

## ระบาดวิทยาภูมิศาสตร์ในงานสาธารณสุข

มธุรส ทิพย์มงคลกุล\*

### บทคัดย่อ

จากแนวคิดที่ว่า การเกิดโรคมีลักษณะเฉพาะในแต่ละพื้นที่ และไม่ได้เกิดขึ้นโดยบังเอิญ หรือโดยสุ่ม ลักษณะทางกายภาพและชีวภาพในแต่ละพื้นที่เป็นตัวกำหนดให้ การเกิดโรคมีลักษณะเป็นกลุ่มก้อน ระบาดวิทยาภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือในงานสาธารณสุข ที่พัฒนาจากแนวคิดดังกล่าว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพรรณนาและวิเคราะห์สถานการณ์โรคในแต่ละพื้นที่ ตามปัจจัยประชากร สิ่งแวดล้อม สังคม พฤติกรรม และพันธุกรรม รวมถึงประยุกต์ระบาดวิทยาเชิงนิเวศ ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ และสถิติเชิงภูมิศาสตร์ เพื่อระบุปัจจัยเชิงนิเวศที่เกี่ยวข้องกับ

สถานการณ์โรคในแต่ละพื้นที่ ปัจจุบันนี้ระบาดวิทยาภูมิศาสตร์ได้ถูกประยุกต์ใช้ในการศึกษาของหลายแขนงวิชา เช่น อาชีววิทยา สาธารณสุขศาสตร์สิ่งแวดล้อม สังคมศาสตร์การแพทย์ รวมถึงการประยุกต์ใช้ในการเฝ้าระวังโรค การศึกษาระบาดวิทยาภูมิศาสตร์ในงานสาธารณสุขมีส่วนช่วยวางแผนทรัพยากร วางแผนบริการสุขภาพ ดำเนินงานป้องกันและควบคุมโรค และประเมินผลโครงการป้องกัน ควบคุมโรค

**คำสำคัญ:** ระบาดวิทยา, ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์, สาธารณสุข



## บทนำ

เป็นเวลาหลายทศวรรษที่ระบาดวิทยาภูมิศาสตร์ (Spatial Epidemiology หรือ Geographical Epidemiology) ได้ถูกกล่าวถึงอย่างต่อเนื่องในงานวิจัยด้านสาธารณสุข ดังแสดงให้เห็นด้วยจำนวนรายงานทางวิชาการ และรายงานผลการดำเนินงานของหน่วยบริการสาธารณสุข ที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่น การนำเสนอแผนที่การระบาดของโรคชิกุนกูญา แผนที่แสดงพื้นที่การระบาดของโรคไข้หวัดนก จึงอาจก่อให้เกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า ระบาดวิทยาภูมิศาสตร์ เป็นเพียงการแสดงผลแผนที่โรค ซึ่งในความเป็นจริงแล้วการแสดงผลแผนที่นี้เป็นเพียงบางส่วนของระบาดวิทยาภูมิศาสตร์เท่านั้น มีการศึกษาระบาดวิทยาภูมิศาสตร์อีกมากมายที่ไม่ใช่การแสดงผลแผนที่ ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจแนวคิด และหลักการดำเนินการวิจัยทางระบาดวิทยาภูมิศาสตร์ที่ถูกต้อง บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประมวลแนวคิด และรูปแบบการศึกษาระบาดวิทยาภูมิศาสตร์ที่นอกเหนือไปกว่าการแสดงผลแผนที่การกระจายของโรค

## ความหมายและขอบเขตของการศึกษาทางระบาดวิทยา

การศึกษาทางระบาดวิทยา เป็นการศึกษาสถานการณ์โรคตามลักษณะของ บุคคล เวลา และสถานที่ และการค้นหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์โรคนั้น ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าความเข้าใจกระบวนการและรู้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อกระบวนการเกิดสถานการณ์ตามลักษณะบุคคล เวลา และสถานที่จะเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการกำหนดแนวทางการส่งเสริมสุขภาพหรือป้องกันโรค แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาทางระบาดวิทยาเกือบทั้งหมด มักมุ่งเน้นการศึกษาตามลักษณะของบุคคล และเวลา (อนุกรมเวลา) ถึงแม้ว่าความ

เข้าใจกระบวนการเกิดโรคตามลักษณะของสถานที่และปัจจัยเชิงพื้นที่ซึ่งไม่ใช่เพียงปัจจัยทางกายภาพแต่รวมถึงปัจจัยเชิงสังคมด้วย สามารถทำให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดโรค กับ วิถีชีวิต บริบททางสังคม และสิ่งแวดล้อมได้ดียิ่งขึ้น เนื่องด้วยความพร้อมด้านเทคโนโลยีสารสนเทศในอดีต และระบบข้อมูลสุขภาพที่สนับสนุนข้อมูลสำหรับการศึกษาทางระบาดวิทยาตามลักษณะของสถานที่ที่มีไม่เพียงพอ ทำให้องค์ความรู้ของกระบวนการเกิดโรคตามลักษณะของสถานที่มีน้อยมาก และพัฒนาการช้ากว่าองค์ความรู้ของกระบวนการเกิดโรคตามลักษณะของบุคคลและเวลา

