



รายงานผลการวิจัย

การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ทางคณิตศาสตร์สำหรับสร้างแผนที่โรค
หลายชนิด ประยุกต์ใช้กับโรคความดันโลหิตสูง
และโรคหัวใจขาดเลือด

**Mathematical Spatial Analysis for Multiple Disease Mapping
Application to Hypertension and Ischemic Heart Disease**

ผศ. สุนีย์ สัมมาทัต

ผศ. นิตยา บุญลิตธิ์

นายกฤษฎา เหล็กดี

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณปี พ.ศ. 2557

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ทางคณิตศาสตร์สำหรับสร้างแผนที่โรคหลายชนิด
ประยุกต์ใช้กับโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด สำเร็จลุล่วงด้วยดี ด้วยการสนับสนุนและ
ความช่วยเหลือจากหลายท่าน คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ. สุภัทรา โกไศยกานนท์ รักษาราชการ
แทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ผศ.ดร. อมรา อมรแก้ว คณบดีคณะ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และผศ.จุฑามาศ พิรพัชระ ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา ที่ให้การ
สนับสนุนการทำงานวิจัยของอาจารย์ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร มาตั้งแต่เริ่มต้น
และ ขอขอบคุณ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวง
เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ที่เผยแพร่ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

ทำยนี้คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่ให้ทุนสนับสนุน
จนกระทั่งงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี

คณะผู้วิจัย



ชื่อเรื่อง : การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ทางคณิตศาสตร์สำหรับสร้างแผนที่โรคหลายชนิด ประยุกต์ใช้กับโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด

ผู้วิจัย : ผศ. สุนีย์ สัมมาทัต ผศ. นิตยา บุญสิทธิ์ นายกฤษฎา เหล็กดี

พ.ศ. : 2557

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อประมาณอัตราป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือดในแต่ละจังหวัดของประเทศไทย หาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราป่วยเกิดโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด และเพื่อสร้างแผนที่โรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือดในประเทศไทย โดยใช้ตัวแบบศึกษาตัวแบบผสมเชิงเส้นวางนัยทั่วไป (Generalized Linear Mixed Model หรือ GLMM) ที่ตัวแปรตามมีการแจกแจงแบบปัวซอง (Poisson) และมีอิทธิพลเชิงสุ่ม แบบ Multivariate Conditional Autoregressive Model (MCAR) รวมอยู่ด้วย ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลทุติยภูมิระดับจังหวัด ประกอบด้วย จำนวนผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด รายได้เฉลี่ยต่อหัว สัดส่วนนักเรียนนักศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเสี่ยงของการป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด คือ รายได้เฉลี่ยต่อหัว (Relative Risk (RR) = 1.0002) สัดส่วนนักเรียนนักศึกษา (RR = 1.0186) แผนที่โรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด ทำให้เห็นได้ง่ายว่าพื้นที่ในมีอัตราป่วยสูง จึงใช้เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการวางแผนป้องกันการเกิดโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด

คำสำคัญ: ตัวแบบผสมเชิงเส้นวางนัยทั่วไป (GLMM), แผนที่โรค, โรคความดันโลหิตสูง, โรคหัวใจขาดเลือด, การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ทางคณิตศาสตร์

Title : Mathematical Spatial Analysis for Multiple Disease Mapping
Application to Hypertension and Ischemic Heart Disease

Researcher: Assist. Prof. Sunee Sammatat, Assist.Prof. Nittaya Boonsith,
Mr. Krisada Lekdee

Year : 2014

Abstract

The objectives of this research are to estimate the morbidity rates of Hypertension and Ischemic heart disease in each province of Thailand, to investigate factors influencing on the morbidity rates, and to construct the disease maps of those two diseases. The generalized linear mixed model (GLMM) in which the responses have a Poisson distribution and the spatial effects are a multivariate conditional autoregressive model (MCAR) are adopted. The provincial secondary data sets consisting of a number of Hypertension and Ischemic heart disease patients, an average income per head and a student proportion were collected. The results show the average income per head (Relative Risk (RR) = 1.0002) and student proportion (RR = 1.0186) influence the morbidity rates of Hypertension and Ischemic heart disease. Hypertension and Ischemic maps are easy for readers to see which areas are at high risk. They are a useful tool for planning and controlling the Hypertension and Ischemic heart disease.

Keywords: Generalized Linear Mixed Model (GLMM), Disease Mapping, Hypertension, Ischemic Heart Disease, Mathematical Spatial Analysis

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 สมมติฐานของงานวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 นิยามคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	21
3.1 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล	21
3.2 ขอบเขตการวิจัย	21
3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	22
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	25
4.1 ลักษณะของข้อมูล	25
4.2 ปัจจัยเสี่ยงของการป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด	27
4.3 อัตราป่วยโรคเกิดโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด	27
4.4 ค่าเฉลี่ยจำนวนผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด	35
4.5 อธิพจน์เชิงพื้นที่	43
4.6 แผนที่โรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด	51
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	54

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
5.1 สรุปผลการวิจัย	54
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	55
5.3 ข้อเสนอแนะ	56
บรรณานุกรม	58
ภาคผนวก	61
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	61
ประวัติผู้วิจัย	67



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ข้อมูลเชิงพื้นที่ คือข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาจากพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ เช่นจากจังหวัด อำเภอ หรือตำบลต่างๆ ข้อมูลลักษณะนี้ย่อมมีความสัมพันธ์กันเชิงพื้นที่ ซึ่งเป็นไปตามกฎทางภูมิศาสตร์ ที่กล่าวว่า ข้อมูลที่จัดเก็บมาจากพื้นที่ที่อยู่ใกล้กันย่อมมีความสัมพันธ์กันมากกว่าข้อมูลที่จัดเก็บมาจากพื้นที่ที่อยู่ไกลกัน (Tobler, 1970) ดังนั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่จึงต้องนำความสัมพันธ์เชิงพื้นที่มาพิจารณาด้วย ข้อมูลเชิงพื้นที่ปรากฏอยู่ในการศึกษาหลายสาขา เช่น ภูมิศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ ธรณีวิทยา สิ่งแวดล้อม และ ด้านสาธารณสุข ในด้านสาธารณสุขนั้น กระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย จัดทำรายงานข้อมูลจำนวนผู้ป่วยโรคต่างๆ ในแต่ละจังหวัด เป็นประจำทุกปี โดยนำเสนอในรูปแบบของสถิติพรรณนา เช่น นำเสนอในรูปแบบตาราง แผนภูมิต่างๆ ค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ เป็นต้น ผู้วิจัยเห็นว่าข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาวิเคราะห์เชิงลึกได้ ซึ่งจะทำให้ได้ข้อสนเทศมากขึ้น เกิดประโยชน์มากขึ้น และเห็นลักษณะการกระจายตัวของโรคได้ง่ายขึ้น จึงสนใจที่จะนำมาวิเคราะห์ และ นำผลไปใช้สร้างแผนที่โรค

แผนที่โรค (Disease Map) คือแผนที่ที่ใช้แสดงการกระจายตัวของโรคในพื้นที่ต่างๆ โดยใช้สีที่แตกต่างกัน หรือระดับความเข้มของสีที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ แสดงความแตกต่างของอัตราการเกิดโรค หรืออัตราการตายด้วยโรคใดโรคหนึ่งในแต่ละพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ เช่น แต่ละจังหวัด แต่ละอำเภอ หรือแต่ละตำบล เป็นต้น อัตราการเกิดโรคที่ใช้ในการสร้างแผนที่นั้นมีทั้งแบบง่าย คือใช้อัตราที่คำนวณจากจำนวนผู้ป่วย หรือจำนวนผู้เสียชีวิต ต่อจำนวนประชากรทั้งหมดของแต่ละพื้นที่ เช่น ในจังหวัดหนึ่งมีอัตราการป่วยด้วยโรคหัวใจขาดเลือด 20.15 ต่อ ประชากร 100,000 คน เป็นต้น วิธีสร้างแผนที่โรคโดยใช้อัตราส่วนแบบนี้ ไม่ได้คำนึงถึงหลักความจริงที่ว่าข้อมูลจำนวนผู้ป่วยหรือจำนวนผู้เสียชีวิตมีความสัมพันธ์กันในเชิงพื้นที่ รวมทั้งอาจมีตัวแปร หรือปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมบางอย่างที่มีความสัมพันธ์กับจำนวนผู้ป่วยหรือจำนวนผู้เสียชีวิตอีกด้วย สิ่งเหล่านี้ควรนำมาพิจารณาด้วยเพื่อให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องและเกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น

การสร้างแผนที่โรคนอกจากการใช้ค่าอัตราดังกล่าวแล้วยังมีอีกวิธีหนึ่งที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง คือการใช้ตัวแบบผสมเชิงเส้นวางนัยทั่วไป (Generalized linear mixed model หรือ GLMM) ที่มี

อิทธิพลเชิงพื้นที่รวมอยู่ด้วย และประมาณค่าพารามิเตอร์โดยใช้วิธีของเบย์ (Bayesian Method) ซึ่งวิธีนี้สามารถนำปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคหรือการเสียชีวิตจากโรค รวมทั้งความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของข้อมูล มาพิจารณาด้วย จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมกว่า และผลการวิเคราะห์ข้อมูลจะมีประโยชน์มากกว่า ทำให้ทราบว่าปัจจัยใดบ้างที่มีอิทธิพลต่อการเกิดโรคนั้น ตัวอย่างแผนที่โรคที่ใช้วิธีการแบบเบย์ประมาณอัตราการตายของผู้ป่วยด้วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (COPD) ในพื้นที่แต่ละเมืองในทุก ๆ รัฐ ของประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ Nadram et al. (2005)

แผนที่โรคเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่มีประโยชน์ต่องานด้านสาธารณสุข กล่าวคือทำให้เห็นได้โดยง่ายว่ามีพื้นที่ใดบ้างที่มีอัตราการเกิดโรคสูงหรืออัตราการตายด้วยโรคสูง ข้อมูลนี้ช่วยให้การจัดโครงการต่างๆ ในการป้องกันการเกิดโรค การจัดสรรทรัพยากร หรือการจัดสรรงบประมาณที่มีอยู่อย่างจำกัด ได้ตรงกับพื้นที่เป้าหมาย เกิดประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น รวมทั้งยังนำไปสู่การหาปัจจัยทางด้านภูมิศาสตร์ สังคม และสิ่งแวดล้อม ที่ส่งผลให้อัตราการเกิดโรคสูงอีกด้วย แผนที่โรคที่แสดงอัตราการเกิดโรคเพียงโรคเดียวนั้น แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของโรคนั้นกับพื้นที่ แต่โรคบางชนิดมีความสัมพันธ์กับโรคอื่นด้วย เช่น โรคความดันโลหิตสูงกับโรคหัวใจขาดเลือด โรคไวรัสตับอักเสบกับโรคเอดส์ การวิเคราะห์อัตราการเกิดโรคมักมากกว่า 1 ชนิดพร้อมกัน นอกจากจะแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของโรคแต่ละชนิดกับพื้นที่แล้ว ยังแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของโรคด้วย

โรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือดเป็นโรคที่มีความสัมพันธ์กัน ผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง มีโอกาสเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจตีบเพิ่มขึ้น 3 เท่า และมีโอกาสเกิดโรคหัวใจวายเพิ่มขึ้น 6 เท่า พบมากในผู้สูงอายุของประเทศไทย ในปี 2552 มีผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงทั่วประเทศมากถึง 780,629 คนคิดเป็นอัตรา 1,230.16 ต่อประชากร 100,000 คน และปี 2553 มีผู้ป่วยเพิ่มขึ้นเป็น 849,583 คน คิดเป็นอัตรา 1349.39 ต่อประชากร 100,000 คน จำนวนผู้ป่วยโรคหัวใจขาดเลือดปี 2552 มีจำนวน 13,124 คนคิดเป็นอัตรา 20.68 ต่อประชากร 100,000 คน และในปี 2553 มีจำนวนผู้ป่วย 13,037 คนคิดเป็นอัตรา 20.47 ต่อประชากร 100,000 คน (สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค, 2555)

เนื่องจากในประเทศไทยยังไม่เคยมีการนำตัวแบบผสมเชิงเส้นวางนัยทั่วไป มาใช้วิเคราะห์ข้อมูลผู้ป่วยโรคหลายชนิด ที่มีทั้งความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ และความสัมพันธ์ของโรคมาก่อน ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำตัวแบบดังกล่าวมาใช้วิเคราะห์ข้อมูลผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด และนำค่าประมาณอัตราป่วยมาใช้สร้างสร้างแผนที่โรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือดในประเทศไทย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อประมาณอัตราป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือดในแต่ละจังหวัดของประเทศไทย

1.2.2 เพื่อหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราป่วยเกิดโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด

1.2.3 เพื่อสร้างแผนที่โรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือดในประเทศไทย

1.3 สมมติฐานการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัยคือ รายได้เฉลี่ยต่อหัว และสัดส่วนนักเรียนนักศึกษา มีอิทธิพลต่ออัตราป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร คือ ผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด ในแต่ละจังหวัดของประเทศไทย

ตัวอย่าง คือ ผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด ปี 2553 ในแต่ละจังหวัดของประเทศไทย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 แผนที่โรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือดที่ได้จากการศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญของหน่วยงานสาธารณสุขที่ใช้ในการวางแผนป้องกัน และควบคุมโรค กล่าวคือทำให้เห็นได้โดยง่ายว่ามีพื้นที่ใดบ้างที่มีอัตราการเกิดโรคสูง ซึ่งช่วยให้การจัดโครงการ การจัดสรรทรัพยากร หรือการจัดสรรงบประมาณที่มีอยู่อย่างจำกัด ได้ตรงกับพื้นที่เป้าหมาย เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.5.2 ทราบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญในการวางแผนป้องกัน และควบคุมโรค

1.5.3 งานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการสร้างแผนที่โรคอื่นๆ

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (spatial analysis) หมายถึงการวิเคราะห์ข้อมูลที่พิจารณาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของข้อมูลด้วย

1.6.2 แผนที่โรค (disease map) หมายถึง แผนที่ที่ใช้แสดงอัตราการเกิดโรค ในแต่ละพื้นที่ โดยใช้ความแตกต่างของสี หรือความเข้มของสีเป็นตัวบอกระดับความรุนแรงที่เกิดขึ้น

1.6.2 รายได้เฉลี่ยต่อหัว หมายถึง รายได้เฉลี่ยต่อหัวต่อปีของประชาชนในแต่ละจังหวัด

1.6.3 สัดส่วนนักเรียนนักศึกษา หมายถึงจำนวนนักเรียนนักศึกษาต่อประชากรทั้งหมด

1.6.4 อัตราป่วยหมายถึงจำนวนผู้ป่วยต่อประชากรกลางปี

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ทางคณิตศาสตร์สำหรับสร้างแผนที่ประยุกต์ใช้กับโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ตัวแบบ GLMM ที่ตัวแปรตามมีการแจกแจงแบบปึงซง (Poisson)

2.1.2 Conditional Auto Regression (CAR) Models

2.1.3 Multivariate Conditional Auto Regression (MCAR) Models

2.1.4 Bayesian models

2.1.5 โรคความดันโลหิตสูง

2.1.6 โรคหัวใจขาดเลือด

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ตัวแบบ GLMM ที่ตัวแปรตามมีการแจกแจงแบบปึงซง (Poisson)

ตัวแบบการถดถอย (Regression) ถูกนำมาใช้เมื่อต้องการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรตามและตัวแปรต้น และใช้สำหรับการพยากรณ์ การอนุมาน และการทดสอบสมมติฐาน ลักษณะมาตรฐานของการถดถอยคือ

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad \text{โดยที่ } \boldsymbol{\varepsilon} \sim \text{MVN}(\mathbf{0}, s^2\mathbf{I})$$

เมื่อ $\mathbf{Y} = [Y_1, \dots, Y_n]^T$ คือเวกเตอร์ของตัวแปรตาม \mathbf{X} คือ ตัวแปรต้นเป็นเซตที่มีขนาด $n \times p$ และ $\boldsymbol{\beta}$ คือสัมประสิทธิ์การถดถอย เป็นเวกเตอร์ขนาด p เวกเตอร์ $\boldsymbol{\varepsilon}$ คือเวกเตอร์ขนาด n ของ

ความคลาดเคลื่อน โดยสมาชิกของ ϵ เป็นอิสระกัน และมีการแจกแจงแบบปกติ คือ $\epsilon \sim N(0, s^2)$ ดังนั้น ตัวแปรตามต้องมีการแจกแจงแบบปกติด้วย

ในกรณีที่ตัวแปรตามเป็นข้อมูลไม่ต่อเนื่อง เช่น ข้อมูลผู้ป่วยโรคโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด ซึ่งเป็นจำนวนนับ ที่ผู้วิจัยทำการศึกษาในฉบับนี้ ข้อสมมติที่ให้ตัวแปรตามมีการแจกแจงแบบปกติจึงไม่เหมาะสม นิยมสมมติให้ตัวแปรตามมีการแจกแจงแบบ Poisson ทำให้เกิดตัวแบบใหม่ขึ้นมา เรียกว่า Poisson Regression Models ซึ่งมีลักษณะดังนี้

ให้ $Y_i, i = 1, \dots, n$ เป็นตัวแปรตามที่มีค่าเป็นจำนวนนับ มีการแจกแจงแบบ Poisson มีค่าเฉลี่ย เท่ากับค่าความแปรปรวน เท่ากับ m_i นั่นคือ $Y_i: \text{Poisson}(m_i)$ การแจกแจงความน่าจะเป็นของ Y_i เขียนได้ดังนี้

$$P(Y_i = y_i; m_i) = \frac{e^{-m_i} m_i^{y_i}}{y_i!}, y_i = 0, 1, 2, \dots$$

$$\text{และ } E(Y_i) = \text{Var}(Y_i) = m_i$$

ให้ $\mathbf{X}_i = (X_{i0}, X_{i1}, \dots, X_{ip})^T, i = 1, \dots, n$ เป็นตัวแปรต้นที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับ Y_i รูปแบบความสัมพันธ์ที่ใช้กันอย่างกว้างขวางคือ Canonical Link ที่มีรูปแบบเป็น Natural Log Function ซึ่งถูกนำเสนอโดย McCullagh and Nelder (1989)

ให้ $\boldsymbol{\beta} = (b_0, b_1, \dots, b_p)^T$ เป็นพารามิเตอร์ เขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$E(Y_i) = m_i = e^{\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}}$$

เราสามารถประมาณค่า $\boldsymbol{\beta}$ ได้ โดยใช้วิธีการของ maximum likelihood และแก้สมการหาคำตอบโดยใช้ Numerical Iterative Method (McCullagh and Nelder, 1989)

ตัวแบบ GLMM ที่ตัวแปรตามมีการแจกแจงแบบปัวซอง เป็นภาคขยายของ ตัวแบบ Poisson Regression Models มีรูปแบบดังนี้

ภายใต้เงื่อนไขการทราบค่าตัวแปรสุ่ม \mathbf{b}_i สมมติให้ตัวแปร y_{it} , $i = 1, \dots, m$ และ $t = 1, \dots, n_i$ มีการแจกแจงแบบปัวซอง และเป็นอิสระกัน นั่นคือ $y_{it} | \mathbf{b}_i, v_i \sim \text{Pois}(\mu_{it})$ ตัวแบบ GLMM ที่ตัวแปรตามมีการแจกแจงแบบปัวซอง นิยามดังนี้

$$\log(\mu_{it}) = \mathbf{x}_{it}^T \boldsymbol{\beta} + \mathbf{z}_{it}^T \mathbf{b}_i$$

เมื่อ $E(y_{it} | \mathbf{b}_i, v_i) = \mu_{it}$, $\boldsymbol{\beta}$ คือเวกเตอร์ขนาด $p \times 1$ ของอิทธิพลคงที่ (Fixed effect) ที่สัมพันธ์กับตัวแปรร่วม (Covariates) \mathbf{x}_{it} , \mathbf{b}_i คือเวกเตอร์ขนาด $q \times 1$ ของอิทธิพลเชิงสุ่ม (Random effect) สัมพันธ์กับตัวแปรร่วม \mathbf{z}_{it} และ y_{it} คือค่าสังเกตที่เป็นจำนวนนับ โดยทั่วไปจะกำหนดให้ $\mathbf{b}_i \stackrel{\text{iid}}{\sim} N(\mathbf{0}, \mathbf{D})$

2.1.2 Conditional Auto Regression (CAR) Models

CAR models มีรูปแบบดังนี้ (Banerjee et al, 2004)

กำหนดให้ $\mathbf{v} = (v_1, \dots, v_m)^T$ เป็นเวกเตอร์ของอิทธิพลเชิงสุ่มที่เปลี่ยนแปลงไปตามพื้นที่ และ Y_i คือค่าสังเกตในพื้นที่ i , $i = 1, \dots, m$. การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขของ v_i นิยามดังนี้

$$v_i | \mathbf{v}_{(-i)} \sim N\left(\sum_{j=1}^m b_{ij} v_j, \tau_i^2\right) \text{ เมื่อ } \mathbf{v}_{(-i)} = \{v_j : j \neq i\}$$

τ^2 คือความแปรปรวนแบบมีเงื่อนไข b_{ij} คือค่าคงที่ โดยที่ $b_{ii} = 0$ สำหรับ $i = 1, \dots, m$.

