15)	1.80 (1.42-2.26)	1.43 (1.13-1.81)
ช่วงเวลาที่เกิดอุบัติเหตุ				
08.00–11.59 น.	13,044 (18.30)	132 (17.74)	1	1
00.00–03.59 น.	5,927 (8.32)	66 (8.87)	1.10 (0.82-1.48)	1.23 (0.91-1.67)
04.00–07.59 น.	6,826 (9.58)	93 (12.50)	1.34 (1.03-1.76)	1.67 (1.26-2.21)
12.00–15.59 น.	13,647 (19.15)	130 (17.47)	0.94 (0.74-1.20)	0.97 (0.76-1.24)
16.00–19.59 น.	21,764 (30.54)	207 (27.82)	0.94 (0.75-1.17)	1.02 (0.82-1.28)
20.00–23.59 น.	10,063 (14.12)	116 (15.59)	1.14 (0.89-1.46)	1.29 (0.99-1.69)
การสวมหมวกนิรภัยหรือคาดเข็มขัดนิรภัย				
ใช้	7,346 (10.31)	38 (5.11)	1	1
ไม่ใช้	63,925 (89.69)	706 (94.89)	2.13 (1.54-2.96)	2.79 (1.99-3.90)

ตารางที่ 2 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรทางถนนในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 8 (ต่อ)

ตัวแปร	ผู้บาดเจ็บ (ร้อยละ)	ผู้เสียชีวิต (ร้อยละ)	Crude OR (95%CI)	AOR (95%CI)
การดื่มแอลกอฮอล์				
ไม่ใช้	53,992 (75.76)	505 (67.88)	1	1
ใช้	17,279 (24.24)	239 (32.12)	1.48 (1.27-1.73)	1.31 (1.10-1.57)
ประเภทยานพาหนะของผู้ขับขี่				
จักรยาน	2,822 (3.96)	27 (3.63)	1	1
รถบรรทุก**	327 (0.46)	9 (1.21)	2.88 (1.34-6.17)	3.12 (1.44-6.76)
จักรยานยนต์/สามล้อ	62,581 (87.81)	593 (79.70)	0.99 (0.67-1.46)	1.09 (0.73-1.61)
รถยนต์โดยสาร	366 (0.51)	6 (0.81)	1.71 (0.70-4.18)	1.89 (0.77-4.66)
รถปิคอัพ/รถเก๋ง	5,175 (7.26)	109 (14.65)	2.20 (1.44-3.36)	2.10 (1.36-3.23)

ผลของโมเดลเชิงทำนายการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 8 โดยการใช้ Python Machine Learning ด้วยโมเดล Decision Tree พบว่า หากการเกิดอุบัติเหตุที่มีองค์ประกอบครบทุกปัจจัย (Overall) ได้แก่ ปัจจัยด้านบุคคล ลักษณะของการเกิดอุบัติเหตุ พฤติกรรมเสี่ยงและการป้องกันตนเอง และประเภทยานพาหนะ จะมีความแม่นยำ ร้อยละ 92.50 มีความเที่ยง ร้อยละ 89.00 มีความไว ร้อยละ 97.00 และมีความแม่นยำเฉลี่ย ร้อยละ 93.00 เมื่อพิจารณาแยกรายปัจจัยพบว่าปัจจัยบุคคลมีค่าความแม่นยำและความแม่นยำเฉลี่ยสูงสุด คือ ปัจจัยบุคคล ร้อยละ 65.40 และร้อยละ 67.00 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบผลของโมเดลเชิงทำนายการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 8 ตามองค์ประกอบปัจจัย

ตัวแปร	ความแม่นยำ ร้อยละ	ความเที่ยง ร้อยละ	ความไว ร้อยละ	ความแม่นยำเฉลี่ย ร้อยละ
1. ปัจจัยด้านบุคคล (เพศ อายุ)	65.40	64.00	70.00	67.00
2. ลักษณะของการเกิดอุบัติเหตุ (คู่กรณี ลักษณะอำเภอท้องที่ ประเภทยานพาหนะ ช่วงเวลาที่เกิดเหตุ)	64.80	64.00	68.00	66.00
3. พฤติกรรมเสี่ยงและการป้องกัน ตนเอง (การสวมหมวกนิรภัย/ใช้ เข็มขัดนิรภัย การดื่มแอลกอฮอล์)	53.90	57.00	32.00	41.00
4. ประเภทยานพาหนะ	54.20	67.00	16.00	26.00
5. ทุกปัจจัย (Overall)	92.50	89.00	97.00	93.00