แต่ในปัจจุบันนี้ความก้าวหน้าทางวิทยาการด้านสารสนเทศสุขภาพ (Health Informatics) และระบบเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) รวมถึงความก้าวหน้าของระบบคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ระบบข้อมูลสุขภาพมีความครบถ้วน สามารถครอบคลุมข้อมูลด้านพื้นที่และระบบคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการเชื่อมโยง และประมวลผลข้อมูล ความพร้อมของข้อมูลกระตุ้นให้นักระบาดวิทยาและนักสาธารณสุข กลับมาให้ความสำคัญต่อการศึกษาทางระบาดวิทยาตามลักษณะของสถานที่อีกครั้ง โดยการประยุกต์ใช้ GIS ในการเชื่อมโยงข้อมูลสุขภาพและข้อมูลพื้นที่ในการประมวลผลเพื่อแสดงผลภาพ รวมทั้งการประยุกต์ใช้ชีวสถิติ เพื่ออธิบายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งในปัจจุบันเรียกว่า ระบาดวิทยาภูมิศาสตร์

## ขอบเขตแนวคิดของระบาดวิทยาภูมิศาสตร์

แนวคิดของระบาดวิทยาภูมิศาสตร์มีความชัดเจนมากขึ้นเมื่อ Dr. Evgeny Nikanorovich Pavlovsky นักปรสิตรัสเซีย ชาวรัสเซีย กล่าวว่า “การเกิดโรค

มีลักษณะเฉพาะในแต่ละพื้นที่ ซึ่งเกิดจากลักษณะเฉพาะขององค์ประกอบทางกายภาพและชีวภาพของแต่ละพื้นที่ที่เอื้อต่อการแพร่เชื้อโรคและขยายจำนวนพาหะนำโรค ถ้าหากลักษณะเฉพาะทางกายภาพและชีวภาพนั้นสามารถแสดงขอบเขตของพื้นที่ที่ชัดเจน ระดับความเสี่ยงของการเกิดโรคที่จะเกิดขึ้นทั้งในปัจจุบันและอนาคตก็เป็นสิ่งที่สามารถทำนายได้” ดังนั้นการศึกษาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทางกายภาพ ทางชีวภาพ และความเสี่ยงต่อการเกิดโรคของแต่ละพื้นที่ ช่วยพัฒนาความเข้าใจกลไกของสถานการณ์โรคในแต่ละพื้นที่ และช่วยให้สามารถทำนายความเสี่ยงหรือโอกาสเกิดสถานการณ์โรคได้ดียิ่งขึ้น<sup>1</sup>

46

แนวคิดดังกล่าวนำไปสู่วัตถุประสงค์ของระบาดวิทยาเชิงภูมิศาสตร์ที่ดำเนินการเพื่อพรรณนาและวิเคราะห์สถานการณ์โรคในแต่ละพื้นที่ตามปัจจัยประชากร สิ่งแวดล้อม สังคม และพฤติกรรม และต่อมาได้มีการประยุกต์ระบาดวิทยาเชิงนิเวศ (Eco-logical Study) GIS และสถิติเชิงภูมิศาสตร์ (Spatial Statistics) เพื่อใช้วิเคราะห์การกระจายตัวของโรคและพาหะนำโรค รวมถึงวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เพื่อระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์โรคในแต่ละสถานที่ ช่วงทศวรรษที่ผ่านมาระบาดวิทยาภูมิศาสตร์มีพัฒนาการอย่างรวดเร็วและมีการประยุกต์ใช้ในการศึกษาของหลายแขนงวิชา รวมทั้งในงานสาธารณสุขโดยมีส่วนช่วยในการวางแผนทรัพยากร การวางแผนบริการสุขภาพ การดำเนินการเฝ้าระวังและควบคุมโรคและงานวิจัยโดย ผลการศึกษานำมาใช้ในการตั้งสมมติฐานเพื่อเป็นแนวทางในการพิสูจน์ปัจจัยเชิงนิเวศที่สัมพันธ์กับการเกิดโรคได้ การศึกษาระบาดวิทยาภูมิศาสตร์สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทดังนี้ 1) การศึกษา

ระบาดวิทยาภูมิศาสตร์โดยใช้แผนที่ 2) การศึกษาระบาดวิทยาภูมิศาสตร์เชิงนิเวศ ซึ่งการศึกษาทั้ง 2 รูปแบบต้องมียุทธศาสตร์ประกอบของข้อมูลดังนี้<sup>2-4</sup>

## ลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาระบาดวิทยาภูมิศาสตร์

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาระบาดวิทยาภูมิศาสตร์ประกอบด้วยข้อมูลคุณสมบัติ (Attribute Data) และข้อมูลตำแหน่ง (Spatial Data)

**1. ข้อมูลคุณสมบัติ (Attribute Data)** เป็นข้อมูลที่บอกคุณลักษณะของแต่ละพื้นที่ หรือแต่ละข้อมูลตำแหน่ง ประกอบด้วย

**1.1 ข้อมูลทางระบาดวิทยา** หมายถึงข้อมูลที่บอกคุณลักษณะทางระบาดวิทยา ทั้งผลลัพธ์ และปัจจัยที่ต้องการศึกษาในแต่ละพื้นที่ เช่น จำนวนรายโรค สัดส่วนความชุก ข้อมูลประชากร และข้อมูลปัจจัยเสี่ยง เช่น จำนวนหญิง จำนวนโรงงาน จำนวนสถานพยาบาล เป็นต้น