กำหนดให้ $\mathbf{B} = (b_{ij})$ และ $\mathbf{D} = \text{diag}(\tau_1^2, \dots, \tau_m^2)$ โดย Brook's Lemma สามารถเขียนการแจกแจงร่วมของ \mathbf{v} ทุกตัวได้ดังนี้

$$\mathbf{v} \sim N(\mathbf{0}, (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1} \mathbf{D}) \text{ หรือ}$$

$$p(\mathbf{v}) \propto \exp\left\{-\frac{1}{2} \mathbf{v}^T \mathbf{D}^{-1} (\mathbf{I} - \mathbf{B}) \mathbf{v}\right\}$$

$$E(\mathbf{v}) = \mathbf{0} \text{ และ } \text{var}(\mathbf{v}) = (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1} \mathbf{D}$$

$\mathbf{D}^{-1}(\mathbf{I} - \mathbf{B})$ จะเป็นเมทริกซ์สมมาตรก็ต่อเมื่อ $\frac{b_{ij}}{\tau_i^2} = \frac{b_{ji}}{\tau_j^2}$ สำหรับทุกๆ i, j ดังนั้นจึงกำหนดให้

$$b_{ij} = \frac{w_{ij}}{w_{i+}} \text{ และ } \tau_i^2 = \frac{\tau^2}{w_{i+}} \text{ จะได้}$$

$$v_i | \mathbf{v}_{(-i)} \sim N\left(\sum_{j=1}^m \frac{w_{ij} v_j}{w_{i+}}, \frac{\tau^2}{w_{i+}}\right) \text{ และ}$$

$$\mathbf{v} \sim N(\mathbf{0}, \tau^2 (\mathbf{D}_w - \mathbf{W})^{-1}) \text{ หรือ}$$

$$p(\mathbf{v}) \propto \exp\left\{-\frac{1}{2\tau^2} \mathbf{v}^T (\mathbf{D}_w - \mathbf{W}) \mathbf{v}\right\}$$

$\mathbf{W} = (w_{ij})$ คือเมทริกซ์แสดงน้ำหนักของแต่ละพื้นที่ นิยามดังนี้

$$w_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{if subregions } i \text{ and } j \text{ share a common boundary, } i \neq j \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$w_{ij} = 1 \text{ ถ้าพื้นที่ } i \text{ และ } j \text{ อยู่ติดกัน โดยที่ } i \neq j$$

$$w_{ij} = 0 \text{ ถ้า พื้นที่ } i \text{ และ } j \text{ ไม่ได้อยู่ติดกัน}$$

$$\mathbf{D}_w = \text{diag}(w_{i+}) \text{ เป็นเมทริกซ์ทแยงมุม ที่มีสมาชิกในแนวเส้นทแยงมุมหลัก } (i, i)$$

$$\text{เท่ากับ } w_{i+} = \sum_j w_{ij}$$

เนื่องจาก $(\mathbf{D}_w - \mathbf{W})$ เป็นเมทริกซ์ที่ไม่มีอินเวอร์ส ดังนั้น $p(\mathbf{v})$ จึงไม่มีสมบัติเป็นการแจกแจงความน่าจะเป็น เรียกรวมการแจกแจง \mathbf{v} นี้ว่า Improper CAR

สามารถแก้ปัญหาเพื่อให้ $p(\mathbf{v})$ มีสมบัติเป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นได้ โดยการเพิ่มพารามิเตอร์ ρ ดังนี้ $\text{var}(\mathbf{v}) = \tau^2 (\mathbf{D}_w - \rho \mathbf{W})^{-1}$ การแจกแจงความน่าจะเป็นของ $v_i | \mathbf{v}_{(-i)}$ จะมีรูปแบบเป็น

$$v_i | \mathbf{v}_{(-i)} \sim N \left(\rho \sum_{j=1}^m \frac{w_{ij} v_j}{w_{i+}}, \frac{\tau^2}{w_{i+}} \right)$$

และ

$$\mathbf{v} \sim N(\mathbf{0}, \tau^2 (\mathbf{D}_w - \rho \mathbf{W})^{-1})$$

เรียกรูปแบบการแจกแจง \mathbf{v} นี้ว่า Proper CAR

2.1.3 Multivariate Conditional Auto Regression (MCAR) Models

Multivariate Conditional Autoregressive (MCAR) ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

ให้ $Y_{ij} \stackrel{ind}{\sim} f(y_{ij} | b, q_{ij}), i = 1, 2, \dots, n ; j = 1, 2, \dots, p$ MCAR(a, L) นิยามดังนี้ (Carlin and Banerjee, 2003; Gelfand and Vounatsou, 2003)

$$\Phi: N_{np}(\mathbf{0}, \Lambda^{-1} \mathbf{A} (\mathbf{D} - a \mathbf{W})^{-1})$$

$$\Phi = (f_1, \dots, f_p) \quad \Phi_k = (f_{1k}, \dots, f_{nk}) \quad k = 1, \dots, p$$

Λ^{-1} เป็น $p \times p$ positive definite, matrix. $\mathbf{D} = \text{diag}(m_i)$,

m_i แทนจำนวนพื้นที่ที่อยู่ติดกัน

พื้นที่ i , W_{ij} แทนน้ำหนักของพื้นที่ที่อยู่ติดกันและไม่ติดกัน คือ

$$w_{ij} = 0 \quad \text{ถ้า } i = j \quad \text{หรือ} \quad \text{พื้นที่ } i \quad \text{และ} \quad j \quad \text{ไม่ได้้อยู่ติดกัน}$$

$$w_{ij} = 1 \quad \text{ถ้าพื้นที่ } i \quad \text{และ} \quad j \quad \text{อยู่ติดกัน}$$

a คือ ตัวพารามิเตอร์ปรับให้เรียบ (Smoothing parameter)

เรียก $MCAR(1,L) : a = 1$ ว่า improper MCAR แทนด้วย (MIAR)
 และเรียก $MCAR(a,L)$ ว่า proper MCAR

ในกรณีที่ศึกษาโรค 2 ชนิด $j = 1,2$ จะได้ตัวแบบดังนี้

$$Y_{ij}^{ind} : f(y_{ij} | b, q_{ij}), \Phi : N_{2n}(\mathbf{0}, \Sigma), i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2$$

$$\text{สำหรับ } MCAR(a,L) \text{ ค่า } \Sigma^{-1} = \begin{pmatrix} (\mathbf{D} - a\mathbf{W})L_{11} & (\mathbf{D} - a\mathbf{W})L_{12} \\ (\mathbf{D} - a\mathbf{W})L_{12} & (\mathbf{D} - a\mathbf{W})L_{22} \end{pmatrix}$$

ตัวแบบ $MCAR(a_1, \dots, a_p, L)$ คือ

$$\Sigma^{-1} = \begin{pmatrix} \mathbf{R}_1 & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{R}_2 \end{pmatrix} \Lambda^{-1} \mathbf{I}_{n \times n} = \begin{pmatrix} \mathbf{R}_1 & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{R}_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mathbf{R}_1 L_{11} & \mathbf{R}_1 L_{12} \\ \mathbf{R}_2 L_{12} & \mathbf{R}_2 L_{22} \end{pmatrix}$$

เมื่อ $\mathbf{R}_j \mathbf{R}_j = \mathbf{D} - a_j \mathbf{W}, |a_j| < 1, j = 1, 2$

หรือ \mathbf{R}_j คือ Cholesky decomposition ของ $\mathbf{D} - a_j \mathbf{W}$

2.1.4 Hierarchical Bayesian models (Congdon, 2006)

ให้ Y_1, Y_2, \dots, Y_n เป็นตัวอย่างสุ่มขนาด n มี distribution เป็น $f(y | \theta)$ โดยที่ θ เป็นค่าของตัวแปรสุ่ม Θ และ Θ มี distribution เป็น $g(\theta)$

X_1, X_2, \dots, X_p เป็นตัวแปรร่วม (covariate)

Likelihood function คือ $f(y_1, y_2, \dots, y_n | \theta) = \prod_{i=1}^n f(y_i | \theta)$

เรียก $g(\theta)$ ว่า Prior distribution

$$\text{Posterior distribution คือ } f(\theta | y_1, y_2, \dots, y_n) = \frac{\prod_{i=1}^n f(y_i | \theta) g(\theta)}{\int \prod_{i=1}^n f(y_i | \theta) g(\theta) d\theta}$$

เรียก $\int \prod_{i=1}^n f(y_i | \theta) g(\theta) d\theta$ ว่า Prior predictive distribution

จะเห็นว่า $f(\theta | y_1, y_2, \dots, y_n) \propto \prod_{i=1}^n f(y_i | \theta) g(\theta)$

สำหรับการประมาณค่าพารามิเตอร์ใน Posterior distribution คือการหาค่าของพารามิเตอร์แบบจุด (point estimate) ที่ทำให้ Posterior distribution มีค่าสูงสุด ถ้า Posterior distribution มีมิติ (dimension) ขนาดใหญ่ จะทำให้มีค่า local maximum จำนวนมาก ในอดีตการหาจุดที่ทำให้ Posterior distribution มีค่าสูงสุดอาจจะเป็นไปไม่ได้เลย จนกระทั่งค้นพบวิธีการของ Monte Carlo สำหรับการประมาณค่า จึงทำให้มีการนำ Posterior distribution ไปใช้อย่างกว้างขวาง

Monte Carlo Method ใช้หลักการ คือ ถ้าต้องการรู้ค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงใด ก็จะใช้การสุ่มตัวอย่างจากการแจกแจงนั้น ซ้ำกันหลาย ๆ ครั้ง แล้วดูผล (Result) ที่เกิดขึ้นในการสุ่มตัวอย่างแต่ละครั้ง เช่น ถ้าต้องการคำนวณค่า Posterior expected value ซึ่งต้องคำนวณจากสูตรต่อไปนี้

$$E(\theta | y_1, y_2, \dots, y_n) = \int \theta f(\theta | y_1, y_2, \dots, y_n) d\theta$$

ถ้าสามารถสร้าง ลำดับการสุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม จำนวน G ครั้ง กำหนดให้เป็น $\theta^{(1)}, \theta^{(2)}, \dots, \theta^{(G)}$ จาก $f(\theta | y_1, y_2, \dots, y_n)$ ก็จะสามารถประมาณค่า Posterior expected value ได้จาก

$$E(\theta | y_1, y_2, \dots, y_n) = \int \theta f(\theta | y_1, y_2, \dots, y_n) d\theta \approx \frac{1}{G} \sum_{g=1}^G \theta^{(g)}$$

ความถูกต้องของค่าประมาณขึ้นอยู่กับ algorithms ที่ใช้สำหรับสุ่มตัวอย่างและจำนวนครั้งของการสุ่ม algorithm ที่ใช้แก้ปัญหาในงานของเบย์ ที่ใช้กันมากคือ Gibbs Sampling algorithms และ Metropolis-Hastings algorithms ทั้ง 2 ประเภทนี้เป็นวิธีการของ Markov Chain Monte Carlo (MCMC) คือ ลำดับของการสุ่มตัวอย่าง $\theta^{(1)}, \theta^{(2)}, \dots, \theta^{(G)}$ เป็น

อิสระกัน และครั้งที่ $\theta^{(g+1)}$ ของการสุ่มตัวอย่าง ขึ้นอยู่กับการสุ่มตัวอย่างครั้งก่อนหน้านั้น $\theta^{(g)}$ เท่านั้น

2.1.5 โรคความดันโลหิตสูง (สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค, 2555)

ความดันโลหิตสูงเป็นโรคเรื้อรังที่เป็นปัญหาสำคัญมากอย่างหนึ่งของประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศที่กำลังพัฒนา เนื่องจากคนที่เป็นโรคนี้นั้นส่วนมากมักไม่มีอาการหรืออาการแสดงในระยะแรก แต่มักมีอาการหรืออาการแสดงเมื่อโรคเป็นมากหรือมีภาวะแทรกซ้อนที่อันตรายเกิดขึ้นกับหัวใจ ตา ไต และสมอง เป็นโรคเรื้อรังที่รักษาไม่หายขาดทำให้มีผลกระทบต่อทั้งตัวผู้ป่วยและครอบครัว ความดันโลหิตสูง (hypertension) หมายถึงค่าความดันโลหิตตัวบนเท่ากับหรือสูงกว่า 140 มม.ปรอท และค่าความดันโลหิตตัวล่างเท่ากับหรือสูงกว่า 90 มม.ปรอท สำหรับผู้สูงอายุ 50 - 60 ปีขึ้นไปมีความดันโลหิตสูงถึงร้อยละ 45 โดยมีค่าความดันโลหิตตัวบนเท่ากับหรือสูงกว่า 160 มม. ปรอท และค่าความดันโลหิตตัวล่างเท่ากับหรือสูงกว่า 95 มม.ปรอท เนื่องจากผู้สูงอายุมีความเสื่อมของหลอดเลือดแดง เรียกว่า ความดันโลหิตสูงซิสโตลิก (systolic hypertension) การวัดความดันโลหิตให้ได้ค่าที่ถูกต้อง ควรวัดเมื่อผู้ถูกวัดได้พักอย่างน้อย 5 นาที เพื่อให้เกิดการผ่อนคลาย หรือวัดหลังจากรับประทานอาหาร สุกบวหรื ดื่มน้ำกาแฟ อย่างน้อย 30 นาที

ก. อาการของความดันโลหิตสูง

อาการของความดันโลหิตสูงโดยทั่วไปได้แก่ มีเลือดกำเดาออก ปวดศีรษะ โดยเฉพาะในตอนเช้าหลังตื่นนอน มึนงง ตาพร่ามัว

ข. การรักษาความดันโลหิตสูง

การรักษาความดันโลหิตสูงคือการรักษาให้ความดันโลหิตมีค่าต่ำกว่า 140/90 มม.ปรอท เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายกับอวัยวะที่สำคัญ คือ หัวใจ ตา ไต และสมอง การรักษาความดันโลหิตสูง แบ่งใหญ่ ๆ ได้ 2 วิธี คือ การรักษาโดยไม่ใช้ยา ได้แก่ลดน้ำหนัก โดยเฉพาะผู้ที่มีภาวะอ้วน จำกัดเกลือหรืออาหารรสเค็ม โดยเฉพาะผู้ที่มีอาการบวม ออกกำลังกายให้พอเหมาะกับสภาพของร่างกายแต่ละบุคคล อย่าออกกำลังกายมากเกินไป งดหรือลดการดื่มสุรา ไม่ควรดื่มสุราเกินวันละ 2 ออนซ์ หรือ 60 มล. ผ่อนคลายทั้งด้านร่างกายและจิตใจ พักผ่อนให้เพียงพอกับความ

ต้องการของร่างกาย การรักษาโดยใช้ยา ผู้ป่วยจะได้รับยาลดความดันโลหิตสูงเมื่อการปฏิบัติตนโดยไม่ใช้ยาไม่สามารถควบคุมภาวะความดันโลหิตสูงได้ หรือผู้ป่วยมีความดันโลหิตสูงมากตั้งแต่ครั้งแรกที่ได้รับการตรวจพบว่ามีความดันโลหิตสูง

ค. การดูแลรักษาผู้ป่วยความดันโลหิตสูง

แนวทางการดูแลรักษาผู้ป่วยความดันโลหิตสูง ได้แก่ การเก็บรวบรวมข้อมูลจากประวัติส่วนตัว ประวัติครอบครัว การรักษาและยาที่ได้รับ ผลการตรวจทางห้องทดลองและการตรวจพิเศษอาการและอาการแสดง เพื่อเป็นแนวทางในการค้นหาปัญหาของผู้ป่วยและวางแผนการดูแลอย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับผู้ป่วยแต่ละบุคคล โดยมีรายละเอียดดังนี้