อภิปรายผล

จากผลการศึกษาพบว่า เพศชายมีโอกาเสียชีวิตมากกว่าเพศหญิง เนื่องจากผู้ชายอาจใช้เวลาในการขับขี่ยานพาหนะมากกว่าเพศหญิง โดยผู้ชายมักจะเป็นเจ้าของรถยนต์มากกว่าผู้หญิง และผู้ชายยังมีแนวโน้มที่จะถูกจ้างให้เป็นคนขับและช่างเครื่องในรถยนต์ และรถบรรทุก (จริยา ละมัยเกศ และคณะ, 2561) รวมถึงการขับขี่ยานพาหนะในระยะไกลซึ่งจะส่งผลให้มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บจากการจราจรของผู้ขับขี่ยานพาหนะชายมากขึ้น (WHO, 2002)

ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมพบว่า พื้นที่อำเภอที่มีแหล่งท่องเที่ยวธรรมชาติ บริเวณถนนกรมทางหลวงชนบท ถนนกรมทางหลวง และในช่วงเวลา 04.00–07.59 น. เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งลักษณะของสถานที่ที่มีการเดินทางท่องเที่ยว ทั้งถนนสายหลักและสายรองอาจมีทัศนวิสัยในการมองเห็นที่จำกัดเอื้อต่อการเกิดอุบัติเหตุได้ เนื่องจากทัศนวิสัยขณะขับขี่มีความสัมพันธ์กับระดับความรุนแรงของการบาดเจ็บอย่าง (พรณิสฺรินทชัย, 2553)

การดื่มแอลกอฮอล์เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรทางถนน ซึ่งอาจเกิดจากเมื่อมีปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดตั้งแต่ 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ แล้วขับขี่จะโอกาสเกิดอุบัติเหตุเพิ่มเป็น 2 เท่า ซึ่งจะส่งผลทางระบบประสาทและมีการเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ หากมีปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือด 100 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ จะเพิ่มความเสี่ยงถึง 6 เท่า สูญเสียการทรงตัว มึนงง เดินไม่ตรง และหากมีปริมาณแอลกอฮอล์สูง 150 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ขึ้นไปโอกาสเกิดอุบัติเหตุเสี่ยงสูงถึง 40 เท่า โดยจะมีอาการคลื่นไส้อาเจียน รู้สึกตัวชา ระบบในร่างกายทำงานแย่ลง ไม่สามารถควบคุมรถได้ (ภัทรธ คำพิทักษ์, 2566)

ซึ่งอาจส่งผลให้ผู้ขับขี่เพิ่มความเร็ว และไม่มีการป้องกันตนเองทำให้เสียชีวิตได้มากขึ้น

สำหรับการไม่สวมหมวกนิรภัยหรือไม่คาดเข็มขัดนิรภัยมีความสัมพันธ์กับการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนน (Ui Baset *et al.*, 2017) อาจเนื่องจากการขับขี่รถจักรยานยนต์ที่สวมหมวกนิรภัยจะทำให้เกิดการบาดเจ็บที่ศีรษะซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการเสียชีวิตและพิการ โดยหากสวมหมวกนิรภัยจะช่วยลดโอกาสเสียชีวิตจากการบาดเจ็บที่ศีรษะสำหรับผู้ขับขี่ได้ร้อยละ 43 และผู้นั่งซ้อนท้าย ร้อยละ 58 (ศูนย์วิชาการเพื่อความปลอดภัยทางถนน, 2561) ส่วนการไม่คาดเข็มขัดนิรภัยมีความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตจากจากอุบัติเหตุทางถนน อาจเกิดจากแรงกระแทกจากการชนที่เกิดจากรถที่วิ่งเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะเท่ากับรถที่ตกจากที่สูง 14 เมตร หรือความสูงประมาณตึก 5 ชั้น คนที่อยู่ในรถ ถ้าไม่คาดเข็มขัดนิรภัยจะเดินทางด้วยความเร็วเท่ากับรถ เมื่อรถชนและหยุดกะทันหัน ศีรษะ ใบหน้า และลำตัวของคนในรถจะถูกเหวี่ยงไปกระแทกกับพวงมาลัย กระจกหน้ารถ หรือหลุดกระเด็นออกนอกตัวรถได้ ทั้งนี้อวัยวะในร่างกาย เช่น ตับ ไต ลำไส้สมอง หรือไขสันหลังจะเคลื่อนไหวเท่ากับความเร็วของรถ เมื่อรถชนหรือหยุด อวัยวะภายในจะกระแทกกันเอง ทำให้ตับ ไต ลำไส้ หรือสมองฉีกขาดได้ (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2561)