**1.2 ข้อมูลทางภูมิศาสตร์** หมายถึงข้อมูลที่บอกคุณลักษณะทางภูมิศาสตร์ของแต่ละพื้นที่ เช่น ระดับความสูงของพื้นที่ ลักษณะความครอบคลุมของพื้นที่ เช่น พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าเบญจพรรณ ซึ่งข้อมูลทั้ง 2 ชนิดสามารถจำแนกตามชนิดการวัดออกได้เป็นข้อมูลจำแนก (Discrete Data) เช่น จำนวนรายโรค ระดับเศรษฐกิจของแต่ละหมู่บ้าน และข้อมูลต่อเนื่อง (Continuous Data) เช่น ระดับความสูงของพื้นที่ ระยะทางของแม่น้ำ หรือระยะทางของถนน ความแรงลม ระดับอุณหภูมิ ซึ่งลักษณะของข้อมูลคุณสมบัติจะใช้ในการกำหนดรูปแบบการนำเสนอแผนที่ และการเลือกใช้สถิติที่เหมาะสมต่อไป

Attribute data

| ID | Prov_Name          | X-coordinate | Y-coordinate | Pop     | Area(SqKm) |
|----|--------------------|--------------|--------------|---------|------------|
| 1  | Bangkok Metropolis | 100.62       | 13.77        | 5695956 | 1568.74    |
| 1  | Bangkok Metropolis | 100.62       | 13.77        | 5716248 | 1568.74    |
| 1  | Bangkok Metropolis | 100.62       | 13.77        | 5710883 | 1568.74    |
| 1  | Bangkok Metropolis | 100.62       | 13.77        | 5702595 | 1568.74    |
| 2  | Samut Prakan       | 100.71       | 13.6         | 1107626 | 1004.09    |
| 2  | Samut Prakan       | 100.71       | 13.6         | 1126940 | 1004.09    |
| 2  | Samut Prakan       | 100.71       | 13.6         | 1147224 | 1004.09    |
| 2  | Samut Prakan       | 100.71       | 13.6         | 1164105 | 1004.09    |
| 3  | Nonthaburi         | 100.39       | 13.92        | 999057  | 622.3      |
| 3  | Nonthaburi         | 100.39       | 13.92        | 1024191 | 622.3      |

Geocode                      Attribute data

**Figure 1** Characteristics of Attribute Data in Spatial Epidemiological Study.

**2. ข้อมูลตำแหน่ง (Spatial Data)** เป็นข้อมูลที่ระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ หรือระบุตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Geocode) เช่น พิกัดรุ้ง แวง (Latitude, Longitude) รหัสไปรษณีย์ โดยข้อมูลเชิงตำแหน่งนี้จะจำแนกออกได้เป็นข้อมูลจุด (Point Data) ข้อมูลพื้นที่ (Areal Data) และข้อมูลเส้น (Line Data)

**2.1 ข้อมูลจุด (Point Data)** หมายถึงข้อมูลที่จำแนกตามตำแหน่ง เช่น คร้วเรือน โรงเรียน โรงพยาบาล สถานที่ทำงาน โดยข้อมูลจุดนี้จะเป็นข้อมูลเชิงตำแหน่งที่มีความใกล้เคียงกับข้อมูลรายบุคคล

**2.2 ข้อมูลเส้น (Line Data)** หมายถึงข้อมูลที่เรียงต่อเนื่องกันเป็นความยาว เช่น ถนน แม่น้ำ เส้นทางการบิน เป็นต้น

**2.3 ข้อมูลพื้นที่ (Areal Data)** หมายถึงข้อมูลที่จำแนกรายพื้นที่ หรือขอบเขตการปกครอง เช่น ตำบล อำเภอ เขต หรือจังหวัด เป็นต้น

โดยส่วนใหญ่ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาระบาดวิทยาภูมิศาสตร์มักจะเป็นข้อมูลทุติยภูมิ ที่ไม่ได้วางแผนในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการศึกษาทางระบาดวิทยา ดังนั้นการตรวจสอบความถูกต้องและเที่ยงตรงของข้อมูลก่อนการวิเคราะห์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยตรวจสอบค่านิยาม รูปแบบการเก็บรวบรวมข้อมูล

รูปแบบการรายงาน และรหัสตัวแปรที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างพื้นที่ว่าเป็นรูปแบบเดียวกันหรือไม่ นอกจากนั้นควรตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลประชากร เพราะอาจส่งผลให้เกิดการประมาณค่าความเสี่ยงที่สูง หรือต่ำกว่าความเป็นจริงได้ นอกจากนั้นข้อควรพึงระวังอีกประการหนึ่งในการดำเนินการศึกษาระบาดวิทยาภูมิศาสตร์คือขนาดของหน่วยศึกษาหรือขนาดหน่วยพื้นที่ เช่น การเกิดโรคในระดับอำเภอ หรือ/และการเกิดโรคในระดับจังหวัด ถึงแม้จะเป็นข้อมูลโรคชนิดเดียวกัน และเป็นข้อมูลชุดเดียวกัน แต่การรวมผลที่แตกต่างกันตามระดับขอบเขตการปกครอง จะทำให้ผลการศึกษามีความแตกต่างกันไปเนื่องจากหากขนาดของหน่วยศึกษาใหญ่มากเกินไป จะมีความหลากหลายของรูปแบบการเกิดโรครภายในหน่วยศึกษาเอง เช่น ระหว่างหน่วยศึกษาเป็นอำเภอ ระดับของสถานการณ์โรคในระดับตำบลที่แตกต่างกัน จึงอาจทำให้ผลการศึกษาที่ได้ ขาดความเที่ยงตรง ดังนั้นการศึกษาระบาดวิทยาภูมิศาสตร์จึงมักนิยมศึกษาในหน่วยศึกษาที่มีขนาดเล็กที่สุด เพื่อให้ความแปรปรวน หรือความหลากหลายภายในหน่วยศึกษาเกิดขึ้นน้อยที่สุด<sup>3</sup>