ง. การประเมินปัญหา

ข้อมูลจากการซักถาม (subjective data) ได้แก่ ประวัติของผู้ป่วยและครอบครัวเกี่ยวกับความดันโลหิตสูง ได้แก่ ประวัติเกี่ยวกับหัวใจและหลอดเลือด สมอ่ง ไต โรคไตรอยด์ เบาหวาน เชื้อชาติ วัยผู้ใหญ่ตอนปลาย วัยสูงอายุ การตั้งครรภ์ อุปนิสัยในการรับประทานอาหาร ไขมันและอาหารเค็ม ปัจจัยทางด้านสังคมด้านจิตใจโดยเฉพาะภาวะเครียด ปัจจัยเสี่ยงทางด้านสิ่งแวดล้อมที่ทำให้เกิดความดันโลหิตสูง การออกกำลังกาย ภาวะอ้วน การสูบบุหรี่และการดื่มสุรา ประวัติการได้รับยา คือข้อมูลเกี่ยวกับเคยได้ยาลดความดันโลหิตสูง หรือเคยได้ยาซึ่งอาจเป็นปัจจัยเสี่ยงให้เกิดความดันโลหิตสูงตามมา ประวัติเกี่ยวกับอาการต่างๆไป เกี่ยวกับอาการมึนงง ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ และเลือดกำเดาออก ประวัติเกี่ยวกับการหายใจลำบากเมื่อออกแรง ประวัติเกี่ยวกับหัวใจและหลอดเลือด เช่นอาการใจสั่นเมื่อออกแรง ประวัติเกี่ยวกับการปัสสาวะบ่อยตอนกลางคืน ประวัติเกี่ยวกับระบบประสาท เช่น ตาพร่ามัว อาการชา และปวดศีรษะโดยเฉพาะในตอนเช้าหลังตื่นนอน ข้อมูลจากการตรวจพบ (objective data) ได้แก่ ค่าความดันโลหิตเท่ากับหรือมากกว่า 140/90 มม.ปรอท บวมที่ปลายมือปลายเท้า การเปลี่ยนแปลงที่หลอดเลือด retina เสี่ยงการเต้นของหัวใจผิดปกติ ซิพจรส่วนปลายเบาหรือไม่มี กล้ามเนื้อหดเกร็งผลการตรวจเลือดผิดปกติ สิ่งที่ตรวจหา เช่น electrolyte , BUN , creatinine , glucose , cholesterol , triglyceride เป็นต้น ผลการตรวจปัสสาวะผิดปกติ ผลการตรวจรังสีทรวงอก พบหัวใจโต หลอดเลือดแดงใหญ่ที่ออกจากหัวใจ (aorta) ขยายใหญ่ขึ้น ผลการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ พบหัวใจห้องล่างซ้ายขยายใหญ่ขึ้น

จ. การวินิจฉัยทางการพยาบาล (Nursing Diagnosis)

การวินิจฉัยทางการพยาบาลโดยทั่วไปมีดังนี้ มีความบกพร่องในการดูแลสุขภาพตนเองเนื่องจากขาดความรู้เกี่ยวกับโรค ภาวะแทรกซ้อนของโรค ยาและการปฏิบัติตนที่ถูกต้องเหมาะสม วิตกกังวลเกี่ยวกับภาวะแทรกซ้อนที่เกิดจากการดูแลรักษาโรคความดันโลหิตสูง (เช่น ผลแทรกซ้อนจากการได้รับยาลดความดันโลหิตในผู้สูงอายุ เป็นต้น) วิตกกังวลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงในการดำรงชีวิตประจำวันจากปกติเดิม มีอาการปวดศีรษะ มีความผิดปกติเกี่ยวกับเพศสัมพันธ์จาก การใช้ยาลดความดันโลหิตสูง มีปัญหาทางเศรษฐกิจเนื่องจากภาวะโรคเรื้อรัง / ยาราคาแพง / ไม่สามารถประกอบการงานได้ตามปกติ มีความวิตกกังวลเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากมีภาวะโรคเรื้อรัง มีปัญหาเกี่ยวกับผู้ให้การดูแลผู้ป่วยที่บ้าน

ฉ. การพยาบาลผู้ป่วยความดันโลหิตสูง

การพยาบาลผู้ป่วยความดันโลหิตสูงโดยทั่วไปมีดังนี้ แนะนำ ส่งเสริม และดูแลสุขภาพโดยทั่วไป เพื่อป้องกันและควบคุมไม่ให้เกิดโรคความดันโลหิตสูง หรือถ้ามีความดันโลหิตสูงก็มีความรู้เพียงพอที่จะปฏิบัติตนให้ถูกต้องเหมาะสม เช่น ตรวจวัดความดันโลหิตให้แก่ประชาชนที่มาตรวจร่างกาย เพื่อตรวจสอบว่ามีความดันโลหิตสูงหรือไม่ ตรวจหาปัจจัยเสี่ยงที่จะทำให้ เกิดความดันโลหิตสูงหรือโรคหัวใจ ให้ความรู้เกี่ยวกับการป้องกันและการควบคุมโรคความดันโลหิตสูงแก่ประชาชน ได้แก่ กระตุ้นให้สนใจหาความรู้เกี่ยวกับความดันโลหิตสูง โดยเฉพาะผู้สูงอายุ สร้างสุขนิสัยหรือมีพฤติกรรมป้องกันความดันโลหิตสูง ได้แก่อย่าให้อ้วน เพราะความอ้วนเป็นปัจจัยเสี่ยงให้เกิดความดันโลหิตสูง ต้องสร้างสุขนิสัยไม่บริโภคมากเกินไปโดยเฉพาะการรับประทานเนื้อสัตว์ ไขมัน อิมตัว และอาหารที่มีรสเค็มจัด ผู้บริโภคมังสวิรัตเป็นโรคความดันโลหิตสูงน้อยกว่าผู้บริโภคนเนื้อสัตว์ จากการวิจัยพบว่าถ้าคนอ้วนลดน้ำหนักได้ 1 กิโลกรัม ความดันโลหิตจะลดลง 2.5 มม.ปรอท ออกกำลังกายให้ถูกต้องเพียงพอโดยสม่ำเสมอ การฝึกจิตใจไม่ให้เครียดโดยการเจริญสติ เจริญสมาธิ มีความเมตตา ไม่โกรธหรืออิจฉา ช่วยลดการเป็นความดันโลหิตสูงได้งดการสูบบุหรี่ เพราะการสูบบุหรี่ทำให้หลอดเลือดหดตัวทำให้หลอดเลือดตีบ งดการดื่มแอลกอฮอล์ การดื่มแอลกอฮอล์มาก ๆ ทำให้ความดันโลหิตสูง หัวใจวาย และเป็นโรคติดเชื้อได้ง่ายการพยาบาลผู้ที่มีความดันโลหิตสูงเล็กน้อยถึงปานกลางซึ่งคนกลุ่มนี้จะรักษาตัวที่บ้านด้วยการปฏิบัติตัวให้เหมาะสมกับภาวะโรคโดยไม่ต้องใช้ยาหรือใช้ยาร่วมด้วย

ถ้าได้รับการรักษาโดยไม่ต้องใช้ยาพยาบาลจะให้คำแนะนำการปฏิบัติตน ดังกล่าวมาแล้วแนะนำให้มาตรวจร่างกายและวัดความดันโลหิตตามหลักการจัดระดับของความดันโลหิตสูง แบบ 4 ระดับ (Four stages) ซึ่งเป็นเกณฑ์สำหรับผู้มีอายุ 18 ปีขึ้นไปจนถึงผู้สูงอายุ ดังนี้

ระดับของ ความดันโลหิต	Systolic (มม.ปรอท)	Diastolic (มม.ปรอท)	คำ แนะนำ
ปกติ(Normal)	<130	<85	ควรมาพบแพทย์ตรวจร่างกาย ทุก1 ปี
สูงกว่าปกติ (High normal)	130 - 139	85 - 89	ควรมาพบแพทย์ตรวจร่างกายทุก 6 เดือน
ระดับที่1(Stage1)	140 - 159	90 - 99	มาพบแพทย์ทุก 2 เดือน
ระดับที่2(Stage2)	160 - 179	100 - 109	มาพบแพทย์ทุกเดือน
ระดับที่3(Stage3)	180 - 209	110 - 119	มาพบแพทย์ทุกสัปดาห์
ระดับที่4(Stage4)	>210	>120	มาพบแพทย์ทันที

ถ้าผู้ป่วยได้รับการรักษาด้วยยา พยาบาลต้องอธิบายให้ผู้ป่วยตระหนักถึงการรับประทานยาและมารับยาไปรักษาโดยสม่ำเสมอ เพราะอาจต้องปรับขนาดของยาหรือเปลี่ยนชนิดของยาให้เหมาะสมกับแต่ละบุคคล โดยเฉพาะในช่วงแรกของการรักษาและป้องกันไม่ให้เกิดพยาธิสภาพมากขึ้นโดยเฉพาะภาวะแทรกซ้อน ทั้งนี้ต้องให้ข้อมูลและใช้คำพูดที่เข้าใจง่าย รวมทั้งไม่ก่อให้เกิดความวิตกกังวลกับผู้ป่วยจนเกินไป

ถ้าผู้ป่วยไม่สามารถควบคุมความดันโลหิตได้ หรือผู้ป่วยที่มีความดันโลหิตสูงรุนแรง จะต้องเข้ารับ การรักษาในโรงพยาบาล ผู้ป่วยจะได้รับการตรวจทางห้องทดลองและการตรวจพิเศษ ได้แก่ การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (EKG) การถ่ายภาพรังสีทรวงอก (chest x-ray) เจาะเลือดเพื่อตรวจหาค่า BUN, creatinine เพื่อประเมินหน้าที่ของไต ตรวจหา cholesterol และtriglyceride เพื่อประเมินการเกิดภาวะตีตันของหลอดเลือด และการตรวจเพื่อหาสาเหตุของความดันโลหิตสูง ได้แก่ electrolyte ระดับน้ำตาลในเลือด และตรวจปัสสาวะ

การพยาบาลผู้ป่วยที่มีความดันโลหิตสูงรุนแรง มีดังนี้ วัดความดันโลหิตทุก 1-2 ชั่วโมง หรือบ่อยกว่านี้ตามความจำเป็น ให้อาสาความดันโลหิตสูงทางหลอดเลือดดำตามแผนการรักษา ซึ่งยาจะลดความดันโลหิตเร็วมาก จึงอาจต้องวัดความดันโลหิตทุก 5 นาที และตรวจวัดสัญญาณชีพเพื่อประเมินการรักษาด้วยยา ตรวจร่างกาย เน้นระบบประสาท ได้แก่ ประเมินระดับความรู้สึก โดยดูจากขนาดและปฏิกิริยาต่อแสงของรูม่านตา การเคลื่อนไหวของแขน ขา ตรวจปฏิกิริยาตอบสนองของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ ตรวจหัวใจ ปอด และไต เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากความดันโลหิตสูงรุนแรง เช่น ปอดบวม (pulmonary edema) หัวใจวาย หัวใจขาดเลือด และไตวาย เป็นต้น ประเมินอาการปวดศีรษะว่ามีหรือไม่ มีอาการตั้งแต่เมื่อไร อะไรเป็นสาเหตุส่งเสริม เพื่อพิจารณาให้การแก้ไข เช่น แก้ไขภาวะเครียดโดยการดูแลผู้ป่วยอย่างใกล้ชิด พุดคุย ตอบข้อซักถามด้วยความเต็มใจ จัดสภาพแวดล้อมให้เงียบสงบ วางแผนร่วมกับผู้ป่วยในการดูแลจิตใจให้สงบ ให้อาสาหรือผู้ใกล้ชิดช่วยร่วมวางแผนการดูแลผู้ป่วยโดยเฉพาะการช่วยเหลือให้กำลังใจแก่ผู้ป่วย ถ้าผู้ป่วยมีความวิตกกังวลมาก อาจต้องใช้ยากล่อมประสาทตามแผนการรักษา เป็นต้น

การพยาบาลผู้ป่วยที่มีความดันโลหิตสูงในระยะเรื้อรัง มีดังนี้ การควบคุมอาหารเค็ม อาหารไขมัน และอาหารที่ให้พลังงานสูง กล่าวคือแนะนำให้ผู้ป่วยลดหรืองดรับประทานอาหารที่มีรสเค็ม เช่น น้ำปลา ซีอิ๊ว ไข่เค็ม ของหมักดอง อาหารรสเค็มต่างๆ อาหารกระป๋องซึ่งมักจะมีส่วนผสมของโซเดียม อาหารเคี้ยวกรอบที่มีรสเค็ม หลีกเลี่ยงการใช้สารอาหารและยาที่มีโซเดียมสูง ได้แก่ ผงชูรส (monosodium glutamate) รวมทั้งเครื่องปรุงรสของบะหมี่สำเร็จรูป ผงกันบูด (sodium benzoate) สารกันเชื้อราในขนมปัง (sodium propionate) สารใส่ไอศกรีมให้เหนียว (sodium alginate) ผงฟูในการทำเค้กหรือขนมปัง (sodium bicarbonate) สารใส่ผลไม้กระป๋องให้คงสีธรรมชาติ (sodium sulfite) ยาโซดาบิสมัท เป็นต้น เกลือ 1 กรัม มีโซเดียม 17.1 มิลลิกรัมวาลีนท์ และเกลือ 1 ช้อนชา มีโซเดียม 2.3 กรัม หรือ 100 มิลลิกรัมวาลีนท์ สำหรับอาหารที่รับประทานประจำวันโดยทั่วไปมีปริมาณเกลือ 10 – 20 กรัม จากปริมาณนี้ เกลือประมาณ 2/3 พบในอาหารตามธรรมชาติ ส่วนอีก 1/3 เป็นเกลือที่เพิ่มขึ้นจากการปรุงอาหาร จากการศึกษาพบว่าถ้าลดปริมาณการบริโภคเกลือจาก 10 กรัม ลงเหลือ 5 กรัมต่อวัน จะสามารถลดความดันโลหิตได้ถึง 10 มม.ปรอท

ควบคุมอาหารไขมัน โดยใช้น้ำมันพืช น้ำมันพืชที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันดอกคำฝอย น้ำมันข้าวโพด น้ำมันรำข้าว เป็นต้น แต่ไม่ควรใช้น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันปาล์มเพราะให้พลังงานสูง ไม่ควรใช้น้ำมันจากสัตว์เพราะเป็นไขมันชนิดอิ่มตัวมีสาร

โคเลสเตอรอลสูงซึ่งทำให้หลอดเลือดอุดตัน ควบคุมอาหารที่มีพลังงานสูง ควรหลีกเลี่ยงอาหารที่ทำจากกะทิ หอยนางรม ไข่แดง อาหารที่มันมาก เช่น ข้าวขาหมู หนังเป็ด หนังไก่ หนังหมู มันกุ้ง มันปู โดยเฉพาะผู้ที่มี cholesterol สูงการออกกำลังกาย แนะนำให้ผู้ป่วยออกกำลังกายโดยสม่ำเสมอให้เหมาะสมกับสภาพหัวใจ หลอดเลือด สภาพร่างกาย และสภาพแวดล้อม เช่น การเดินเร็ว วิ่งเหยาะๆ ขี่จักรยาน ว่ายน้ำ หรือแม้แต่การทำงานบ้านเล็กๆน้อยๆ เป็นต้น ทั้งนี้ต้องระวังไม่ออกกำลังกายอย่างหักโหมหรือมากเกินไป เช่นการออกกำลังกายจนรู้สึกเหนื่อย การยก ผลัก ดึง แบก เข็น และหลีกเลี่ยงการแข่งขันเพราะทำให้เกิดความเครียด แนะนำให้ผู้ป่วยงดสูบบุหรี่ หลีกเลี่ยงการสูดดมควัน บุหรี่ที่ผู้อื่นสูบด้วย เพราะนิโคติน (nicotine) ในบุหรี่ทำให้หลอดเลือดหดตัวซึ่งทำให้ความดันโลหิตสูงขึ้น แนะนำให้ผู้ป่วยงดดื่มสุรา เพราะแอลกอฮอล์จะเพิ่ม renin หรือ aldosterone ซึ่งทำให้ความดันโลหิตสูงขึ้น แนะนำให้ผู้ป่วยหลีกเลี่ยงภาวะเครียดซึ่งจะทำให้ความดันโลหิตสูงขึ้น ควรทำจิตใจให้แจ่มใส หาวิธีผ่อนคลายความเครียด เช่นการออกกำลังกาย เทคนิคการผ่อนคลายกล้ามเนื้อ การนั่งสมาธิ การพักผ่อนให้เพียงพอโดยเฉพาะการนอนหลับให้สนิท ถ้ามีปัญหาหรือมีความเครียดสูงอาจต้องปรึกษานักจิตวิทยาหรือจิตแพทย์ ซึ่งอาจปรึกษาทางโทรศัพท์ก็ได้ หรืออาจใช้เครื่องมือให้ข้อมูลป้อนกลับ(Bio feedback) ข้อมูลนี้จะช่วยให้ผู้ป่วยทราบกลไกที่เกิดขึ้นในร่างกายได้ด้วยตนเอง จากการศึกษาพบว่าวิธีนี้ช่วยลดความดันโลหิตได้

แนะนำเกี่ยวกับการรับประทานยา ได้แก่สำหรับผู้ป่วยที่ได้รับยาลดความดันโลหิตสูงในระยะแรก ๆ ผู้ป่วยที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับเปลี่ยนชนิดของยา ต้องแนะนำให้ผู้ป่วยเปลี่ยนท่าช้า ๆ จากนอนเป็นนั่งหรือจากนั่งเป็นยืน ระวังอาการหน้ามืด เป็นลมล้มลง เนื่องจากความดันโลหิตลดต่ำลงมากหรือเร็วเกินไป ดังนั้นผู้ป่วยควรเริ่มได้รับยาลดความดันโลหิตในขนาดต่ำ ๆ ก่อนในระยะแรก ให้รับประทานยาอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอเพราะโรคนี้รักษาไม่หายขาด การรักษาอย่างสม่ำเสมอช่วยควบคุมภาวะโรคไม่ให้เป็นมากขึ้นหรือมีภาวะแทรกซ้อนเกิดขึ้นน้อยหรือช้าที่สุด ไม่ซื้อยามารับประทานเอง การได้ยาต้องอยู่ภายใต้การดูแลของแพทย์เพราะอาจต้องมีการปรับขนาดของยา อาจเปลี่ยนยาเพื่อเลี่ยงการเกิดภาวะแทรกซ้อนหรือผลข้างเคียงของยา ควรบอกให้ผู้ป่วยทราบเกี่ยวกับยาและผลข้างเคียงของยาโดยสังเขป ถ้ามีอาการผิดปกติจากผลข้างเคียงของยาให้ผู้ผู้ป่วยรีบไปพบแพทย์ ไม่ควรหยุดยาเอง ควรไปตรวจตามนัดทุกครั้ง และนำยาที่มีทั้งหมดไปด้วย เพราะผู้ป่วยจะได้ยาตามระดับความรุนแรงของความดันโลหิต ถ้าผู้ป่วยได้รับยาขับปัสสาวะ (diuretic) ในกลุ่ม Thiazide ซึ่งมักจะเป็นยาตัวแรกในการรักษาความดันโลหิตสูงเนื่องจากราคาถูกและมีประสิทธิภาพในการรักษาดีแต่มีผลข้างเคียงทำให้ โปแตสเซียมต่ำ และจะต้องระวังมากยิ่งขึ้นถ้าผู้ป่วยได้ยา Digitalis ร่วมด้วย ควรแนะนำให้ผู้ป่วยลดการรับประทานอาหารที่มีรสเค็ม และรับประทานอาหารที่มีโปแตสเซียม เช่น ผลไม้ โดยเฉพาะกล้วย ส้ม เป็นต้น ถ้าผู้ป่วยได้รับยาที่ทำให้ง่วงได้ เช่น