ปัจจัยด้านยานพาหนะ พบว่ารถยนต์ส่วนบุคคล รถบรรทุก และมีคูกรณี เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเสียชีวิตของผู้บาดเจ็บจากอุบัติเหตุทางถนน อาจเนื่องมาจากยานพาหนะดังกล่าวมีน้ำหนักมาก และอาจขับมาด้วยความเร็วสูงจึงทำให้เกิดความรุนแรงสูงเมื่อเกิดการชนกันได้ (จิรวิทย์ เศรษฐศิริวานนท์ และ รุจิรา ดวงสงค์, 2560; ฐิติพร วิชัยวงษ์ และคณะ, 2561)

การเลือกรูปแบบการเรียนรู้ของเครื่องด้วยอัลกอริทึมแบบมีผู้สอน (Supervise learning) ใช้โมเดลต้นไม้ตัดสินใจนั้น เนื่องจากสามารถตีความได้สำหรับสมการถดถอยและการจำแนกประเภท โดยพบว่าปัจจัยด้านบุคคลมีผลการทำนายการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนที่ความแม่นยำสูงสุด และความแม่นยำเฉลี่ยสูงสุดรองลงมาคือ ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ช่วงเวลาเกิดเหตุการณ์ไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเอง และการดื่มแอลกอฮอล์ (Wachiranun *et al.*, 2021) อย่างไรก็ตามการศึกษานี้มีข้อจำกัดด้านความแตกต่างของข้อมูลตัวแปรต้นและตัวแปรตาม (Oversampling) ซึ่งใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างเกินขนาดแบบสังเคราะห์ (SMOTE) ในการปรับปรุงความไม่สมดุลของข้อมูลในงานการแบ่งประเภท (เสกสรร ดุษฎีโรจน์, 2566) ข้อดีคือช่วยในการทำให้โมเดลมีความสมดุลของตัวแปร อย่างไรก็ตามการใช้ SMOTE มีข้อเสียคืออาจทำให้เกิดการเพิ่มข้อมูลปลอม (Synthetic data) มีผลทำให้การทดสอบและประเมินความสามารถของโมเดลทำได้ยากขึ้น ทั้งนี้หากสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจำแนกรายจังหวัด จะสามารถทำนายโอกาสในการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนได้ตามบริบทของพื้นที่ได้ รวมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลแบบจัดกลุ่ม (Classification) โดยใช้โมเดลอื่นๆ เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำในการทำนายรูปแบบการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนน จะสามารถนำไปพัฒนาการเรียนรู้ของเครื่องได้มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- จริยา ละมัยเกศ, ขวนพิศ ศิริไพบูลย์ และวัชรินทร์ โกมลาลัย. (2561). ปัจจัยเสี่ยงต่อการเสียชีวิตของผู้ป่วยอุบัติเหตุจราจรทางบก ที่มารับบริการแผนกอุบัติเหตุฉุกเฉินในโรงพยาบาลของรัฐ จังหวัดสุพรรณบุรี. วารสารวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี สุพรรณบุรี. 1(2), 66-78. [สืบค้นเมื่อ 24 มกราคม 2566]; แหล่งข้อมูล: <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/SNC/article/view/243051/165287>
- จิรวิทย์ เศรษฐศิริวานนท์ และรุจิรา ดวงสงค์. (2560). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการบาดเจ็บรุนแรงจากอุบัติเหตุจากรถจักรยานยนต์ในกลุ่มวัยรุ่นที่ได้รับการรักษา ณ แผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลศูนย์ขอนแก่น. วารสารโรงพยาบาลสกลนคร, 20, 85-97.

ข้อเสนอแนะ

1. ศูนย์ความปลอดภัยทางถนนระดับจังหวัดและระดับอำเภอ ในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 8 ควรกำหนดมาตรการเข้มข้นเพื่อลดปัจจัยเสี่ยง โดยเฉพาะด้านบุคคลที่มีผลต่อการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรทางถนน เช่น การขับที่ปลอดภัย งดการดื่มสุราก่อนหรือระหว่างขับรถ ส่งเสริมการใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเอง เพื่อลดความรุนแรงของการบาดเจ็บและเสียชีวิต
2. ควรวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโมเดลทำนายอื่นๆ เช่น Random forest, K-Nearest Neighbor และ Regularized Logistic Regression (Logit) เพื่อเปรียบเทียบผลของการทำนายที่มีความแม่นยำและความถูกต้องต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองสาธารณสุขฉุกเฉิน กระทรวงสาธารณสุข ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้ฐานข้อมูลจากระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนน ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 8 จังหวัดอุดรธานี และรองผู้อำนวยการสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 8 จังหวัดอุดรธานี ที่ให้การสนับสนุนและให้ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในครั้งนี้