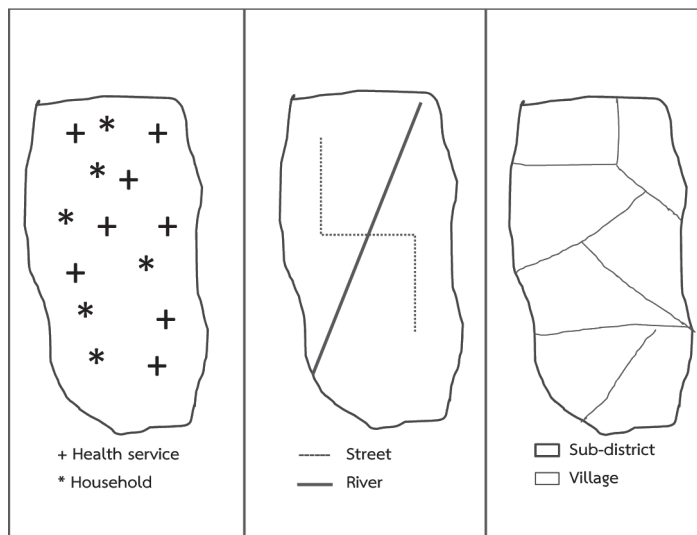


Figure 2 (From Left to Right) Point data, Line Data, and Areal Data.

## รูปแบบการศึกษาระบาดวิทยาภูมิศาสตร์<sup>2-4</sup>

48

### 1. การศึกษาระบาดวิทยาภูมิศาสตร์โดยใช้แผนที่ (Mapping)

#### 1.1 แผนที่โรค (Diseases mapping)

แผนที่โรค และแผนที่ความเสี่ยง เป็น การศึกษาระบาดวิทยาภูมิศาสตร์เชิงพรรณนา โดยมี วัตถุประสงค์เพื่อแสดงสถานการณ์โรค หรือจำนวน พะหรณ์โรค หรือสารก่อโรค หรือปัจจัยที่เกี่ยวข้อง กับโรคนั้นๆ ตามขอบเขตการปกครองหรือตามข้อมูล ตำแหน่ง รวมถึงเพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงของ สถานการณ์โรค และปัจจัยต่างๆ ตามช่วงเวลา ซึ่งมี รูปแบบการนำเสนอแผนที่ตามลักษณะของข้อมูล ตำแหน่ง และข้อมูลคุณลักษณะ โดยสามารถนำเสนอ ด้วยแผนที่จุด (Dots Map) หากข้อมูลที่ต้องการ นำเสนอเป็นข้อมูลจำแนก (Discrete Data) เช่น ขนาดของอุบัติการณ์โรคหิวตโรค หรือเหตุการณ์ ที่สนใจ หรือจำนวนประชากรยุ้งลาย ด้วยจำนวนจุด หรือขนาดของจุด หรือระดับความเข้มของจุดสีก็ได้ ตัวอย่างเช่น การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบ

การระบาดของหิวตโรคในปี ค.ศ.1882 และ ค.ศ. 1895 ระดับหมู่บ้านในเมืองฟุกุชิม่า (Fukushima) ประเทศญี่ปุ่น<sup>5</sup> พบว่ารูปแบบของการระบาด เปลี่ยนแปลงไปตามการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้าง ทางกายภาพและขอบเขตการปกครอง ซึ่งพบการ ระบาดเกิดขึ้นรายรอบแหล่งการค้าและการเดินทาง หรือการศึกษาการระบาดของหิวตโรค และ อุจจาระร่วงเฉียบพลันในเมืองแมทแลป (Matlab) ประเทศบังคลาเทศ<sup>6</sup> ที่แสดงรูปแบบโดยใช้จุดแสดง ตำแหน่งของรายป่วย และการศึกษาพื้นที่เสี่ยงของ ไข้เลือดออกในประเทศเวียดนาม แสดงให้เห็นว่า พื้นที่ที่มีความหนาแน่นของประชากรสูงกว่า 3000 คน ต่อตารางกิโลเมตรเป็นพื้นที่เสี่ยงของไข้เลือดออก<sup>7</sup> หากข้อมูลเป็นจำนวนรวม หรือค่าเฉลี่ยตามขอบเขต การปกครอง หรือตามข้อมูลตำแหน่ง สามารถนำเสนอ ด้วยระดับความเข้มของสี (Colorpleth) ตามขนาด ของปัญหาสุขภาพ หรือขนาดปัจจัยที่เกี่ยวข้องตาม ลักษณะของข้อมูลเชิงตำแหน่งตัวอย่างเช่น การศึกษา รูปแบบเชิงพื้นที่ของความชุกวันโรคของเมืองวิคตอเรีย

ประเทศบราซิล และประเทศไทย โดยแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ในเขตพื้นที่ยากจนมีความชุกของวัณโรคสูงกว่าพื้นที่อื่นๆ<sup>8-9</sup> แต่ในบางครั้งข้อมูลของปัจจัยเป็นข้อมูลต่อเนื่อง ซึ่งหากนำมาจำแนกตามข้อมูลเชิงตำแหน่งจะทำให้ภาพการนำเสนอคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง หรือไม่สามารถแสดงผลได้อย่างชัดเจนตามลักษณะของข้อมูล เช่น ระดับของอุณหภูมิ ระดับความเข้มข้นของมลพิษในอากาศ ระดับความสูงของพื้นที่ ข้อมูลลักษณะนี้มักจะนำเสนอในลักษณะของแผนที่เส้นชั้น (Contour map) เช่น การประเมินคุณภาพอากาศในพื้นที่จังหวัดชลบุรีและนำเสนอด้วยแผนที่เส้นชั้นแสดงให้เห็นระดับของก๊าซมลพิษ<sup>10</sup>