Clonidine, Methyldopa เป็นต้น ควรแนะนำให้หลีกเลี่ยงการขับรถ การทำงานที่อาจเกิดอันตรายได้จากความง่วง แนะนำการวัดความดันโลหิตให้กับผู้ป่วยหรือผู้ดูแล (care giver) เพื่อประเมินผลการรักษาและพยาธิสภาพของผู้ป่วย การวัดความดันโลหิตที่บ้านจะได้ค่าที่เที่ยงตรงมากขึ้น เนื่องจากอยู่ในภาวะผ่อนคลายมากกว่า อธิบายให้ญาติหรือครอบครัวผู้ป่วยเข้าใจโรคและการดูแลผู้ป่วยตามความเหมาะสม เพื่อให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจแก่ผู้ป่วย

2.1.6 โรคหัวใจขาดเลือด หรือ โรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด (Ischaemic heart disease; Myocardial ischemia) (สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค, 2555)

ก. สาเหตุ

เกิดจากหลอดเลือดแดงที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจแข็งตัว หรือมีไขมันไปเกาะผนังของหลอดเลือด ทำให้หลอดเลือดแดงตีบแคบลง ปริมาณเลือดแดงผ่านได้น้อย เป็นผลทำให้เกิดภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด และหากหลอดเลือดแดงตีบแคบมากจนอุดตัน จะทำให้เกิดภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายได้

ข. อาการ

มักแตกต่างกันในผู้ป่วยแต่ละราย เช่น เจ็บกลางหน้าอกบริเวณเหนือลิ้นปี่ขึ้นมาเล็กน้อย เจ็บแบบจุกแน่น คล้ายมีอะไรมาบีบหรือกดทับไว้ อาการเจ็บมักร้าวไปที่คอหรือขากรรไกรหรือไหล่ ซ้ายมักเป็นมากขณะออกกำลังกายหรือทำงาน เป็นอยู่นานครั้งละ 2-3 นาที อาการจะดีขึ้นถ้าได้หยุดพัก หรืออมยาขยายหลอดเลือดที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจ บางคนอาจมีอาการจุกแน่นลิ้นปี่เหมือนอาหารไม่ย่อย บางคนอาจมีอาการใจสั่น หอบเหนื่อย ร่วมด้วย

ค. การรักษา

เมื่อมีการตรวจโดยแน่ชัดด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การตรวจโดยการเดินออกกำลังกาย บนสายพานหรือโดยวิธีการใส่สายสวนหัวใจเข้าทางหลอดเลือดแดงบริเวณขาหนีบ และฉีดดูตำแหน่งการตีบตันของหลอดเลือดที่ไปเลี้ยงหัวใจ เป็นต้น แพทย์จะประเมินภาวะความรุนแรงของโรคและเลือกวิธีการรักษาที่เหมาะสมในผู้ป่วยแต่ละราย เช่น การใช้ยาขยายหลอดเลือด มีทั้งชนิดอมใต้ลิ้น, ยารับประทาน และให้ทางหลอดเลือดดำการให้ยาละลายลิ่มเลือดหรือยาต้านเกร็ดเลือดแข็งตัว เช่น แอสไพริน การให้ยาลดการบีบตัวของหัวใจ เพื่อลดการทำงานของหัวใจ และลดการใช้ออกซิเจน

การปฏิบัติตัวที่ถูกต้องควบคู่ไปกับการรักษาทางยาส่วนใหญ่มักได้ผลดี แต่ในภาวะรุนแรงหรือไม่ตอบสนองต่อยา แพทย์จะพิจารณาให้การรักษาโดยการทำบอลลูนขยายหลอดเลือดหัวใจที่ตีบ หรือ ผ่าตัด ทำทางเบี่ยงหลอดเลือด เพื่อให้เลือดเดินทางผ่านจุดที่อุดตัน โดยใช้เส้นเลือดที่บริเวณแขนหรือ ขา

ง. การปฏิบัติตัวสำหรับผู้ป่วยโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด

รับประทานยาตามแพทย์สั่งอย่างเคร่งครัด และมาตรวจตามนัดทุกครั้ง รับประทานผัก ผลไม้และดื่มน้ำอย่างน้อยวันละ 2-3 ลิตร รับประทานอาหารแต่พออิ่ม และควรพักหลังอาหาร ประมาณ 1/2-1 ชั่วโมง ควรออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ และการออกกำลังกายที่ดีที่สุดคือการเดิน เริ่มโดยการเดินช้าๆ ก่อนแล้วค่อยๆ เพิ่มระยะทาง แต่อย่าให้เกินกำลังตนเอง ทำจิตใจให้สงบ หา โอกาสพักผ่อน และหาวิธีลดความเครียด หลีกเลี่ยงสิ่งที่ทำให้ตื่นเต้น เช่น การดูเกมการแข่งขัน ที่เร้าใจ หลีกเลี่ยงการรับประทานอาหารที่มีไขมันสูงและเค็มจัด งดดื่มสุรา น้ำชา กาแฟ และหลีกเลี่ยง การสูบบุหรี่ หลีกเลี่ยงงานหนัก งานรีบเร่ง และงานที่ต้องทำอย่างต่อเนื่องนาน ๆ เมื่อมีอาการเจ็บ หน้าอก ให้หยุดกิจกรรมนั้น ๆ ทันทีและอมยาใต้ลิ้น 1 เม็ด ถ้าอาการยังไม่ทุเลาลงให้อมยาใต้ลิ้นซ้ำได้ อีก 1 เม็ด ห่างกัน 5 นาที แต่ไม่ควรเกิน 3 เม็ด หากอาการไม่ดีขึ้นใน 15-20 นาที ให้รีบไปพบแพทย์ ได้ทันที การมีเพศสัมพันธ์ไม่ควรหักโหม ควรอมยาใต้ลิ้นก่อนมีเพศสัมพันธ์ ถ้ามีอาการใจสั่น หายใจ ชัด หรือเจ็บหน้าอกนานเกิน 15 นาทีหลังมีเพศสัมพันธ์ ควรปรึกษาแพทย์

จ. การป้องกันโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด

หลีกเลี่ยงอาหารหวาน อาหารที่มีไขมัน - กะทิ รวมทั้งไข่แดง ทำให้มีการสะสมไขมันใน หลอดเลือด ก่อให้เกิดแผ่นคราบไขมันตามมา ควรรับประทานอาหารที่มีไขมันน้อย เช่น ผัก ปลา ผลไม้ และอาหารที่มีกากมาก ๆ เช่น รำข้าว ข้าวโพด ข้าวสาลี ฯลฯ ออกกำลังกายเป็นประจำ อย่าง น้อยสัปดาห์ละ 3 ครั้ง นานครั้งละ 20 นาที แล้วค่อย ๆ เพิ่มระยะเวลาและเพิ่มความถี่ในการออก กาย หลีกเลี่ยงการสูบบุหรี่ เพราะในบุหรี่มีสารนิโคตินและสารอื่น ๆ ที่จะทำอันตรายต่อผนังบุ ด้านในหลอดเลือด การสูบบุหรี่ ยังทำให้หลอดเลือดหัวใจหดตัว นอนพักผ่อนให้เพียงพอ ไม่เครียดกับ งานควรทำสมาธิหรือฟังเพลงเบา ๆ ควบคุมน้ำหนักไม่ให้อ้วน โดยใช้วิธีออกกำลังกายและรับประทาน อาหารที่ถูกต้อง เช่น งดขนมหวาน , ผลไม้รสหวานจัด เพราะหัวใจของคนอ้วนต้องทำงานมากกว่า ปกติ ตรวจเช็คสุขภาพอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง แต่ถ้ามีอาการเจ็บแน่นหน้าอกเป็น ๆ หาย ๆ ควร ปรึกษาแพทย์

จะเห็นว่าโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือดมีความสัมพันธ์กัน และเป็นโรคที่เกิดในผู้สูงอายุ ความเครียดเป็นปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรคทั้งสองชนิด คณะผู้วิจัยจึงนำปัจจัย รายได้ต่อครัวเรือนของแต่ละจังหวัด และสัดส่วนของนักเรียนนักศึกษา มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Breslow and Day (1975) ศึกษาอัตราการเสียชีวิตของผู้ป่วยโดยใช้การประมาณค่าความควรจะเป็นสูงสุด (maximum likelihood) โดยมีข้อสมมติ (assumption) ว่า ประชากรทุกพื้นที่มีลักษณะเหมือนกันทั้งหมด และจำนวนผู้ป่วยที่เสียชีวิตขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ เช่น อายุ เพศ และพื้นที่อยู่อาศัย

Besag (1974) และ Clayton and Kaldor (1987) ศึกษาการประมาณอัตราการเสียชีวิตของผู้ป่วยโดยพิจารณาความสัมพันธ์ของพื้นที่ด้วย ตัวแบบที่ใช้คือตัวแบบเบย์ โดยมีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่เป็นแบบ Conditional Autoregressive model (CAR) ซึ่งเป็นตัวแบบที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้

Kleinschmidt et al. (2001) สร้างแผนที่โรคมาลาเรียใน KwaZulu Natal ประเทศแอฟริกาใต้โดยใช้วิธีการแบบเบย์

Mabaso MLH (2005) ที่สร้างแผนที่โรคมาลาเรียใน Zimbabwe ประเทศแอฟริกาใต้

Knorr-Held and Rue (2002) โดยใช้ตัวแบบ improper MCAR ในการสร้างแผนที่โรค 2 ชนิด และ Mueller และคณะ (2001) ได้ใช้ตัวแบบ improper MCAR ในเรื่องการเจริญเติบโตของเด็ก

จากตัวอย่างงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น จะเห็นว่าวิธีการของเบย์ในตัวแบบที่มีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่รวมอยู่ด้วย ถูกนำมาใช้ในการสร้างแผนที่โรคอย่างแพร่หลาย แต่ในประเทศไทยยังไม่มีนำมาประยุกต์ใช้กับโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด มาก่อน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการสร้างแผนที่โรคโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือดโดยใช้วิธีการของเบย์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ทางคณิตศาสตร์สำหรับสร้างแผนที่โรคหลายชนิด ประยุกต์ใช้กับโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด ในครั้งนี้ มีวิธีดำเนินการในแต่ละข้อต่อไปนี้

- 3.1 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล
- 3.2 ขอบเขตการวิจัย
- 3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา เป็นข้อมูลระดับจังหวัด ปี 2553 ประกอบด้วยจำนวนผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด รวบรวมจากกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข (สำนักระบาดวิทยา, 2554) จำนวนประชากรกลางปี รายได้เฉลี่ยต่อหัว สัดส่วนนักเรียนนักศึกษา รายจังหวัด รวบรวมจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2555) กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

3.2 ขอบเขตการวิจัย

3.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผู้ป่วยเป็นโรคโรคความดันโลหิตสูง และโรคหัวใจขาดเลือด ในประเทศไทย

ตัวอย่าง คือ ผู้ป่วยโรคโรคความดันโลหิตสูง และโรคหัวใจขาดเลือด ปี 2553 ในประเทศไทย จำนวน 849,583 คน และ 13,037 คน ตามลำดับ

3.2.2 ตัวแปรสำหรับการวิจัย

ตัวแปรต้น คือ รายได้เฉลี่ยต่อหัว และสัดส่วนนักเรียนนักศึกษา

ตัวแปรตาม คือ อัตราป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด ปี 2553 ในแต่ละจังหวัดของประเทศไทย

3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.3.1 ศึกษาหัวเรื่อง ต่อไปนี้

ก. โรคความดันโลหิตสูง และโรคหัวใจขาดเลือด เช่น สาเหตุของโรค การติดต่ออาการ การวินิจฉัย การรักษา และการป้องกัน

ข. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่

ค. ตัวแบบ GLMM ซึ่งเป็นตัวแบบที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่ตัวแปรตามมีการวัดซ้ำหรือมีความสัมพันธ์กัน โดยเฉพาะกรณีที่ตัวแปรตามมีค่าเป็นจำนวนนับ มีการแจกแจงแบบ Poisson

ง. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ตัวแบบ GLMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่รวมอยู่ด้วย และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโรคความดันโลหิตสูง และโรคหัวใจขาดเลือด

3.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์ลักษณะของตัวอย่าง และวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรคความดันโลหิตสูง และโรคหัวใจขาดเลือด

ก. ลักษณะของข้อมูล ใช้ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ

ข. ปัจจัยเสี่ยงของการป่วยโรคความดันโลหิตสูง และโรคหัวใจขาดเลือด โดยใช้วิธีการของเบย์ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ รายละเอียดตัวแบบแสดงดังต่อไปนี้

ให้ Y_{ij} แทนจำนวนผู้ป่วยในจังหวัดที่ i โรคที่ j เมื่อ $i=1,\dots,76$ และ $j=1,2$

N_i แทนจำนวนประชากรกลางปี 2553 ของจังหวัดที่ i

$X_{ij,1}$ แทน รายได้เฉลี่ยต่อหัวในจังหวัดที่ i

$X_{ij,2}$ แทน สัดส่วนนักเรียนนักศึกษา ในจังหวัดที่ i

β_j คือ Intercept ของโรคที่ j

β_1, β_2 คือค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของ รายได้เฉลี่ยต่อหัว และ สัดส่วนนักเรียนนักศึกษา ตามลำดับ

ความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นกับตัวแปรตามอยู่ในรูป

$$\log(\mu_{ij}) = \log(N_i) + \beta_j + \beta_1 X_{ij,1} + \beta_2 X_{ij,2} + \phi_{ij}$$

ϕ_{ij} คืออิทธิพลเชิงพื้นที่ แบบ MCAR

$$\Phi: N_{2n}(\mathbf{0}, \Sigma), i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2$$

$$\text{สำหรับ } MCAR(a, L) \text{ ค่า } \Sigma^{-1} = \begin{pmatrix} \textcircled{\mathbf{D}} - a \mathbf{W} & L_{11} & \textcircled{\mathbf{D}} - a \mathbf{W} & L_{12} \\ \textcircled{\mathbf{D}} - a \mathbf{W} & L_{12} & \textcircled{\mathbf{D}} - a \mathbf{W} & L_{22} \end{pmatrix}$$

ตัวแบบ $MCAR(a_1, \dots, a_p, L)$ คือ

$$\Sigma^{-1} = \begin{pmatrix} \mathbf{R}_1^T & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{R}_2^T \end{pmatrix} (\Lambda \mathbf{I}_{n \times n}) \begin{pmatrix} \mathbf{R}_1 & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{R}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{R}_1^T \mathbf{R}_1 L_{11} & \mathbf{R}_1^T \mathbf{R}_2 L_{12} \\ \mathbf{R}_2^T \mathbf{R}_1 L_{12} & \mathbf{R}_2^T \mathbf{R}_2 L_{22} \end{pmatrix}$$

เมื่อ $\mathbf{R}_j \mathbf{R}_j = \mathbf{D} - a_j \mathbf{W}$, $|a_j| < 1$, $j = 1, 2$

หรือ \mathbf{R}_j คือ Cholesky decomposition ของ $\mathbf{D} - a_j \mathbf{W}$

ภายใต้วิธีการของเบย์ กำหนดการแจกแจงเบื้องต้นดังนี้

$$\beta_j, \beta_1, \beta_2 \sim Normal(0.0, 100000),$$

การประมาณค่าพารามิเตอร์ ใช้การประมาณแบบเบย์ โดยการเขียนโปรแกรมใน OpenBUGS
ซึ่งใช้ Gibbs sampling MCMC .ในการประมาณค่าพารามิเตอร์

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ทางคณิตศาสตร์สำหรับสร้างแผนที่โรคหลายชนิด ประยุกต์ใช้กับโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด ในประเทศไทย ในครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อประมาณอัตราป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือดในแต่ละจังหวัดของประเทศไทย หาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด และเพื่อสร้างแผนที่โรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือดในประเทศไทย ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลทุติยภูมิ จำนวนผู้ป่วย โรคความดันโลหิตสูง และโรคหัวใจขาดเลือด ปี 2553 มีจำนวนทั้งหมด 849,583 คน และ 13,037 คน ตามลำดับ รวบรวมจาก สำนักกระบาดวิทยา กรมควบคุมโรคติดต่อกระทรวงสาธารณสุข และข้อมูล รายได้เฉลี่ยต่อหัว สัดส่วนนักเรียนนักศึกษาในแต่ละจังหวัดจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงได้ดังรายละเอียดในแต่ละข้อต่อไปนี้

- 4.1 ลักษณะของข้อมูล
- 4.2 ปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด
- 4.3 อัตราป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด
- 4.4 ค่าเฉลี่ยจำนวนผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด
- 4.5 อิทธิพลเชิงพื้นที่
- 4.6 แผนที่โรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด

4.1 ลักษณะของข้อมูล

- 4.1.1 จำนวนผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือดต่อจังหวัด

จำนวนผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือดเฉลี่ยต่อจังหวัด 11,178.72 คน และ 171.54 คน ตามลำดับ รายละเอียดแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือดเฉลี่ยต่อจังหวัด

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง	11,178.72	11,356.06
ผู้ป่วยโรคหัวใจขาดเลือด	171.54	235.16

4.1.2 รายได้เฉลี่ยต่อหัว และสัดส่วนนักเรียนนักศึกษาเฉลี่ยต่อจังหวัด

รายได้เฉลี่ยต่อหัวต่อจังหวัด 114,943.84 บาท และสัดส่วนนักเรียนนักศึกษาเฉลี่ยต่อจังหวัด 144,536.07 คน รายละเอียดแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รายได้เฉลี่ยต่อหัว และสัดส่วนนักเรียนนักศึกษา เฉลี่ยต่อจังหวัด

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
รายได้เฉลี่ยต่อหัว	114,943.84	144,536.07
สัดส่วนนักเรียนนักศึกษา	46.72	197.48

4.1.3 ประชากรกลางปี

จำนวนประชากรกลางเฉลี่ยต่อจังหวัด 844,443.039 คน รายละเอียดแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนประชากรกลางปีเฉลี่ยต่อจังหวัด

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ประชากรกลางปี	844,443.04	734,188.89