- ฐิติพร วิชัยวงศ์ และรุจิรา ดวงสงค์. (2561). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับระดับความรุนแรงของการบาดเจ็บในผู้บาดเจ็บจากอุบัติเหตุจราจรที่มีรักษาที่แผนกอุบัติเหตุฉุกเฉินโรงพยาบาลวชิรพยาบาล จังหวัดมหาสารคาม. วารสารโรงพยาบาลสกลนคร, 21(3), 12-21. [สืบค้นเมื่อ 24 มกราคม 2566]; แหล่งข้อมูล: <https://thaidj.org/index.php/jsnh/article/view/6228>
- พรณี สุรินทร์ชัย. (2553). การเกิดอุบัติเหตุจราจรและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับระดับความรุนแรงของการบาดเจ็บในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพะเยา [ออนไลน์]. [สืบค้นเมื่อ 2 เมษายน 2566]; แหล่งข้อมูล: <http://web.bcnpy.ac.th/journal/images/file/pdf/year15no1/1.pdf>
- ภัทร คำพิทักษ์. (2566). ต้มเหล้าแก้วเดียวแล้วขับขี่ เสี่ยงอุบัติเหตุ 2-6 เท่า เกินครึ่งตายกลับบ้าน [ออนไลน์]. [สืบค้นเมื่อ 24 กันยายน 2566]; แหล่งข้อมูล: <https://www.hfocus.org/content/2023/04/27420>
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. (2561). อันตราย...จากการ “ไม่คาดเข็มขัดนิรภัย” [ออนไลน์]. [สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2566]; แหล่งข้อมูล: <https://www.thaihealth.or.th/อันตราย-จากการ-ไม่คาดเข็ม-2/>
- สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 8 จังหวัดอุดรธานี. (2566). สรุปสถานการณ์การบาดเจ็บและเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 8. (เอกสารอัดสำเนา).
- เสกสรร ดุษฎีโรจน์. (2566). บทที่ 13-SMOTE with AzureML [ออนไลน์]. [สืบค้นเมื่อ 19 กันยายน 2566]; แหล่งข้อมูล: <https://www.fusionsol.com/blog/smote-with-azureml/>
- แสงโสม ศิริพานิช, กาญจน์ย์ ดำนาคแก้ว และอวยพร คำวงศ์ศา. (2552). วิทยาการระบาดการบาดเจ็บและเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรทางถนนประเทศไทย. วารสารวิจัยระบบสาธารณสุข, 3(4), 598-605. [สืบค้นเมื่อ 24 มกราคม 2566]; แหล่งข้อมูล: <https://kb.hsri.or.th/dspace/bitstream/handle/11228/2922/hsri-journal-v3n4-p598-605.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- ศูนย์ข้อมูลกลางด้านการบาดเจ็บ กรมควบคุมโรค. (2565). สถานการณ์การเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนของประเทศไทย [ออนไลน์]. [สืบค้นเมื่อ 24 มกราคม 2566]; แหล่งข้อมูล: https://dip.ddc.moph.go.th/new/%E0%B8%9A%E0%B8%A3%E0%B8%B4%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3/3base_status_new
- ศูนย์วิชาการเพื่อความปลอดภัยทางถนน. (2561). หมวกนิรภัย คู่มือความปลอดภัยบนท้องถนน สำหรับผู้กำหนดนโยบายและผู้ปฏิบัติ [ออนไลน์]. [สืบค้นเมื่อ 24 กันยายน 2566]; แหล่งข้อมูล: http://www.roadafetythai.org/edoc/doc_20181120164756.pdf
- SAS Institute Incorporation. (2560). Machine Learning [online]. [cited 2023 January 24]; Available from: https://www.sas.com/th_th/insights/analytics/machine-learning.html
- Boisberranger, J. D., Van den Bossche, J., Estève, L., *et al.* (2023). Decision Trees [online]. [cited 2023 May 20]; Available from: <https://scikit-learn.org/stable/modules/tree.html#classification>

- UI Baset, M. K., Rahman, A., Alonge, O., Agrawal, P., Wadhwaniya, S., & Rahman, F. (2017). Pattern of road traffic injuries in rural Bangladesh: burden estimates and risk factors. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(11), 1354. [cited 2023 January 24]; Available from: <https://www.mdpi.com/1660-4601/14/11/1354>
- World Health Organization. (2002). Gender and Road Traffic Injury [online]. [cited 2023 May 20]; Available from: https://www.mengage.org.au/images/Road_Traffic_a85576.pdf
- World Health Organization. (2018). Global status report on road safety 2018 [online]. [cited 2023 May 20]; Available from: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/277370/WHO-NMH-NVI-18.20-eng.pdf?ua=1>