## 1.2 แผนที่แสดงกลุ่มโรค (Disease cluster mapping)

การศึกษาระบาดวิทยาภูมิศาสตร์ในรูปแบบนี้มีวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการ ประการแรกคือเพื่อค้นหากลุ่มโรค เป็นการค้นหาพื้นที่ที่มีการเกิดโรค หรือเหตุการณ์ที่สนใจศึกษา มีลักษณะเป็นกลุ่มก้อน หรือลักษณะการเกิดโรคของพื้นที่ใกล้เคียงกันที่มีความคล้ายคลึงกัน หรือเป็นกลุ่มก้อนเดียวกันในทางตรงข้ามมีความแตกต่างกับพื้นที่อื่นๆ หรือกลุ่มอื่นๆ และประการที่สองเพื่อค้นหาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความแตกต่างระหว่างพื้นที่ โดยให้ความสนใจกับพื้นที่ที่มีการเกิดโรคสูงคล้ายคลึงกัน (Hot spot)

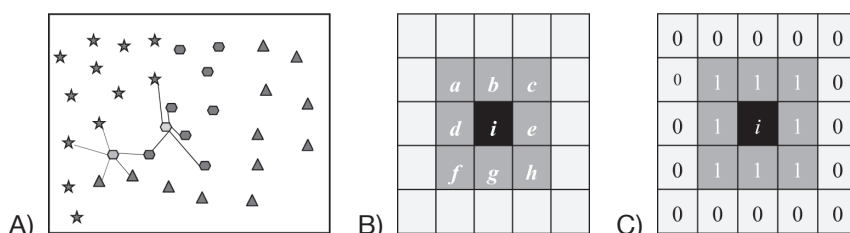
การนำเสนอกลุ่มโรคสามารถจำแนกออกได้เป็น 3 รูปแบบใหญ่ๆ คือ แบบทั่วไป แบบเฉพาะพื้นที่ และแบบเจาะจง ซึ่งต้องระบุพื้นที่ใกล้เคียง (Neighbor) ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญเพื่อระบุความเป็นกลุ่ม โดยใช้หลักการถ่วงน้ำหนักเมตริกซ์ (Weight Matrix) เพื่อระบุความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ (Spatial Correlation) ซึ่งอาจใช้ระยะทาง หรือ ขอบเขตของพื้นที่ที่เชื่อมต่อกัน เป็นเกณฑ์ในการกำหนดพื้นที่ใกล้เคียง (ภาพที่ 3)

*การระบุพื้นที่ใกล้เคียง โดยใช้ระยะทางเป็นเกณฑ์*

วิธีนี้จะต้องมีการกำหนดจุดกึ่งกลางของพื้นที่ที่สนใจศึกษา (i) และพื้นที่อื่นๆ หลังจากนั้นจะใช้ระยะทางจากพื้นที่ที่สนใจศึกษาถึงพื้นที่ที่ใกล้เคียงที่สุดและขยายออกไปเรื่อยๆ ตามจำนวนที่กำหนดของพื้นที่ใกล้เคียง ดังนั้นพื้นที่ใกล้เคียงที่ได้กำหนดขึ้นอาจจะไม่มีขอบเขตของพื้นที่ที่เชื่อมต่อกัน (ภาพที่ 3ก)

*การระบุพื้นที่ใกล้เคียงโดยใช้ขอบเขตของพื้นที่ที่เชื่อมต่อกันเป็นเกณฑ์*

วิธีนี้จะพิจารณาจากการเชื่อมต่อกันของพื้นที่ เช่น พื้นที่  $i$  มีพื้นที่ใกล้เคียงคือ พื้นที่  $a-h$  เมื่อกำหนดการถ่วงน้ำหนักจะกำหนดให้พื้นที่ที่มีความเชื่อมต่อกันมีค่าเป็น 1 พื้นที่อื่นๆ มีค่าเป็น 0 (ภาพที่ 3ข และ 3ค)



**Figure 3** Types of Neighbor. (A) Nearest Distant Technique (Grey Hexagons are Interested Areas, Black Solid Lines Identified Nearest Neighbor of Interested Area). (B) Contiguity Technique (i is an Interested Area and a-h are Its neighbors). (C) Weight matrix.

1.2.1 แบบทั่วไป (Global Spatial Autocorrelation) เป็นการวิเคราะห์แนวโน้มการเกิดกลุ่มโรคของพื้นที่ศึกษา แต่ไม่สามารถระบุได้ว่ากลุ่มโรคที่เกิดขึ้นอยู่ในบริเวณใด ซึ่งการวิเคราะห์กลุ่มโรคในแบบทั่วไปนี้ เป็นการเปรียบเทียบขนาดของโรคหรือเหตุการณ์ที่สนใจศึกษาในพื้นที่ใกล้เคียง กับค่าเฉลี่ยของเหตุการณ์ทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา ซึ่งผลการศึกษาที่ได้ใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นเพื่อใช้ในการค้นหา หรือระบุพื้นที่เสี่ยง (Hot Spot) ในการวิเคราะห์กลุ่มโรคแบบเฉพาะพื้นที่ และใช้ในการทดสอบสหสัมพันธ์เชิงพื้นที่ในการศึกษาระบาดวิทยาภูมิศาสตร์เชิงนิเวศ (Ecological Study)