4.2. ปัจจัยเสี่ยงของการป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด

การวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงของการป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด ใช้ตัวแบบ GLMM ที่มีตัวความสัมพันธ์เชิงพื้นที่รวมอยู่ด้วย ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปัจจัยเสี่ยงของการป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด

ปัจจัย	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	95% CI		ความเสี่ยง สัมพัทธ์ (RR)
Intercept (โรคความดันโลหิตสูง)	6.7800	0.1555	6.5060	7.0940	-
Intercept (โรคหัวใจขาดเลือด)	2.5330	0.1558	2.2580	2.8470	-
รายได้เฉลี่ยต่อหัว	0.0002	0.0004	-0.0007	0.0011	1.0002
สัดส่วนนักเรียนนักศึกษา	0.0185	0.0084	0.0007	0.0336	1.0186

จากตารางที่ 4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเสี่ยงของการป่วยโรคเกิดโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด คือ รายได้เฉลี่ยต่อหัว (RR = 1.0002) สัดส่วนนักเรียนนักศึกษา (RR = 1.0186) ถ้ารายได้เฉลี่ยต่อหัวเพิ่มขึ้น 1 พันบาท ความเสี่ยงของการป่วยโรคเกิดโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด จะเพิ่มขึ้น ร้อยละ 0.02 ถ้าสัดส่วนนักเรียนนักศึกษาขึ้นร้อยละ 1 ความเสี่ยงจะเพิ่มขึ้น ร้อยละ 1.86

4.3 อัตราป่วยโรคเกิดโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด

อัตราป่วยโรคเกิดโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือดในแต่ละจังหวัด ต่อประชากร 100,000 คน แสดงในตารางที่ 5 และตารางที่ 6 รายละเอียดผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงในตารางผนวกที่ 2 และ ตารางผนวกที่ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 อัตราป่วยโรคความดันโลหิตสูง ในแต่ละจังหวัดต่อประชากร 100,000 คน

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
สิงห์บุรี	3,009.00	37.34	2,936.00	3,082.00
อ่างทอง	2,688.00	30.75	2,628.00	2,749.00
อุทัยธานี	2,546.00	27.83	2,492.00	2,601.00
น่าน	2,316.00	22.04	2,273.00	2,359.00
พระนครศรีอยุธยา	2,312.00	17.46	2,278.00	2,346.00
อุดรดิตถ์	2,302.00	22.26	2,259.00	2,346.00
สมุทรสงคราม	2,236.00	33.83	2,170.00	2,302.00
นครนายก	1,965.00	28.09	1,911.00	2,021.00
สุพรรณบุรี	1,965.00	15.27	1,935.00	1,995.00
นครปฐม	1,911.00	15.28	1,881.00	1,941.00
พิษณุโลก	1,897.00	15.00	1,868.00	1,927.00
ตราด	1,896.00	29.27	1,839.00	1,954.00
สมุทรสาคร	1,871.00	20.07	1,832.00	1,911.00
พังงา	1,800.00	27.01	1,747.00	1,854.00
ลพบุรี	1,794.00	15.45	1,764.00	1,825.00
ราชบุรี	1,755.00	14.59	1,727.00	1,784.00
ลำปาง	1,745.00	15.04	1,716.00	1,775.00
สระบุรี	1,731.00	16.86	1,699.00	1,765.00
กาญจนบุรี	1,685.00	14.21	1,657.00	1,712.00
กรุงเทพมหานคร	1,669.00	5.67	1,658.00	1,680.00
แพร่	1,636.00	18.73	1,600.00	1,673.00
เลย	1,631.00	16.25	1,599.00	1,663.00

ประจวบคีรีขันธ์	1,626.00	18.10	1,590.00	1,661.00
-----------------	----------	-------	----------	----------

ตารางที่ 5 (ต่อ)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
ฉะเชิงเทรา	1,612.00	15.64	1,582.00	1,643.00
จันทบุรี	1,585.00	17.75	1,551.00	1,620.00
เพชรบุรี	1,585.00	18.57	1,549.00	1,621.00
ปราจีนบุรี	1,580.00	18.58	1,544.00	1,617.00
พะเยา	1,558.00	17.93	1,523.00	1,593.00
นครสวรรค์	1,544.00	12.03	1,521.00	1,568.00
ตรัง	1,528.00	15.81	1,497.00	1,559.00
พัทลุง	1,527.00	17.46	1,493.00	1,561.00
ขอนแก่น	1,511.00	9.29	1,492.00	1,529.00
ชัยนาท	1,492.00	21.05	1,451.00	1,533.00
ระนอง	1,484.00	28.65	1,429.00	1,541.00
ชลบุรี	1,462.00	10.96	1,441.00	1,484.00
กำแพงเพชร	1,450.00	14.17	1,422.00	1,478.00
นนทบุรี	1,427.00	11.94	1,404.00	1,450.00
สุโขทัย	1,413.00	15.22	1,383.00	1,443.00
เชียงใหม่	1,410.00	9.24	1,392.00	1,428.00
ชุมพร	1,380.00	17.03	1,347.00	1,414.00
พิจิตร	1,349.00	15.56	1,318.00	1,379.00
ภูเก็ต	1,341.00	20.81	1,301.00	1,382.00
ระยอง	1,341.00	15.18	1,311.00	1,371.00
นครราชสีมา	1,304.00	7.12	1,290.00	1,318.00
นครศรีธรรมราช	1,298.00	9.27	1,280.00	1,317.00
สงขลา	1,229.00	9.65	1,210.00	1,248.00

ตารางที่ 5 (ต่อ)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
สุราษฎร์ธานี	1,185.00	11.06	1,163.00	1,207.00
เชียงราย	1,175.00	9.78	1,156.00	1,194.00
นราธิวาส	1,159.00	12.82	1,134.00	1,184.00
เพชรบูรณ์	1,144.00	10.71	1,123.00	1,165.00
มหาสารคาม	1,132.00	10.98	1,111.00	1,154.00
ปทุมธานี	1,113.00	11.27	1,091.00	1,135.00
ตาก	1,101.00	14.38	1,072.00	1,129.00
อำนาจเจริญ	1,066.00	17.01	1,033.00	1,099.00
สมุทรปราการ	1,061.00	9.76	1,042.00	1,080.00
อุบลราชธานี	1,043.00	7.64	1,028.00	1,058.00
สตูล	1,040.00	19.11	1,003.00	1,078.00
หนองคาย	1,033.00	10.75	1,012.00	1,055.00
บุรีรัมย์	1,026.00	8.16	1,011.00	1,043.00
ลำพูน	1,020.00	15.88	989.40	1,052.00
สระแก้ว	1,007.00	13.61	980.50	1,034.00
อุดรธานี	996.20	8.08	980.40	1,012.00
กาฬสินธุ์	989.30	10.04	969.90	1,009.00
สกลนคร	985.80	9.43	967.50	1,004.00
ยะลา	948.60	14.22	920.90	976.50
กระบี่	921.60	15.05	892.30	951.20
ชัยภูมิ	908.80	9.03	891.20	926.60
ร้อยเอ็ด	875.40	8.17	859.40	891.40

ตารางที่ 5 (ต่อ)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
สุรินทร์	868.30	7.94	852.90	883.90
ปัตตานี	833.20	11.44	811.10	855.70
หนองบัวลำภู	780.70	12.51	756.30	805.60
มุกดาหาร	754.80	14.98	725.70	784.40
แม่ฮ่องสอน	725.90	16.91	693.00	759.30
นครพนม	608.20	9.31	590.00	626.60
ยโสธร	396.90	4.76	387.60	406.20
ศรีสะเกษ	82.68	2.39	78.08	87.42

จากตารางที่ 5 พบว่า จังหวัด ที่มีอัตราป่วยโรคความดันโลหิตสูง 10 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด ดังนี้ สิงห์บุรี (3,009.00) อ่างทอง (2,688.00) อุทัยธานี (2,546.00) น่าน (2,316.00) พระนครศรีอยุธยา (2,312.00) อุตรดิตถ์ (2,302.00) สมุทรสงคราม (2,236.00) นครนายก (1,965.00) สุพรรณบุรี (1,965.00) และนครปฐม (1,911.00)

ตารางที่ 6 อัตราป่วยโรคหัวใจขาดเลือดในแต่ละจังหวัด ต่อประชากร 100,000 คน

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
สระบุรี	40.97	2.51	36.20	46.01
สิงห์บุรี	39.68	3.86	32.51	47.65
พระนครศรีอยุธยา	39.43	2.22	35.20	43.87
กรุงเทพมหานคร	35.49	0.78	33.99	37.03
อุตรดิตถ์	34.93	2.61	29.99	40.24
อ่างทอง	33.40	3.24	27.39	40.09

ตารางที่ 6 (ต่อ)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
นครนายก	31.87	3.21	25.96	38.51
ชลบุรี	30.34	1.55	27.37	33.45
ลพบุรี	29.28	1.88	25.73	33.09
นครสวรรค์	29.06	1.57	26.06	32.22
ชัยนาท	28.59	2.70	23.58	34.17
พิษณุโลก	28.54	1.76	25.20	32.09
ราชบุรี	28.24	1.78	24.88	31.83
ปทุมธานี	28.14	1.73	24.84	31.65
นครศรีธรรมราช	27.61	1.33	25.06	30.29
สมุทรสาคร	27.50	2.32	23.17	32.25
น่าน	26.45	2.25	22.22	31.04
นนทบุรี	26.28	1.55	23.33	29.44
จันทบุรี	26.22	2.18	22.14	30.68
สุพรรณบุรี	26.00	1.64	22.86	29.30
พัทลุง	25.65	2.14	21.64	30.03
พิจิตร	24.88	2.00	21.11	28.96
อุทัยธานี	24.58	2.48	20.00	29.68
สมุทรปราการ	23.88	1.44	21.13	26.78
ลำปาง	23.64	1.64	20.55	26.99
สงขลา	23.18	1.29	20.73	25.79
สุราษฎร์ธานี	22.97	1.48	20.15	25.96

พังงา	22.66	2.70	17.73	28.25
-------	-------	------	-------	-------

ตารางที่ 6 (ต่อ)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
นครปฐม	22.34	1.56	19.39	25.50
ภูเก็ต	22.09	2.62	17.27	27.54
ระนอง	22.04	3.08	16.48	28.50
สุโขทัย	21.77	1.74	18.50	25.30
แพร่	21.73	1.97	18.07	25.79
เลย	21.57	1.74	18.33	25.17
ยะลา	21.49	2.03	17.70	25.66
เพชรบูรณ์	20.65	1.35	18.09	23.40
กำแพงเพชร	19.82	1.55	16.89	22.99
ฉะเชิงเทรา	19.82	1.59	16.83	23.06
กาญจนบุรี	19.66	1.45	16.93	22.61
ชุมพร	19.60	1.91	16.05	23.53
ปราจีนบุรี	19.57	1.92	16.01	23.51
ระยอง	19.42	1.79	16.06	23.10
ตรัง	19.24	1.67	16.11	22.67
ตาก	19.20	1.65	16.12	22.59
นราธิวาส	19.15	1.61	16.15	22.43
เพชรบุรี	18.74	1.91	15.19	22.68
อุบลราชธานี	18.56	1.00	16.65	20.58
เชียงใหม่	18.31	1.02	16.37	20.38

กระบี่	18.20	1.93	14.66	22.21
สตูล	17.76	2.26	13.62	22.50

ตารางที่ 6 (ต่อ)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
ประจวบคีรีขันธ์	17.01	1.78	13.72	20.70
สระแก้ว	16.45	1.59	13.50	19.72
สมุทรสงคราม	16.14	2.49	11.64	21.38
ลำพูน	16.01	1.83	12.64	19.76
นครราชสีมา	15.82	0.76	14.37	17.35
เชียงราย	13.97	1.03	12.01	16.07
ปัตตานี	13.90	1.40	11.32	16.75
ขอนแก่น	12.91	0.80	11.40	14.54
ตราด	12.79	2.27	8.76	17.67
พะเยา	11.86	1.41	9.26	14.76
บุรีรัมย์	11.56	0.82	10.01	13.23
สุรินทร์	11.08	0.86	9.47	12.83
มุกดาหาร	11.06	1.44	8.47	14.09
อำนาจเจริญ	11.01	1.53	8.25	14.21
นครพนม	10.73	1.16	8.58	13.14
ร้อยเอ็ด	10.62	0.83	9.05	12.31
แม่ฮ่องสอน	10.54	1.80	7.34	14.34
กาฬสินธุ์	10.02	0.91	8.32	11.90
อุดรธานี	9.73	0.74	8.33	11.24
ชัยภูมิ	9.53	0.87	7.91	11.32

สกลนคร	9.47	0.85	7.88	11.21
หนองบัวลำภู	9.40	1.23	7.16	11.97

ตารางที่ 6 (ต่อ)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
มหาสารคาม	8.54	0.87	6.94	10.32
หนองคาย	8.32	0.88	6.69	10.13
ศรีสะเกษ	7.28	0.69	5.99	8.70
ยโสธร	5.00	0.49	4.09	6.00

จากตารางที่ 6 พบว่า จังหวัด ที่มีอัตราป่วยโรคหัวใจขาดเลือดสูงสุด 10 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด ดังนี้ สระบุรี (40.97) สิงห์บุรี (39.68) พระนครศรีอยุธยา (39.43) กรุงเทพมหานคร (35.49) อุตรดิตถ์ (34.93) อ่างทอง (33.40) นครนายก (31.87) ชลบุรี (30.34) ลพบุรี (29.28) นครสวรรค์ (29.06)

4.4 ค่าเฉลี่ยจำนวนผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด

ค่าประมาณของเฉลี่ยจำนวนผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด ในแต่ละจังหวัด แสดงในตารางที่ 7 และ ตารางที่ 8 ตามลำดับ

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยจำนวนผู้ป่วยโรคความดันในแต่ละจังหวัด

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
กรุงเทพมหานคร	95,250.00	323.70	94,620.00	95,880.00
นครราชสีมา	33,310.00	181.90	32,960.00	33,670.00

ขอนแก่น	26,460.00	162.80	26,140.00	26,780.00
เชียงใหม่	23,420.00	153.40	23,120.00	23,730.00
นครศรีธรรมราช	19,590.00	139.80	19,310.00	19,870.00

ตารางที่ 7 (ต่อ)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
อุบลราชธานี	18,610.00	136.40	18,340.00	18,880.00
ชลบุรี	17,860.00	133.90	17,590.00	18,120.00
พระนครศรีอยุธยา	17,520.00	132.30	17,260.00	17,780.00
นครสวรรค์	16,600.00	129.30	16,340.00	16,850.00
สุพรรณบุรี	16,570.00	128.80	16,320.00	16,830.00
สงขลา	16,230.00	127.40	15,990.00	16,490.00
พิษณุโลก	16,000.00	126.40	15,750.00	16,250.00
นครปฐม	15,790.00	126.30	15,550.00	16,040.00
บุรีรัมย์	15,770.00	125.40	15,530.00	16,020.00
อุดรธานี	15,230.00	123.60	14,990.00	15,480.00
ราชบุรี	14,570.00	121.10	14,340.00	14,810.00
นนทบุรี	14,430.00	120.80	14,200.00	14,670.00
เชียงราย	14,400.00	119.80	14,160.00	14,630.00
กาญจนบุรี	14,060.00	118.60	13,830.00	14,300.00
ลพบุรี	13,480.00	116.10	13,260.00	13,710.00
ลำปาง	13,480.00	116.20	13,250.00	13,700.00
สุรินทร์	11,930.00	109.10	11,720.00	12,140.00
สมุทรปราการ	11,850.00	109.00	11,640.00	12,060.00
ร้อยเอ็ด	11,460.00	107.00	11,250.00	11,670.00

เพชรบูรณ์	11,440.00	107.00	11,230.00	11,650.00
สุราษฎร์ธานี	11,440.00	106.80	11,230.00	11,650.00
น่าน	11,060.00	105.30	10,860.00	11,270.00

ตารางที่ 7 (ต่อ)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
สกลนคร	10,950.00	104.80	10,750.00	11,160.00
อุดรดิตถ์	10,740.00	103.80	10,530.00	10,940.00
มหาสารคาม	10,610.00	102.90	10,410.00	10,810.00
สระบุรี	10,610.00	103.30	10,410.00	10,810.00
ฉะเชิงเทรา	10,590.00	102.70	10,380.00	10,790.00
กำแพงเพชร	10,540.00	103.00	10,340.00	10,750.00
ชัยภูมิ	10,170.00	101.10	9,976.00	10,370.00
เลย	10,020.00	99.85	9,826.00	10,220.00
ปทุมธานี	9,785.00	99.07	9,592.00	9,980.00
กาฬสินธุ์	9,661.00	98.08	9,471.00	9,854.00
หนองคาย	9,311.00	96.84	9,122.00	9,503.00
ตรัง	9,303.00	96.25	9,115.00	9,493.00
สมุทรสาคร	8,723.00	93.56	8,541.00	8,908.00
สุโขทัย	8,577.00	92.38	8,396.00	8,759.00
อุทัยธานี	8,325.00	91.01	8,147.00	8,504.00
นราธิวาส	8,223.00	90.91	8,046.00	8,402.00
ประจวบคีรีขันธ์	8,040.00	89.48	7,865.00	8,216.00
จันทบุรี	7,977.00	89.34	7,803.00	8,153.00

ระยอง	7,758.00	87.85	7,588.00	7,931.00
พัทลุง	7,680.00	87.84	7,508.00	7,853.00
แพร่	7,644.00	87.48	7,473.00	7,816.00
อ่างทอง	7,639.00	87.37	7,468.00	7,811.00

ตารางที่ 7 (ต่อ)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
พะเยา	7,576.00	87.21	7,407.00	7,747.00
พิจิตร	7,502.00	86.54	7,333.00	7,673.00
เพชรบุรี	7,233.00	84.74	7,068.00	7,399.00
ปราจีนบุรี	7,182.00	84.41	7,017.00	7,348.00
ยโสธร	7,082.00	84.91	6,916.00	7,249.00
ชุมพร	6,627.00	81.77	6,468.00	6,788.00
สิงห์บุรี	6,509.00	80.77	6,352.00	6,668.00
ตาก	5,825.00	76.10	5,676.00	5,975.00
สระแก้ว	5,426.00	73.31	5,283.00	5,569.00
ปัตตานี	5,306.00	72.82	5,165.00	5,449.00
ชัยนาท	5,044.00	71.15	4,905.00	5,184.00
นครนายก	4,899.00	70.01	4,762.00	5,037.00
ยะลา	4,453.00	66.77	4,323.00	4,585.00
พังงา	4,430.00	66.48	4,301.00	4,562.00
สมุทรสงคราม	4,351.00	65.83	4,223.00	4,480.00
นครพนม	4,235.00	64.83	4,108.00	4,362.00
ตราด	4,176.00	64.47	4,051.00	4,304.00