1.2.2 แบบเฉพาะพื้นที่ (Local Spatial Autocorrelation) เป็นการวิเคราะห์เพื่อระบุ Hotspot โดยพิจารณาจากขนาดของโรคที่สนใจศึกษา โดยเปรียบเทียบขนาดของโรคที่สนใจศึกษาของชุมชน เปรียบเทียบกับชุมชนใกล้เคียงที่กำหนดโดยใช้หลักการถ่วงน้ำหนักเมตริกส์ และเปรียบเทียบกับขนาดของโรคโดยรวมของทุกชุมชนที่ศึกษา ซึ่ง Hotspot จะมีขนาดของโรคสูงกว่าขนาดของโรคโดยรวม เช่น การศึกษาพื้นที่เสี่ยงของวัณโรคในประเทศจีน และพื้นที่เสี่ยงของไข้เลือดออกในประเทศไทย<sup>11-12</sup> รวมถึงการศึกษาของนครินทร์ ชายแก้ว และคณะ<sup>13</sup> ในการพรรณนาและระบุพื้นที่เสี่ยงของโรคอุจจาระร่วงในจังหวัดเชียงใหม่ระหว่างปี พ.ศ. 2544-2551 เพื่อใช้ในการวางแผนเฝ้าระวัง ป้องกัน ควบคุมโรคอุจจาระร่วงในจังหวัดเชียงใหม่

1.2.3 แบบเจาะจง (Focused Spatial Autocorrelation) เป็นการวิเคราะห์เพื่อระบุกลุ่มโรครอบๆ กลุ่มโรค หรือแหล่งรังโรคที่ทราบแน่ชัดแล้ว เช่น การระบุพื้นที่เสี่ยงของการติดเชื้อวัณโรคในพื้นที่ยากจนของประเทศบราซิล<sup>8,14</sup>

## 2. การศึกษาระบาดวิทยาภูมิศาสตร์เชิงนิเวศ (Ecological study) จำแนกออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1 การศึกษาเชิงพรรณนา หรือ การศึกษาสหสัมพันธ์ (Correlation Study) มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับสถานะสุขภาพที่สนใจศึกษา โดยใช้ประโยชน์ของข้อมูลทุติยภูมิที่มีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบอยู่แล้ว โดยข้อมูลที่น่าสนใจในการวิเคราะห์มักจะได้รับการรวบรวมเป็นค่าเฉลี่ย หรือจำนวนรวมของหมู่บ้าน ตำบล หรือตามลักษณะพื้นที่ โดยผลการศึกษาที่ได้ มักจะใช้ในการพิจารณาวางแผนทรัพยากร หรือวางแผนเฝ้าระวัง ป้องกัน ควบคุมโรค เช่น การศึกษาทิศทางและการแพร่ระบาดของโรคชิคุนกุนยา ในปี พ.ศ. 2551-2552 โดยใช้ข้อมูลภูมิศาสตร์และวันแสดงอาการ พบว่ามีการแพร่ระบาดจากภาคใต้และเคลื่อนสู่ทางตอนเหนือของภาคใต้ โดยความเร็ว 7.5 กิโลเมตรต่อสัปดาห์<sup>15</sup>

2.2 การศึกษาเชิงวิเคราะห์ (Analytic Study) เป็นการศึกษาเชิงนิเวศที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพิสูจน์ความสัมพันธ์ของปัจจัยเชิงนิเวศ และผลลัพธ์ โดยใช้องค์ความรู้ด้านชีวสถิติ และแนวคิดของระบาดวิทยาเชิงสังคม<sup>16</sup> สถานการณ์สุขภาพในแต่ละชุมชนย่อมมีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมทั้งด้านกายภาพ ชีวภาพและสังคม และมักมีความคล้ายคลึงกับพื้นที่ข้างเคียงเนื่องจากการมีลักษณะร่วมด้านประชากร วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม หรืออาจกล่าวได้ว่ามีสหสัมพันธ์เชิงพื้นที่ต่อกัน (Spatial Autocorrelation) จึงส่งผลให้สถานการณ์สุขภาพในแต่ละพื้นที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน โดยการวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องจะประยุกต์ใช้สถิติพหุสัมพันธ์ถดถอย ร่วมกับสหสัมพันธ์เชิงพื้นที่ ซึ่งการศึกษาในรูปแบบนี้มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ผลการศึกษาสามารถนำมาใช้

ในการกำหนดพื้นที่เสี่ยง หรือปัจจัยทางกายภาพ ที่เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดผลลัพธ์ที่สนใจศึกษา ในระดับพื้นที่ เช่น การศึกษาไข้เลือดออกในจังหวัด ประจวบคีรีขันธ์ที่พบว่าหมู่บ้านที่ตั้งอยู่ใกล้กับเขต เทศบาลมีความเสี่ยงต่อการระบาดของไข้เลือดออก สูงกว่าหมู่บ้านที่อยู่ในพื้นที่อื่นๆ<sup>17</sup> เช่นเดียวกับการศึกษา ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการแพร่ระบาดของ ไข้เลือดออกในพื้นที่เทศบาลทางภาคใต้ และภาคเหนือ ของประเทศไทยโดยใช้ข้อมูลภูมิศาสตร์ และสถิติ ภูมิศาสตร์ เพื่อระบุลักษณะบ้าน สิ่งแวดล้อมรอบบ้าน และชุมชนที่เอื้อต่อการแพร่กระจายของไข้เลือดออก<sup>18-19</sup>

## ตัวอย่างงานวิจัยระบาดวิทยาภูมิศาสตร์ ไข้เลือดออก

ไข้เลือดออกเป็นโรคที่ได้รับการขนานนามว่าเป็น โรคในพื้นที่เขตเมือง และมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับ สภาพแวดล้อมทั้งกายภาพและชีวภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ นอกจากนี้ยังพบว่าความเปลี่ยนแปลงของสังคมจากชนบท สู่มือง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และ สังคมที่เอื้อต่อการติดต่อของโรคไข้เลือดออก ทำให้มี นักระบาดวิทยามากมายค้นหาคำตอบจากข้อสันนิษฐาน ดังกล่าว เช่น การศึกษาของสุวิทย์ ธรรมปาโล และ คณะ<sup>18</sup> ที่มุ่งค้นหาปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมที่มีความ สัมพันธ์กับอุบัติการณ์ของไข้เลือดออกที่รายงานในระบบ เฝ้าระวังโรค โดยการสำรวจโครงสร้างทางสิ่งแวดล้อม และลักษณะโครงสร้างบ้านเรือนของ 146 พื้นที่การ สำนะโนประชากร ในพื้นที่เขตเทศบาลเมือง จังหวัด สงขลา และใช้สถิติภูมิศาสตร์ ร่วมกับแผนที่ในการ แสดงกลุ่มโรค ซึ่งผลการศึกษาไม่พบกลุ่มโรคของ ไข้เลือดออกในพื้นที่ศึกษา ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการทดสอบ ความสัมพันธ์โดยไม่พิจารณาถึงสหสัมพันธ์เชิงพื้นที่

พบว่าพื้นที่สำมะโนประชากรที่มีสัดส่วนของบ้านที่ เป็นร้านค้า สัดส่วนของบ้านที่พบขยะที่เกิดจากวัสดุ ที่ไม่ใช่แล้วสูง จะมีอุบัติการณ์ของไข้เลือดออกสูงกว่า พื้นที่อื่นๆ

ในขณะที่การศึกษาระบาดวิทยาภูมิศาสตร์ของ มธุรส ทิพยมงคลกุล และสุนิสา ลิสมกุลรักษ์<sup>17</sup> เพื่อค้นหาปัจจัยทางสังคมและกายภาพที่มีผลต่อ ความเสี่ยงของการเกิดไข้เลือดออกในหมู่บ้านของ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์จำนวน 437 หมู่บ้าน โดยใช้ ข้อมูลจากระบบเฝ้าระวังโรคไข้เลือดออกและข้อมูล ด้านสังคมและกายภาพ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยต้องการ พิสูจน์สมมติฐานที่ว่าไข้เลือดออกมีการแพร่กระจาย จากพื้นที่เขตเมืองสู่หมู่บ้านใกล้เคียง รวมถึงรูปแบบ และอุบัติการณ์ของไข้เลือดออกระหว่างหมู่บ้านที่อยู่ ใกล้เคียงกันจะมีความคล้ายคลึงกัน และหมู่บ้านที่อยู่ในเขตเมืองหรือมีความหนาแน่นของครัวเรือนสูง จะมีความเสี่ยงต่อการระบาดของไข้เลือดออกสูงกว่า หมู่บ้านอื่นๆ ผู้วิจัยใช้ข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เชื่อมโยงกับข้อมูลรายป่วยจากระบบเฝ้าระวัง และ ข้อมูลด้านสังคมและกายภาพ และใช้สถิติภูมิศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่าการระบาดของไข้เลือดออก ในหมู่บ้านที่มีระยะทางห่างจากกันไม่เกิน 5.5 กิโลเมตร จะมีขนาดของอุบัติการณ์ไข้เลือดออกใกล้เคียงกัน และพบว่าหมู่บ้านใกล้เขตเมือง และมีลักษณะของ สังคมเมืองจะมีอุบัติการณ์ของไข้เลือดออกสูงกว่า หมู่บ้านอื่นๆ

ทั้งสองการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าลักษณะ สิ่งแวดล้อม บ้านเรือน และลักษณะของสังคมประชากร สามารถนำมาใช้ในการวางแผน หรือหามาตรการ ป้องกัน ควบคุมไข้เลือดออกได้ โดยให้ความสำคัญ กับพื้นที่เป็นชุมชนหนาแน่น บ้านเรือนที่มีลักษณะ เชื่อมต่อกัน และพื้นที่รอยต่อระหว่างเขตเมือง รวมถึง

ดำเนินการรณรงค์กำจัดขยะที่เกิดจากวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวจะทำให้การป้องกัน และควบคุมไข้เลือดออกมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลยิ่งขึ้น

## บทสรุป

ระบาดวิทยาภูมิศาสตร์ เป็นการประยุกต์ใช้ ข้อมูลเทคโนโลยีสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ข้อมูล สุขภาพ และข้อมูลด้านกายภาพและชีวภาพ จาก ระบบเฝ้าระวังโรค และระบบรายงานต่างๆ เพื่อ อธิบายสถานการณ์โรค รวมถึงการประยุกต์ใช้สถิติ เชิงภูมิศาสตร์เพื่อระบุพื้นที่ที่มีการรวมกลุ่มกันของ สถานการณ์โรค และค้นหาปัจจัยทางกายภาพและ ชีวภาพที่มีผลต่อสถานการณ์โรคและการรวมกลุ่มกัน ของสถานการณ์โรค การศึกษาที่ได้จากการศึกษา ทางด้านระบาดวิทยาภูมิศาสตร์มีประโยชน์ในงาน สาธารณสุขเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะการนำไปใช้ในการ บริหารทรัพยากร และการวางแผนเฝ้าระวัง ป้องกัน และควบคุมโรคเชิงนโยบาย