ลำพูน	4,136.00	64.39	4,011.00	4,263.00
ภูเก็ต	4,132.00	64.11	4,008.00	4,259.00
อำนาจเจริญ	3,931.00	62.75	3,810.00	4,056.00
หนองบัวลำภู	3,881.00	62.21	3,760.00	4,005.00
กระบี่	3,751.00	61.26	3,632.00	3,871.00

ตารางที่ 7 (ต่อ)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
สตูล	2,944.00	54.09	2,839.00	3,050.00
ระนอง	2,676.00	51.66	2,576.00	2,779.00
มุกดาหาร	2,534.00	50.29	2,437.00	2,634.00
แม่ฮ่องสอน	1,851.00	43.11	1,767.00	1,936.00
ศรีสะเกษ	1,195.00	34.52	1,128.00	1,263.00

จากตารางที่ 7 พบว่า จังหวัดที่มีค่าเฉลี่ยจำนวนผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงสูงสุด 10 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด ดังนี้ กรุงเทพมหานคร (95,250.00) นครราชสีมา (33,310.00) ขอนแก่น (926,460.00) เชียงใหม่ (23,420.00) นครศรีธรรมราช (19,590.00) อุบลราชธานี (18,610.00) ชลบุรี (17,860.00) พระนครศรีอยุธยา (17,520.00) นครสวรรค์ (16,600.00) สุพรรณบุรี (16,570.00)

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยจำนวนผู้ป่วยโรคหัวใจขาดเลือดในแต่ละจังหวัด

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
กรุงเทพมหานคร	2,025.00	44.31	1,939.00	2,113.00
นครศรีธรรมราช	416.60	20.07	378.10	457.00

นครราชสีมา	404.10	19.44	367.00	443.10
ชลบุรี	370.50	18.98	334.30	408.50
อุบลราชธานี	331.20	17.91	297.20	367.30
นครสวรรค์	312.30	16.90	280.10	346.40
สงขลา	306.30	17.08	273.90	340.80

ตารางที่ 8 (ต่อ)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
เชียงใหม่	304.20	17.00	272.00	338.60
พระนครศรีอยุธยา	298.70	16.80	266.70	332.40
สมุทรปราการ	266.80	16.06	236.10	299.20
นนทบุรี	265.90	15.72	236.00	297.80
สระบุรี	251.10	15.39	221.80	282.00
ปทุมธานี	247.40	15.25	218.40	278.20
พิษณุโลก	240.60	14.82	212.50	270.50
ราชบุรี	234.40	14.74	206.50	264.20
ขอนแก่น	226.10	14.03	199.60	254.60
สุราษฎร์ธานี	221.80	14.29	194.60	250.60
ลพบุรี	220.00	14.15	193.30	248.60
สุพรรณบุรี	219.20	13.86	192.80	247.10
เพชรบูรณ์	206.50	13.51	180.90	234.00
นครปฐม	184.60	12.91	160.20	210.80
ลำปาง	182.60	12.66	158.70	208.40
บุรีรัมย์	177.60	12.61	153.90	203.30

เชียงใหม่	171.20	12.67	147.20	196.90
กาญจนบุรี	164.10	12.12	141.30	188.80
อุดรดิตถ์	162.90	12.18	139.90	187.70
สุรินทร์	152.30	11.79	130.10	176.30
อุดรธานี	148.70	11.35	127.30	171.90
กำแพงเพชร	144.10	11.29	122.80	167.10

ตารางที่ 8 (ต่อ)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
ร้อยเอ็ด	139.10	10.89	118.50	161.20
พิจิตร	138.40	11.14	117.40	161.10
นราธิวาส	135.80	11.39	114.50	159.10
เลย	132.50	10.71	112.60	154.60
สุโขทัย	132.10	10.57	112.30	153.60
จันทบุรี	132.00	10.96	111.40	154.40
ฉะเชิงเทรา	130.20	10.40	110.50	151.40
พัทลุง	129.00	10.75	108.80	151.00
สมุทรสาคร	128.20	10.81	108.00	150.40
น่าน	126.30	10.76	106.10	148.20
ตรัง	117.20	10.18	98.12	138.00
ระยอง	112.40	10.37	92.92	133.60
ชัยภูมิ	106.70	9.72	88.56	126.70
สกลนคร	105.30	9.45	87.58	124.60
ศรีสะเกษ	105.20	10.01	86.55	125.70

ตาก	101.60	8.73	85.30	119.60
แพร่	101.50	9.22	84.40	120.50
ยะลา	100.90	9.52	83.10	120.40
กาฬสินธุ์	97.80	8.90	81.27	116.20
ชัยนาท	96.66	9.14	79.70	115.50
อ่างทอง	94.90	9.21	77.85	113.90
ชุมพร	94.11	9.17	77.05	113.00

ตารางที่ 8 (ต่อ)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
ยโสธร	89.18	8.74	72.92	107.10
ปราจีนบุรี	88.93	8.70	72.76	106.80
สระแก้ว	88.63	8.54	72.73	106.20
ปัตตานี	88.53	8.91	72.11	106.70
สิงห์บุรี	85.84	8.36	70.32	103.10
เพชรบุรี	85.51	8.72	69.33	103.50
ประจวบคีรีขันธ์	84.12	8.82	67.83	102.40
อุทัยธานี	80.38	8.10	65.40	97.05
มหาสารคาม	80.01	8.11	64.98	96.70
นครนายก	79.43	8.01	64.71	95.99
หนองคาย	74.98	7.92	60.31	91.30
นครพนม	74.74	8.09	59.72	91.46
กระบี่	74.08	7.86	59.66	90.38
ภูเก็ต	68.06	8.06	53.22	84.86
ลำพูน	64.90	7.42	51.23	80.12

พะเยา	57.71	6.85	45.03	71.80
พังงา	55.76	6.63	43.63	69.53
สตูล	50.27	6.39	38.54	63.67
หนองบัวลำภู	46.75	6.14	35.61	59.53
อำนาจเจริญ	40.63	5.65	30.42	52.42
ระนอง	39.74	5.56	29.71	51.40
มุกดาหาร	37.14	4.83	28.44	47.32

ตารางที่ 8 (ต่อ)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
สมุทรสงคราม	31.42	4.84	22.64	41.61
ตราด	28.18	5.01	19.30	38.91
แม่ฮ่องสอน	26.87	4.58	18.70	36.57

จากตารางที่ 8 พบว่า จังหวัดที่มีค่าเฉลี่ยจำนวนผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงสูงสุด 10 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด ดังนี้ กรุงเทพมหานคร (2,025.00) นครศรีธรรมราช (416.60) นครราชสีมา (404.10) ชลบุรี (370.50) อุบลราชธานี (331.20) นครสวรรค์ (312.30) สงขลา (306.30) เชียงใหม่ (304.20) พระนครศรีอยุธยา (298.70) สมุทรปราการ (266.80)

4.5 อิทธิพลเชิงพื้นที่

อิทธิพลเชิงพื้นที่ของแต่ละจังหวัดที่มีต่อโรคความดันโลหิตสูง และโรคหัวใจขาดเลือด แสดงในตารางที่ 9 และตารางที่ 10

ตารางที่ 9 อิทธิพลเชิงพื้นที่ของแต่ละจังหวัดที่มีต่อโรคความดันโลหิตสูง

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
สมุทรสงคราม	0.8799	0.0196	0.8414	0.9172
แม่ฮ่องสอน	0.7407	0.0299	0.6845	0.7977
กระบี่	0.7392	0.0198	0.6991	0.7788
สุราษฎร์ธานี	0.6372	0.0299	0.5799	0.6963
มุกดาหาร	0.6090	0.0242	0.5605	0.6574
ชัยนาท	0.6071	0.0288	0.5511	0.6609

ตารางที่ 9 (ต่อ)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
ตราด	0.4828	0.0279	0.4297	0.5341
ฉะเชิงเทรา	0.4728	0.1224	0.2034	0.7439
ราชบุรี	0.3946	0.0180	0.3592	0.4298
เชียงราย	0.3657	0.0418	0.2839	0.4487
พิจิตร	0.3595	0.0164	0.3275	0.3904
กาฬสินธุ์	0.3555	0.0305	0.2936	0.4160
เพชรบุรี	0.3547	0.0267	0.3052	0.4060
ชัยภูมิ	0.3140	0.0159	0.2831	0.3453
พะเยา	0.3125	0.0128	0.2874	0.3374
สมุทรสาคร	0.3078	0.0342	0.2441	0.3732
พังงา	0.2902	0.0460	0.1955	0.3886
ขอนแก่น	0.2747	0.0128	0.2494	0.3001
นครนายก	0.2681	0.1738	-0.1108	0.6531

โยธธร	0.2576	0.0256	0.2044	0.3099
สมุทรปราการ	0.2366	0.0266	0.1867	0.2864
สุพรรณบุรี	0.2362	0.0400	0.1571	0.3085
กำแพงเพชร	0.2350	0.0298	0.1772	0.2939
อุตรดิตถ์	0.2298	0.0114	0.2073	0.2520
กาญจนบุรี	0.2249	0.0670	0.1057	0.3614
เลย	0.2085	0.0247	0.1612	0.2568
มหาสารคาม	0.2006	0.0272	0.1457	0.2565
ชลบุรี	0.1884	0.0246	0.1382	0.2371

ตารางที่ 9 (ต่อ)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
นครพนม	0.1638	0.0341	0.1001	0.2278
นครศรีธรรมราช	0.1569	0.0209	0.1151	0.1953
พระนครศรีอยุธยา	0.1503	0.0630	0.0148	0.2877
หนองคาย	0.1450	0.0268	0.0955	0.1993
อุดรธานี	0.1420	0.0190	0.1048	0.1797
ปทุมธานี	0.1300	0.0377	0.0578	0.1997
อุบลราชธานี	0.1252	0.0297	0.0654	0.1834
พิษณุโลก	0.0613	0.0159	0.0299	0.0925
บุรีรัมย์	0.0317	0.0359	-0.0377	0.1036
แพร่	0.0282	0.0564	-0.0765	0.1443
ลำปาง	0.0233	0.0243	-0.0298	0.0750
สุรินทร์	0.0223	0.0170	-0.0123	0.0565

นครราชสีมา	-0.0125	0.1044	-0.2063	0.1787
ตรัง	-0.0559	0.0294	-0.1115	-0.0013
เพชรบูรณ์	-0.0625	0.0248	-0.1095	-0.0145
นครปฐม	-0.0746	0.0282	-0.1351	-0.0151
ตาก	-0.0759	0.0115	-0.0979	-0.0530
นครสวรรค์	-0.0768	0.1037	-0.2859	0.1307
ร้อยเอ็ด	-0.1116	0.0932	-0.2798	0.0843
ลำพูน	-0.1144	0.0128	-0.1389	-0.0892
สุโขทัย	-0.1441	0.0692	-0.2685	-0.0082
สตูล	-0.1600	0.0359	-0.2340	-0.0869

ตารางที่ 9 (ต่อ)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
อุทัยธานี	-0.1751	0.0491	-0.2755	-0.0788
ปราจีนบุรี	-0.1776	0.0427	-0.2634	-0.0958
อำนาจเจริญ	-0.1811	0.0315	-0.2452	-0.1172
นนทบุรี	-0.1909	0.0308	-0.2529	-0.1298
สระแก้ว	-0.1931	0.0213	-0.2353	-0.1517
น่าน	-0.2106	0.0334	-0.2832	-0.1394
ยะลา	-0.2155	0.0266	-0.2683	-0.1624
อ่างทอง	-0.2158	0.3345	-0.9535	0.5246
ศรีสะเกษ	-0.2160	0.0349	-0.2914	-0.1432
เชียงใหม่	-0.2197	0.0313	-0.2825	-0.1568
ปัตตานี	-0.2449	0.1661	-0.5962	0.1230

ระนอง	-0.2522	0.0301	-0.3174	-0.1887
สิงห์บุรี	-0.2659	0.0350	-0.3415	-0.1929
สงขลา	-0.2880	0.0337	-0.3519	-0.2217
สกลนคร	-0.3044	0.0626	-0.4229	-0.1901
ระยอง	-0.3243	0.0223	-0.3684	-0.2804
พัทลุง	-0.3272	0.0334	-0.3911	-0.2613
กรุงเทพมหานคร	-0.3606	0.0189	-0.3976	-0.3235
ภูเก็ต	-0.3882	0.0356	-0.4656	-0.3133
สระบุรี	-0.4080	0.0250	-0.4571	-0.3588
หนองบัวลำภู	-0.4370	0.0379	-0.5098	-0.3630
นราธิวาส	-0.5206	0.0360	-0.5944	-0.4478

ตารางที่ 9 (ต่อ)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
ประจวบคีรีขันธ์	-0.5906	0.0407	-0.6729	-0.5096
ลพบุรี	-0.7374	0.0362	-0.8133	-0.6628
จันทบุรี	-0.9031	0.1139	-1.1330	-0.7019
ชุมพร	-2.7270	0.0427	-2.8120	-2.6430

จากตารางที่ 9 พบว่า อิทธิพลเชิงพื้นที่ของจังหวัดที่มีโรคความดันโลหิตสูงสูงสุด 10 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด สมุทรสงคราม (0.8799) แม่ฮ่องสอน (0.7407) กระบี่ (0.7392) สุราษฎร์ธานี (0.6372) มุกดาหาร (0.6090) ชัยนาท (0.6071) ตราด (0.4828) ฉะเชิงเทรา (0.4728) ราชบุรี (0.3946) เชียงราย (0.3657)

ตารางที่ 10 อิทธิพลเชิงพื้นที่ของแต่ละจังหวัดที่มีต่อโรคหัวใจขาดเลือด

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
สิงห์บุรี	0.7936	0.0980	0.5988	0.9821
สระบุรี	0.7913	0.0756	0.6423	0.9400
อุตรดิตถ์	0.6648	0.0779	0.5106	0.8164
พระนครศรีอยุธยา	0.6467	0.1309	0.3796	0.9213
อ่างทอง	0.5932	0.0973	0.3997	0.7809
ชัยนาท	0.5240	0.1007	0.3227	0.7176
นครสวรรค์	0.5092	0.0598	0.3911	0.6255
ลพบุรี	0.4889	0.0659	0.3585	0.6159
นครนายก	0.4857	0.1057	0.2761	0.6917
ราชบุรี	0.4276	0.0638	0.3016	0.5515
นครศรีธรรมราช	0.4174	0.0513	0.3163	0.5169

ตารางที่ 10 (ต่อ)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
น่าน	0.4078	0.0894	0.2299	0.5800
พิษณุโลก	0.4037	0.0680	0.2697	0.5360
สุพรรณบุรี	0.4023	0.0676	0.2681	0.5328
กรุงเทพมหานคร	0.3833	0.1069	0.1851	0.5842
พิจิตร	0.3808	0.0873	0.2080	0.5497
พัทลุง	0.3653	0.0856	0.1952	0.5308
อุทัยธานี	0.3422	0.1035	0.1364	0.5415
จันทบุรี	0.3299	0.0842	0.1620	0.4923
ลำปาง	0.2977	0.0734	0.1524	0.4409
ชลบุรี	0.2936	0.1163	0.0644	0.5213

สมุทรสาคร	0.2913	0.1835	-0.0827	0.6764
ปทุมธานี	0.2629	0.0874	0.0923	0.4324
สุโขทัย	0.2344	0.0857	0.0645	0.3988
แพร่	0.2291	0.0956	0.0386	0.4141
สมุทรปราการ	0.2065	0.1745	-0.1526	0.5787
สงขลา	0.1990	0.0567	0.0873	0.3095
สุราษฎร์ธานี	0.1872	0.0650	0.0575	0.3124
พังงา	0.1789	0.1181	-0.0567	0.4050
เลย	0.1757	0.0839	0.0098	0.3384
เพชรบูรณ์	0.1744	0.0709	0.0333	0.3123
นนทบุรี	0.1390	0.1077	-0.0627	0.3560
ยะลา	0.1306	0.0953	-0.0598	0.3144

ตารางที่ 10 (ต่อ)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
กำแพงเพชร	0.1080	0.0803	-0.0527	0.2634
นราธิวาส	0.0775	0.0864	-0.0940	0.2439
กาญจนบุรี	0.0682	0.0743	-0.0797	0.2119
ระนอง	0.0555	0.1461	-0.2357	0.3366
ปราจีนบุรี	0.0513	0.0996	-0.1479	0.2420
ชุมพร	0.0490	0.0974	-0.1450	0.2364
นครปฐม	0.0204	0.0939	-0.1605	0.2068
ตรัง	0.0106	0.0876	-0.1645	0.1795
ตาก	0.0036	0.0885	-0.1726	0.1746

อุบลราชธานี	0.0006	0.0642	-0.1265	0.1267
ฉะเชิงเทรา	-0.0045	0.0995	-0.2016	0.1897
ภูเก็ต	-0.0105	0.1345	-0.2781	0.2488
สตูล	-0.0243	0.1266	-0.2807	0.2188
กระบี่	-0.0439	0.1055	-0.2537	0.1594
เพชรบุรี	-0.0511	0.1036	-0.2586	0.1478
เชียงใหม่	-0.0669	0.0656	-0.1956	0.0612
สระแก้ว	-0.0876	0.0980	-0.2825	0.1011
ประจวบคีรีขันธ์	-0.0887	0.1041	-0.2962	0.1110
สมุทรสงคราม	-0.0887	0.1539	-0.4025	0.2029
ลำพูน	-0.0920	0.1189	-0.3296	0.1349
นครราชสีมา	-0.1430	0.0538	-0.2489	-0.0384
ระยอง	-0.2078	0.3354	-0.9206	0.5168

ตารางที่ 10 (ต่อ)