## เอกสารอ้างอิง

1. Ostfeld RS, Glass GE, and Keesing F. Spatial epidemiology: an emerging (or re-emerging) discipline. *Trends in Ecology & Evolution* 2005; 20: 328-35.
2. Elliott P and Wartenberg D. Spatial Epidemiology: Current Approaches and Future Challenges *Environ Health Perspect* 2004;112: 998-1006.
3. Elliott P, Wakefield J, Best N, Briggs DJ. Spatial epidemiology: methods and applications. In: Elliott P, Wakefield J, Best N, Briggs DJ, eds. *Spatial Epidemiology: Methods and Applications*. Oxford: Oxford University Press, 2000: 3-14.
4. Thomas C. and Ricketts TC. Geographic information systems and public health. *Annu Rev Public Health* 2003; 24: 1-6.
5. Kuo CL, Hiromichi F H. Geographical structures and the cholera epidemic in modern Japan: Fukushima prefecture in 1882 and 1895. *Int J Health Geogr* doi:10.1186/1476-072X-6-25.
6. Ali M, Goovaerts P, Nazia N, Haq MZ, Yunus M, Emch M. Application of Poisson kriging to the mapping of cholera and dysentery incidence in an endemic area of Bangladesh. *Int J Health Geogr*. doi:10.1186/1476-072X-5-45.
7. Schmidt WP, Suzuki M, Dinh Thiem V, White RG, Tsuzuki A, Yoshida LM, et al. Population Density, Water Supply, and the Risk of Dengue Fever in Vietnam: Cohort Study and Spatial Analysis. *PLoS Med*. doi:10.1371/journal.pmed.1001082.
8. Maciel ELN, Pan W, Dietze R, Peres RL, Vinhas SA, Ribeiro FK, et al. Spatial patterns of pulmonary tuberculosis incidence and their relationship to socio-economic status in Vitoria, Brazil. *Int J Tuberc Lung Dis* 2010; 14: 1395-402.

9. มธุรส ทิพยมงคลกุล, สุคนธา คิริ, อรุณรักษ์  
คูเปอร์ มีโย. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระบาดวิทยา  
เชิงภูมิศาสตร์ของวัณโรคปอดระดับจังหวัด  
ของประเทศไทย ระหว่างปี 2546-2552.  
รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์.
10. ธนิตย์ อินทรัตน์. การประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศ  
เพื่อการประเมินคุณภาพอากาศ: กรณีศึกษา  
จังหวัดชลบุรี วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา  
2004; 1: 32-40.
11. Jia ZW, Jia XW, Liu YX, Dye C, Chen F,  
Chen CS, et al. Spatial Analysis of  
Tuberculosis Cases in Migrants and  
Permanent Residents, Beijing, 2000–  
2006 . Emerging Infectious Diseases  
2008; 14: 1413-20.
12. Tipayamongkhogul M. Spatial and temporal  
heterogeneity in vulnerability to dengue  
among Thai villages, Prachuap Khirikhan,  
2003–2007. (unpublished data)
13. Chaikaew N, Tripathi NK, Souris M.  
Exploring spatial patterns and hotspots  
of diarrhea in Chiang Mai, Thailand.  
International Journal of Health Geo-  
graphics 2009. doi:10.1186/1476-072X-  
8-36.
14. Brunello MEF, Neto FC, Arcêncio RA, de  
Paula Andrade RL, Magnabosco GT,  
Villa TCS. Areas of vulnerability to  
HIV/TB co-infection in Southeastern  
Brazil. Rev Saúde Pública 2011; 45:  
1-6.
15. Ditsuwan T, Liabsuetrakul T, Chongsuvi-  
vatwond V, Thammapalo S, McNeil E.  
Assessing the Spreading Patterns of  
Dengue Infection and Chikungunya  
Fever Outbreaks in Lower Southern  
Thailand Using a Geographic Informa-  
tion System. AEP 2011; 21: 4253–261.
16. Moore DA, Carpenter TE. Spatial Analytical  
Methods and Geographic Information  
Systems: Use in Health Research and  
Epidemiology. Epidemiol Rev 1999;  
21:143-59.
17. Tipayamongkhogul M, Lisakulrak S.  
Socio-Geographic Factors in Vulner-  
ability to Dengue in Thai Villages: A  
Spatial Regression Analysis. Geospa-  
tial Health. 2011; 5: 191-8.
18. Thammapalo S, Chongsuvivatwong V,  
Grater A, Dueravee M. Environmental  
factors and incidence of dengue  
fever and dengue haemorrhagic fever  
in an urban area, Southern Thailand.  
Epidemiol Infect 2008; 136: 135-43.
19. Vanwambeke SO, van Benthem BHB,  
Khantikul N, Burghoorn-Maas C,  
Panart K, Oskam L, Lambin EF, et al.  
Multi-level analyses of spatial and  
temporal determinants for dengue  
infection. International Journal of Health  
Geographics 2006, doi:10.1186/1476-  
072X-5-5.

## Spatial Epidemiology in Public Health

Mathuros Tipayamongkhogul\*

### ABSTRACT

Regarding the disease occurrence concept, disease does not occur randomly, it is dominated by typical physical and biological characteristics of the area. Spatial epidemiology is a public health tool that was developed under such concept that aims to describe and analyze disease situations in each area regarding population, environmental, societal, behavior and genetic factors. Also, Ecological design, Geographic information

system and Spatial statistics are employed to identify ecological factors relating to health situation. Up to date, spatial epidemiology has been applied to several discipline such as criminology, environmental health and surveillance system. Spatial epidemiology in public health has assisted to set resource allocation planning, health service planning, operating disease prevention and control.

**Key words:** epidemiology, GIS, public health