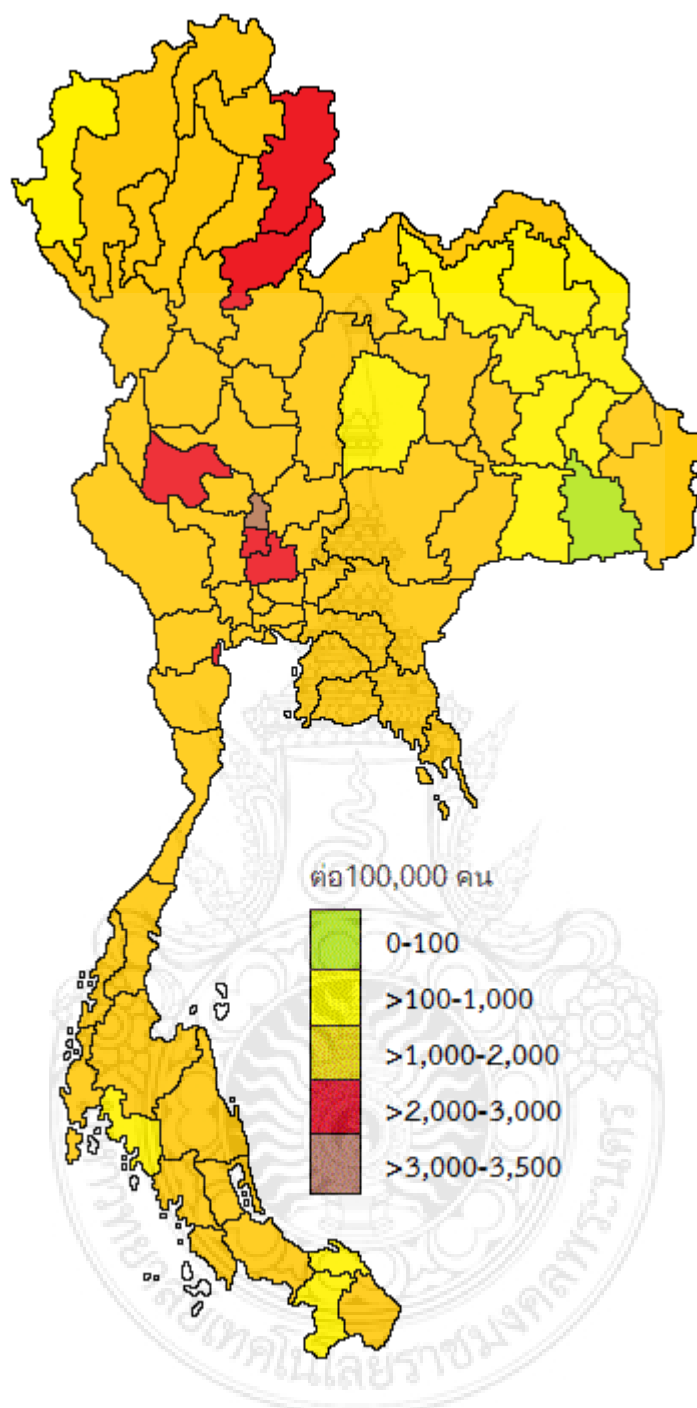
จังหวัด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	95% CI	
ปัตตานี	-0.2594	0.1021	-0.4630	-0.0654
เชียงราย	-0.2628	0.0788	-0.4189	-0.1102
ตราด	-0.3728	0.1766	-0.7303	-0.0381
ขอนแก่น	-0.3923	0.0682	-0.5270	-0.2588
พะเยา	-0.4026	0.1212	-0.6482	-0.1719
บุรีรัมย์	-0.4527	0.0780	-0.6074	-0.3019
อำนาจเจริญ	-0.4950	0.1414	-0.7782	-0.2258
ร้อยเอ็ด	-0.4952	0.0843	-0.6623	-0.3319

มุกดาหาร	-0.5049	0.1318	-0.7662	-0.2509
สุรินทร์	-0.5056	0.0844	-0.6730	-0.3412
นครพนม	-0.5334	0.1123	-0.7573	-0.3184
กาฬสินธุ์	-0.5698	0.0948	-0.7576	-0.3865
แม่ฮ่องสอน	-0.5904	0.1725	-0.9392	-0.2646
ชัยภูมิ	-0.6026	0.0959	-0.7936	-0.4183
หนองบัวลำภู	-0.6178	0.1341	-0.8861	-0.3606
อุดรธานี	-0.6373	0.0812	-0.7992	-0.4802
สกลนคร	-0.6681	0.0948	-0.8565	-0.4856
หนองคาย	-0.7615	0.1091	-0.9802	-0.5529
มหาสารคาม	-0.8205	0.1100	-1.0390	-0.6092
ศรีสะเกษ	-0.9137	0.0998	-1.1140	-0.7228
ยโสธร	-1.0360	0.1418	-1.3210	-0.7688

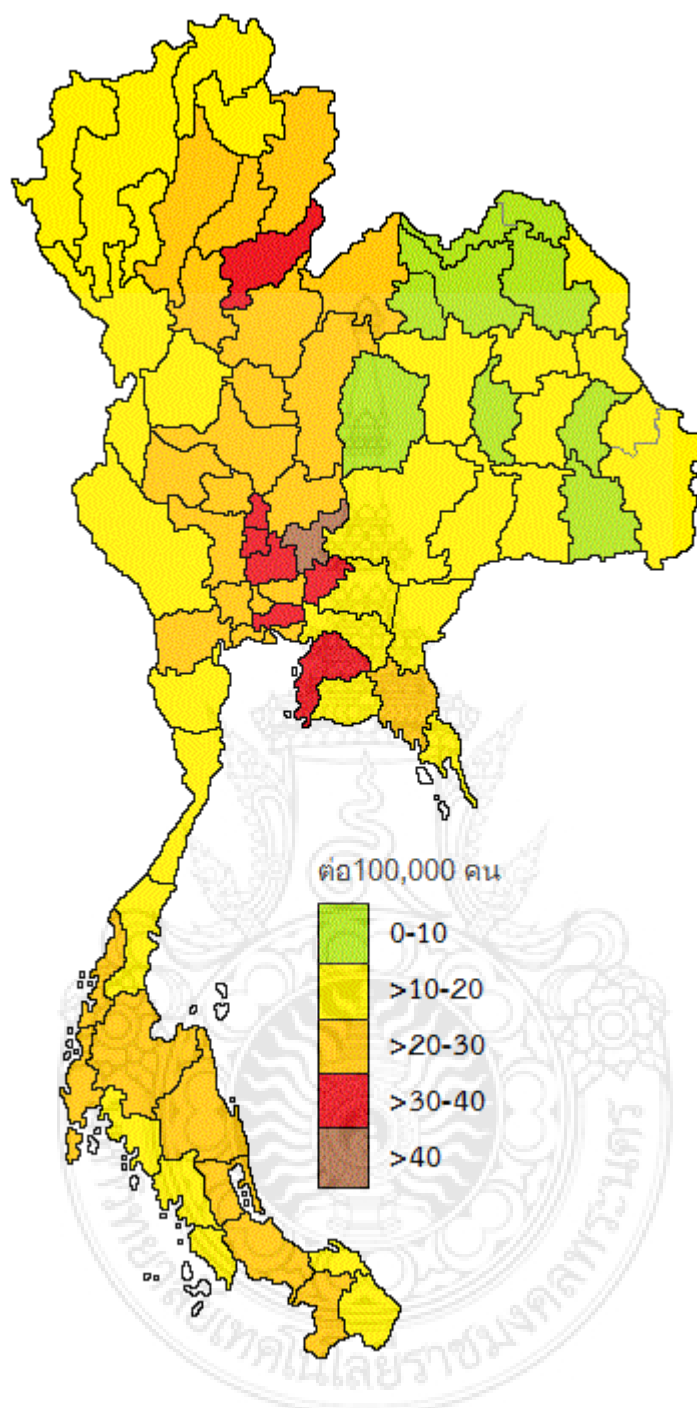
จากตารางที่ 10 พบว่า อิทธิพลเชิงพื้นที่ของจังหวัดที่มีโรคหัวใจขาดเลือดสูงที่สุด 10 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด สิงห์บุรี (0.7936) สระบุรี (0.7913) อุดรดิตต์ (0.6648) พระนครศรีอยุธยา (0.6467) อ่างทอง (0.5932) ชัยนาท (0.5240) นครสวรรค์ (0.5092) ลพบุรี (0.4889) นครนายก (0.4857) ราชบุรี (0.4276) นครศรีธรรมราช (0.4174)

4.6 แผนที่โรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด

แผนที่โรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด แสดงดังรูปที่ 2- รูปที่ 3 ตามลำดับดังนี้



รูปที่ 2 อัตราป่วยโรคความดันโลหิตสูงในแต่ละจังหวัด



รูปที่ 3 อัตราป่วยโรคหัวใจขาดเลือดในแต่ละจังหวัด

จากรูปที่ 2 และรูปที่ 3 เห็นได้ง่ายว่า จังหวัดใดบ้างที่ประชาชนมีความเสี่ยงสูงในการป่วยเป็นโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด ระดับความเสี่ยงดูจากความแตกต่างของสีในแต่ละจังหวัด

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การดำเนินการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ทางคณิตศาสตร์สำหรับสร้างแผนที่โรคหลายชนิด ประยุกต์ใช้กับโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด ในประเทศไทย ในครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อ ประเมินอัตราป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือดในแต่ละจังหวัดของประเทศไทย หาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด และเพื่อสร้างแผนที่โรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือดในประเทศไทย ตัวแปรตามคืออัตราผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด ในแต่ละจังหวัดของประเทศไทย มีการแจกแจงแบบ Poisson ปัจจัยที่นำมาศึกษาคือ รายได้เฉลี่ยต่อหัว และสัดส่วนนักเรียนนักศึกษา ผลการศึกษานี้มีประโยชน์ต่องานด้านการสาธารณสุข ในเรื่องการวางแผนป้องกันการเกิดโรคความดันโลหิตสูง และโรคหัวใจขาดเลือด

5.1 สรุปผลการวิจัย

ตัวอย่างที่ใช้ศึกษาในงานวิจัยนี้คือ ผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือดในประเทศไทย ปี 2553 จำนวน 849,583 คน และ 13,037 คน ตามลำดับ จำนวนผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือดเฉลี่ยต่อจังหวัด มีค่า 11,178.72 คน และ 171.54 คน ตามลำดับ รายได้เฉลี่ยต่อหัวต่อจังหวัด มีค่าเท่ากับ 114,943.84 บาท สัดส่วนนักเรียนนักศึกษา ต่อจังหวัด มีค่าเท่ากับ 144,536.07 คน จำนวนประชากรกลางปีเฉลี่ยต่อจังหวัด 844,443.039 คน ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

ตัวแบบที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงของการป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือดคือ ตัวแบบ GLMM ที่มีอิทธิพลเชิงพื้นที่แบบพหุรวมอยู่ด้วย ผลการวิเคราะห์พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเสี่ยงของการป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด คือ รายได้เฉลี่ยต่อหัว ($RR = 1.0002$) สัดส่วนนักเรียนนักศึกษา ($RR = 1.0186$) นั่นคือถ้ารายได้เฉลี่ยต่อหัวเพิ่มขึ้น 1 พันบาท ความเสี่ยงของการป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด จะเพิ่มขึ้น ร้อยละ 0.02 และถ้าสัดส่วนนักเรียนนักศึกษาขึ้นร้อยละ 1 ความเสี่ยงของการป่วยโรคความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจขาดเลือด จะเพิ่มขึ้น ร้อยละ 1.86

จังหวัดที่มีอัตราการป่วยโรคความดันโลหิตสูง 10 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด ดังนี้ สิงห์บุรี (3,009.00) อ่างทอง (2,688.00) อุทัยธานี (2,546.00) น่าน (2,316.00) พระนครศรีอยุธยา (2,312.00) อุตรดิตถ์ (2,302.00) สมุทรสงคราม (2,236.00) นครนายก (1,965.00) สุพรรณบุรี (1,965.00) และนครปฐม (1,911.00)

จังหวัด ที่มีอัตราการป่วยโรคหัวใจขาดเลือดสูงสุด 10 อันดับแรก เรียงลำดับจากมากสุดถึงน้อยสุด ดังนี้ สระบุรี (40.97) สิงห์บุรี (39.68) พระนครศรีอยุธยา (39.43) กรุงเทพมหานคร (35.49) อุตรดิตถ์ (34.93) อ่างทอง (33.40) นครนายก (31.87) ชลบุรี (30.34) ลพบุรี (29.28) นครสวรรค์ (29.06)

5.2 อภิปรายผล

เป็นที่ยอมรับกันว่า ความเครียดเป็นปัจจัยหนึ่งของการเกิดโรค ความดันโลหิตสูง และโรคหัวใจขาดเลือด ความเครียดสามารถเกิดได้ทุกแห่งทุกเวลาอาจจะเกิดจากสาเหตุภายนอกเช่น การย้ายบ้าน การเปลี่ยนงาน ความเจ็บป่วย การหย่าร้าง ภาวะว่างงานความสัมพันธ์กับเพื่อน ครอบครัว หรืออาจจะเกิดจากภายในผู้ป่วยเอง เช่นความต้องการเรียนดี ความต้องการเป็นหนึ่ง หรือความเจ็บป่วย

ความเครียดเป็นระบบเตือนภัยของร่างกาย ให้เตรียมพร้อมที่กระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง การมีความเครียดมากเกินไปไม่เป็นผลดีต่อสุขภาพ ก่อให้เกิดอาการปวดศีรษะ ปวดกล้ามเนื้อ หัวใจเต้นเร็ว แน่นท้อง มือเท้าเย็น ความเครียดมีทั้งแบบที่เกิดขึ้นทันที (Acute Stress) และแบบเรื้อรัง (Chronic Stress) ความเครียดที่เกิดขึ้นทันที และร่างกายก็ตอบสนองต่อความเครียดนั้นทันทีเหมือนกัน โดยมีการหลั่งฮอร์โมนความเครียด เมื่อความเครียดหายไป ร่างกายก็จะกลับสู่ปกติเหมือนเดิมฮอร์โมนก็จะกลับสู่ปกติ ตัวอย่างเช่น ความเครียดที่เกิดจาก เสียง อากาศเย็นหรือร้อน ชุมชนที่คนมาก ๆ ความกลัว ตกใจ หิวข้าว และ อันตราย ความเครียดเรื้อรังเป็นความเครียดที่เกิดขึ้นทุกวัน และร่างกายไม่สามารถตอบสนองหรือแสดงออกต่อความเครียดนั้น ซึ่งเมื่อนานวันเข้าความเครียดนั้นก็สะสมเป็นความเครียดเรื้อรัง ตัวอย่างความเครียดเรื้อรัง เช่น ความเครียดที่ทำงาน ความเครียดที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ความเครียดของแม่บ้าน และความเหงา

เมื่อมีความเครียดร่างกายจะหลั่งฮอร์โมนที่เรียกว่า cortisol และ adrenaline ฮอร์โมนดังกล่าวจะทำให้ความดันโลหิตสูงและหัวใจเต้นเร็วเพื่อเตรียมพร้อมให้ร่างกายแข็งแรง และมีพลังงาน

พร้อมที่จะกระทำเช่นการวิ่งหนีอันตราย การยกของหนักไฟฟ้าหากได้กระทำฮอร์โมนนั้นจะถูกใช้ไป ความกดดัน หรือความเครียดจะหายไป แต่ความเครียดหรือความกดดันมักจะเกิดขณะที่นั่งทำงาน ขับรถ ความเครียดหรือความกดดันไม่สามารถกระทำออกมาได้เกิดโดยที่ไม่รู้ตัว ทำให้ฮอร์โมน เหล่านั้นสะสมในร่างกายจนกระทั่งเกิดอาการทางกายและทางใจ อาการที่ปรากฏทางกายเช่น ความดันโลหิตสูง ทางใจเช่น เป็นโรคซึมเศร้าและวิตกกังวล ความดันโลหิตสูงเป็นปัจจัยเสี่ยงของการเกิด หลอดเลือดแดงแข็ง ทำให้หลอดเลือดแดงแข็ง และตีบ โดยมีการสะสมของไขมันที่ผนังหลอดเลือด หากไขมันในเลือดสูง จะทำให้หลอดเลือดแดงตีบเร็วขึ้น ทำให้เลือดไปเลี้ยงร่างกายไม่พอ เกิด โรคหัวใจขาดเลือดได้

จังหวัดที่มีรายได้ต่อหัวสูง ได้แก่จังหวัดที่เป็นชุมชนเมือง เป็นที่ตั้งสถาบันการศึกษาขนาดใหญ่ และเป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ระยอง (972,306) สมุทรสาคร (549,621) สมุทรปราการ (509,318) พระนครศรีอยุธยา (432,080) ชลบุรี (383,377) กรุงเทพมหานคร (320,358) จังหวัดที่มีสัดส่วนนักเรียนนักศึกษาสูง ได้แก่ มุกดาหาร (63.48) อุตรดิตถ์ (65.12) สตูล (96.81) สมุทรสงคราม (98.03) ระนอง (123.67) พระนครศรีอยุธยา (1736.56) ความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ การรุกคืบเข้ามาของเทคโนโลยี กระแสบริโภคนิยม ตลอดจนสิ่งอำนวยความสะดวก ซึ่งเอื้อให้ผู้คนสามารถดำเนินชีวิตได้อย่างสะดวกสบายและรวดเร็วกว่าเดิม ขณะเดียวกัน ปัญหาทางด้านสุขภาพที่เกิดขึ้นตามมา ไม่เพียงส่งผลต่อร่างกาย แต่ยังกระทบต่อสุขภาพจิตใจอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ทั้งภาวะโรคเครียด อาการซึมเศร้า สภาวะความไม่มั่นคง ทางอารมณ์ และโรคไม่เกรน เป็นต้น จึงมีความเป็นไปได้ที่จังหวัดที่มีรายได้ต่อหัวสูง หรือ สัดส่วนนักเรียนนักศึกษาสูง ประชาชน จะมีความเครียดมากกว่าจังหวัดที่มีรายได้ต่อหัวต่ำ หรือ สัดส่วนนักเรียนนักศึกษาต่ำ ตามลำดับ ส่งผลให้อัตราป่วยโรคความดันโลหิตสูง และหัวใจขาดเลือด สูงตามไปด้วย

จังหวัดที่มีอัตราการเกิดโรคความดันโลหิตสูง และโรคหัวใจขาดเลือด สูงสุด ส่วนใหญ่อยู่ในภาคกลาง ซึ่งเป็นแหล่งความเจริญของเมืองใหญ่ ประชาชนจึงมีโอกาสมีความเครียดสูง ส่งผลให้เกิดโรคความดันโลหิตสูง และหัวใจขาดเลือดตามมา

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลระดับจังหวัด ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จึงเป็นการแสดงให้เห็นภาพโดยรวม ในการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาในระดับบุคคล หรือระดับพื้นที่ที่เล็กลง

5.3.2 นำตัวแบบ ไปประยุกต์ใช้กับข้อมูลผู้ป่วยโรคอื่นๆ หรือประเภทอื่นที่มีลักษณะเดียวกัน

5.3.3 พัฒนาตัวแบบไปใช้กับข้อมูลผู้ป่วยโรคอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์กันมากกว่า 2 ชนิด เช่น ความดันโลหิตสูง หัวใจขาดเลือด เบาหวาน เป็นต้น



บรรณานุกรม

- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2555. รายได้เฉลี่ยครัวเรือนต่อปี [online]. Available from: URL: http://service.nso.go.th/nso/nso_center/project/search_center/23project-th.htm [20 ธันวาคม 2556].
- สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค. 2555. Available from: URL: <http://thaincd.com/information-statistic/non-communicable-disease-data.php> [20 ธันวาคม 2556].
- Banerjee, S., B.P. Carlin and A.E. Gelfand. 2004. Hierarchical Modeling and Analysis for Spatial Data. Chapman and Hall/CRC Press. FL.
- Besag J. 1974. Spatial interaction and the statistical analysis of lattice systems (with discussion). Journal of Royal Statistical Society, Series B, 36:192-236.
- Breslow NE. and Day NE. 1975. Indirect standardization and multiplicative models for rates, with reference to the age adjustment of cancer incidence and relative frequency data. Journal of Chronic Diseases, 28: 289-303.
- Carlin BP and Banerjee S. (2003). Hierarchical multivariate CAR models for spatially correlated survival data. In Bayesian Statistics 7. Oxford: Oxford University Press, 45-64.
- Clayton D and Kaldor J. 1987. Empirical Bayes estimates of age-standardized relative risks for use in disease mapping. Biometrics, 43: 671-681.

- Congdon P. 2006. Bayesian Statistical Modelling, 2nd ed., John Wiley & Sons: New York, 1-56.
- Gelfand AE and Vounatsou P. 2003. Proper multivariate conditional autoregressive models for spatial data analysis. *Biostatistics*, 4(1): 11–25.
- Kleinschmidt I, Sharp BL, Clarke CPY, Curtis B and Frasez C. 2001. Use of generalized linear mixed models in the spatial analysis of small area malaria incidence rates in KwaZulu Natal, South Africa. *Am J Epidemiol*, 153:1213-1221.
- Knorr-Held L. and Rue H. 2002. On block updating in Markov random field models for disease mapping. *Scandinavian Journal of Statistics*.
- McCullagh, P. and J. Nelder. 1989. *Generalized Linear Models*. 2nd ed. Chapman and Hall/CRC, Boca Raton.
- Nandram B, Lui J, and Choi J. 2005. A Comparison of the Posterior Choropleth Maps for Disease Mapping. *Journal of Data Science*, 3:47-68.
- Mabaso MLH, Craig M, Vounatsou P, Smith T. 2005. Towards empirical description of malaria seasonality in southern Africa: the example of Zimbabwe. *Trop Med Int Health*, 10:909-918.
- Mueller I, Vounatsou P, Allen B. J. and Smith T. 2001. Spatial patterns of child growth in Papua NewGuinea and their relation to environment, diet, socio-economic status and subsistence activities. *Annals of Human Biology*, 28: 263–280.

Tobler, W. 1970. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region.

Economic Geography 46(2.7): 234-240.



ภาคผนวก

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางผนวกที่ 1 อัตราป่วยโรคความดันโลหิตสูงแต่ละจังหวัด ต่อประชากร 100,000 คน

จังหวัด	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc	mean
กระบี่	RR1[1]	921.60	15.05	0.05	892.30	921.60	951.20
กรุงเทพมหานคร	RR1[2]	1669.00	5.67	0.02	1658.00	1669.00	1680.00
กาญจนบุรี	RR1[3]	1685.00	14.21	0.04	1657.00	1685.00	1712.00
กาฬสินธุ์	RR1[4]	989.30	10.04	0.03	969.90	989.20	1009.00
กำแพงเพชร	RR1[5]	1450.00	14.17	0.04	1422.00	1450.00	1478.00
ขอนแก่น	RR1[6]	1511.00	9.29	0.03	1492.00	1511.00	1529.00
จันทบุรี	RR1[7]	1585.00	17.75	0.06	1551.00	1585.00	1620.00
ฉะเชิงเทรา	RR1[8]	1612.00	15.64	0.05	1582.00	1612.00	1643.00
ชลบุรี	RR1[9]	1462.00	10.96	0.03	1441.00	1462.00	1484.00
ชัยนาท	RR1[10]	1492.00	21.05	0.06	1451.00	1492.00	1533.00
ชัยภูมิ	RR1[11]	908.80	9.03	0.03	891.20	908.80	926.60
ชุมพร	RR1[12]	1380.00	17.03	0.05	1347.00	1380.00	1414.00
เชียงราย	RR1[13]	1175.00	9.78	0.03	1156.00	1175.00	1194.00
เชียงใหม่	RR1[14]	1410.00	9.24	0.03	1392.00	1410.00	1428.00
ตรัง	RR1[15]	1528.00	15.81	0.05	1497.00	1528.00	1559.00
ตราด	RR1[16]	1896.00	29.27	0.10	1839.00	1896.00	1954.00
ตาก	RR1[17]	1101.00	14.38	0.05	1072.00	1101.00	1129.00
นครนายก	RR1[18]	1965.00	28.09	0.08	1911.00	1965.00	2021.00
นครปฐม	RR1[19]	1911.00	15.28	0.05	1881.00	1911.00	1941.00
นครพนม	RR1[20]	608.20	9.31	0.03	590.00	608.20	626.60
นครราชสีมา	RR1[21]	1304.00	7.12	0.02	1290.00	1304.00	1318.00
นครศรีธรรมราช	RR1[22]	1298.00	9.27	0.03	1280.00	1298.00	1317.00
นครสวรรค์	RR1[23]	1544.00	12.03	0.04	1521.00	1544.00	1568.00

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc	mean
นนทบุรี	RR1[24]	1427.00	11.94	0.04	1404.00	1427.00	1450.00
นราธิวาส	RR1[25]	1159.00	12.82	0.04	1134.00	1159.00	1184.00
น่าน	RR1[26]	2316.00	22.04	0.07	2273.00	2316.00	2359.00
บุรีรัมย์	RR1[27]	1026.00	8.16	0.03	1011.00	1026.00	1043.00
ปทุมธานี	RR1[28]	1113.00	11.27	0.03	1091.00	1113.00	1135.00
ประจวบคีรีขันธ์	RR1[29]	1626.00	18.10	0.05	1590.00	1626.00	1661.00
ปราจีนบุรี	RR1[30]	1580.00	18.58	0.06	1544.00	1580.00	1617.00
ปัตตานี	RR1[31]	833.20	11.44	0.03	811.10	833.20	855.70
พระนครศรีอยุธยา	RR1[32]	2312.00	17.46	0.06	2278.00	2312.00	2346.00
พะเยา	RR1[33]	1558.00	17.93	0.06	1523.00	1557.00	1593.00
พังงา	RR1[34]	1800.00	27.01	0.08	1747.00	1800.00	1854.00
พัทลุง	RR1[35]	1527.00	17.46	0.06	1493.00	1527.00	1561.00
พิจิตร	RR1[36]	1349.00	15.56	0.05	1318.00	1349.00	1379.00
พิษณุโลก	RR1[37]	1897.00	15.00	0.05	1868.00	1897.00	1927.00
เพชรบุรี	RR1[38]	1585.00	18.57	0.06	1549.00	1585.00	1621.00
เพชรบูรณ์	RR1[39]	1144.00	10.71	0.03	1123.00	1144.00	1165.00
แพร่	RR1[40]	1636.00	18.73	0.06	1600.00	1636.00	1673.00
ภูเก็ต	RR1[41]	1341.00	20.81	0.06	1301.00	1341.00	1382.00
มหาสารคาม	RR1[42]	1132.00	10.98	0.04	1111.00	1132.00	1154.00
มุกดาหาร	RR1[43]	754.80	14.98	0.05	725.70	754.60	784.40
แม่ฮ่องสอน	RR1[44]	725.90	16.91	0.05	693.00	725.70	759.30
ยโสธร	RR1[45]	396.90	4.76	0.01	387.60	396.90	406.20
ยะลา	RR1[46]	948.60	14.22	0.05	920.90	948.60	976.50
ร้อยเอ็ด	RR1[47]	875.40	8.17	0.03	859.40	875.40	891.40
ระนอง	RR1[48]	1484.00	28.65	0.09	1429.00	1484.00	1541.00
ระยอง	RR1[49]	1341.00	15.18	0.05	1311.00	1341.00	1371.00
ราชบุรี	RR1[50]	1755.00	14.59	0.04	1727.00	1755.00	1784.00

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

จังหวัด	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc	mean
ลพบุรี	RR1[51]	1794.00	15.45	0.05	1764.00	1794.00	1825.00
ลำปาง	RR1[52]	1745.00	15.04	0.05	1716.00	1745.00	1775.00
ลำพูน	RR1[53]	1020.00	15.88	0.05	989.40	1020.00	1052.00
เลย	RR1[54]	1631.00	16.25	0.05	1599.00	1631.00	1663.00
ศรีสะเกษ	RR1[55]	82.68	2.39	0.01	78.08	82.65	87.42
สกลนคร	RR1[56]	985.80	9.43	0.03	967.50	985.80	1004.00
สงขลา	RR1[57]	1229.00	9.65	0.03	1210.00	1229.00	1248.00
สตูล	RR1[58]	1040.00	19.11	0.06	1003.00	1040.00	1078.00
สมุทรปราการ	RR1[59]	1061.00	9.76	0.03	1042.00	1061.00	1080.00
สมุทรสงคราม	RR1[60]	2236.00	33.83	0.11	2170.00	2236.00	2302.00
สมุทรสาคร	RR1[61]	1871.00	20.07	0.06	1832.00	1871.00	1911.00
สระแก้ว	RR1[62]	1007.00	13.61	0.05	980.50	1007.00	1034.00
สระบุรี	RR1[63]	1731.00	16.86	0.05	1699.00	1731.00	1765.00
สิงห์บุรี	RR1[64]	3009.00	37.34	0.12	2936.00	3009.00	3082.00
สุโขทัย	RR1[65]	1413.00	15.22	0.05	1383.00	1413.00	1443.00
สุพรรณบุรี	RR1[66]	1965.00	15.27	0.05	1935.00	1965.00	1995.00
สุราษฎร์ธานี	RR1[67]	1185.00	11.06	0.04	1163.00	1185.00	1207.00
สุรินทร์	RR1[68]	868.30	7.94	0.02	852.90	868.30	883.90
หนองคาย	RR1[69]	1033.00	10.75	0.03	1012.00	1033.00	1055.00
หนองบัวลำภู	RR1[70]	780.70	12.51	0.04	756.30	780.60	805.60
อ่างทอง	RR1[71]	2688.00	30.75	0.10	2628.00	2688.00	2749.00
อำนาจเจริญ	RR1[72]	1066.00	17.01	0.06	1033.00	1065.00	1099.00
อุดรธานี	RR1[73]	996.20	8.08	0.03	980.40	996.20	1012.00
อุตรดิตถ์	RR1[74]	2302.00	22.26	0.07	2259.00	2302.00	2346.00
อุทัยธานี	RR1[75]	2546.00	27.83	0.09	2492.00	2546.00	2601.00
อุบลราชธานี	RR1[76]	1043.00	7.64	0.02	1028.00	1043.00	1058.00

ตารางผนวกที่ 2 อัตราป่วยโรคหัวใจขาดเลือดในแต่ละจังหวัด ต่อประชากร 100,000 คน

จังหวัด	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc	mean
กระบี่	RR2[1]	18.20	1.93	0.01	14.66	18.13	22.21
กรุงเทพมหานคร	RR2[2]	35.49	0.78	0.00	33.99	35.49	37.03
กาญจนบุรี	RR2[3]	19.66	1.45	0.00	16.93	19.63	22.61
กาฬสินธุ์	RR2[4]	10.02	0.91	0.00	8.32	9.98	11.90
กำแพงเพชร	RR2[5]	19.82	1.55	0.01	16.89	19.78	22.99
ขอนแก่น	RR2[6]	12.91	0.80	0.00	11.40	12.89	14.54
จันทบุรี	RR2[7]	26.22	2.18	0.01	22.14	26.16	30.68
ฉะเชิงเทรา	RR2[8]	19.82	1.59	0.01	16.83	19.78	23.06
ชลบุรี	RR2[9]	30.34	1.55	0.01	27.37	30.31	33.45
ชัยนาท	RR2[10]	28.59	2.70	0.01	23.58	28.49	34.17
ชัยภูมิ	RR2[11]	9.53	0.87	0.00	7.91	9.51	11.32
ชุมพร	RR2[12]	19.60	1.91	0.01	16.05	19.53	23.53
เชียงราย	RR2[13]	13.97	1.03	0.00	12.01	13.94	16.07
เชียงใหม่	RR2[14]	18.31	1.02	0.00	16.37	18.29	20.38
ตรัง	RR2[15]	19.24	1.67	0.01	16.11	19.20	22.67
ตราด	RR2[16]	12.79	2.27	0.01	8.76	12.64	17.67
ตาก	RR2[17]	19.20	1.65	0.01	16.12	19.15	22.59
นครนายก	RR2[18]	31.87	3.21	0.02	25.96	31.74	38.51
นครปฐม	RR2[19]	22.34	1.56	0.01	19.39	22.30	25.50
นครพนม	RR2[20]	10.73	1.16	0.00	8.58	10.69	13.14
นครราชสีมา	RR2[21]	15.82	0.76	0.00	14.37	15.81	17.35
นครศรีธรรมราช	RR2[22]	27.61	1.33	0.00	25.06	27.59	30.29
นครสวรรค์	RR2[23]	29.06	1.57	0.01	26.06	29.02	32.22
นนทบุรี	RR2[24]	26.28	1.55	0.01	23.33	26.25	29.44
นราธิวาส	RR2[25]	19.15	1.61	0.01	16.15	19.10	22.43
น่าน	RR2[26]	26.45	2.25	0.01	22.22	26.38	31.04

บุรีรัมย์	RR2[27]	11.56	0.82	0.00	10.01	11.54	13.23
-----------	---------	-------	------	------	-------	-------	-------

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

จังหวัด	mean	sd	MC_error	val2.5pc	median	val97.5pc	mean
ปทุมธานี	RR2[28]	28.14	1.73	0.01	24.84	28.10	31.65
ประจวบคีรีขันธ์	RR2[29]	17.01	1.78	0.01	13.72	16.94	20.70
ปราจีนบุรี	RR2[30]	19.57	1.92	0.01	16.01	19.50	23.51
ปัตตานี	RR2[31]	13.90	1.40	0.00	11.32	13.86	16.75
พระนครศรีอยุธยา	RR2[32]	39.43	2.22	0.01	35.20	39.39	43.87
พะเยา	RR2[33]	11.86	1.41	0.00	9.26	11.81	14.76
พังงา	RR2[34]	22.66	2.70	0.01	17.73	22.54	28.25
พัทลุง	RR2[35]	25.65	2.14	0.01	21.64	25.59	30.03
พิจิตร	RR2[36]	24.88	2.00	0.01	21.11	24.83	28.96
พิษณุโลก	RR2[37]	28.54	1.76	0.01	25.20	28.50	32.09
เพชรบุรี	RR2[38]	18.74	1.91	0.01	15.19	18.67	22.68
เพชรบูรณ์	RR2[39]	20.65	1.35	0.00	18.09	20.62	23.40
แพร่	RR2[40]	21.73	1.97	0.01	18.07	21.66	25.79
ภูเก็ต	RR2[41]	22.09	2.62	0.01	17.27	21.98	27.54
มหาสารคาม	RR2[42]	8.54	0.87	0.00	6.94	8.51	10.32
มุกดาหาร	RR2[43]	11.06	1.44	0.01	8.47	10.98	14.09
แม่ฮ่องสอน	RR2[44]	10.54	1.80	0.01	7.34	10.43	14.34
ยโสธร	RR2[45]	5.00	0.49	0.00	4.09	4.98	6.00
ยะลา	RR2[46]	21.49	2.03	0.01	17.70	21.42	25.66
ร้อยเอ็ด	RR2[47]	10.62	0.83	0.00	9.05	10.60	12.31
ระนอง	RR2[48]	22.04	3.08	0.01	16.48	21.87	28.50
ระยอง	RR2[49]	19.42	1.79	0.01	16.06	19.37	23.10
ราชบุรี	RR2[50]	28.24	1.78	0.01	24.88	28.19	31.83
ลพบุรี	RR2[51]	29.28	1.88	0.01	25.73	29.24	33.09
ลำปาง	RR2[52]	23.64	1.64	0.01	20.55	23.60	26.99
ลำพูน	RR2[53]	16.01	1.83	0.01	12.64	15.94	19.76

เลย	RR2[54]	21.57	1.74	0.01	18.33	21.52	25.17
-----	---------	-------	------	------	-------	-------	-------

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ศรีสะเกษ	RR2[55]	7.28	0.69	0.00	5.99	7.26	8.70
สกลนคร	RR2[56]	9.47	0.85	0.00	7.88	9.45	11.21
สงขลา	RR2[57]	23.18	1.29	0.00	20.73	23.16	25.79
สตูล	RR2[58]	17.76	2.26	0.01	13.62	17.66	22.50
สมุทรปราการ	RR2[59]	23.88	1.44	0.01	21.13	23.85	26.78
สมุทรสงคราม	RR2[60]	16.14	2.49	0.01	11.64	16.01	21.38
สมุทรสาคร	RR2[61]	27.50	2.32	0.02	23.17	27.43	32.25
สระแก้ว	RR2[62]	16.45	1.59	0.01	13.50	16.40	19.72
สระบุรี	RR2[63]	40.97	2.51	0.01	36.20	40.92	46.01
สิงห์บุรี	RR2[64]	39.68	3.86	0.01	32.51	39.55	47.65
สุโขทัย	RR2[65]	21.77	1.74	0.01	18.50	21.72	25.30
สุพรรณบุรี	RR2[66]	26.00	1.64	0.01	22.86	25.96	29.30
สุราษฎร์ธานี	RR2[67]	22.97	1.48	0.00	20.15	22.94	25.96
สุรินทร์	RR2[68]	11.08	0.86	0.00	9.47	11.06	12.83
หนองคาย	RR2[69]	8.32	0.88	0.00	6.69	8.29	10.13
หนองบัวลำภู	RR2[70]	9.40	1.23	0.00	7.16	9.34	11.97
อ่างทอง	RR2[71]	33.40	3.24	0.01	27.39	33.28	40.09
อำนาจเจริญ	RR2[72]	11.01	1.53	0.01	8.25	10.93	14.21
อุดรธานี	RR2[73]	9.73	0.74	0.00	8.33	9.71	11.24
อุตรดิตถ์	RR2[74]	34.93	2.61	0.01	29.99	34.86	40.24
อุทัยธานี	RR2[75]	24.58	2.48	0.01	20.00	24.49	29.68
อุบลราชธานี	RR2[76]	18.56	1.00	0.00	16.65	18.54	20.58

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล: ผศ. สุนีย์ สัมมาทัต

(Assist. Prof. Sunee Sammatat)

ตำแหน่ง: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ

การศึกษา: วท.ม. (คณิตศาสตร์ประยุกต์) มหาวิทยาลัยมหิดล

ชื่อ-สกุล: ผศ. นิตยา บุญสิทธิ์

(Assist. Prof. Nittaya Boonsith)

ตำแหน่ง: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ

การศึกษา: ค.ม (คณิตศาสตร์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อ-สกุล: นายกฤษฏา เหล็กดี

(Mr. Krisada Lekdee)

ตำแหน่ง: อาจารย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ

การศึกษา: ปว.ด (สถิติ) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์