

การวิเคราะห์ถดถอยแบบแบ่งช่วง สำหรับการศึกษารูปแบบ Interrupted Time Series : การประยุกต์ใช้ ในงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ

อาจารย์เอกพล กาละดี ส.ม. (ชีวสถิติ)

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีการประยุกต์การศึกษาแบบ Interrupted Time Series (ITS) มาใช้ในทางวิทยาศาสตร์สุขภาพมากขึ้น เนื่องจากมีประสิทธิภาพดีในการศึกษาประสิทธิผลของสิ่งทดลองที่สนใจ บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางการวิเคราะห์ถดถอยแบบแบ่งช่วงสำหรับการศึกษาแบบ ITS ที่ศึกษาประสิทธิผลของสิ่งทดลองในกรณีที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นระยะเวลายาวหรือข้อมูลอนุกรมเวลา โดยพิจารณาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลอนุกรมเวลาหลังจากที่ได้รับผลกระทบจากการให้สิ่งทดลองซึ่งข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นข้อมูลผลรวมในแต่ละช่วงเวลาการศึกษาที่เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลต้องมีช่วงห่างเท่าๆกัน และต้องเก็บรวบรวมข้อมูลหลายครั้งทั้งก่อนและหลังให้สิ่งทดลอง สำหรับวิธีการทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์เพื่อ

ประเมินประสิทธิผลของสิ่งทดลองคือ การวิเคราะห์ถดถอยแบบแบ่งช่วง วิธีการนี้สามารถควบคุมอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆที่อาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลอนุกรมเวลาได้ โดยเนื้อหาในบทความนี้ประกอบด้วย บทนำ รูปแบบการวิจัยแบบ ITS เป้าหมายและวิธีการทางสถิติสำหรับ ITS ตัวอย่างการวิเคราะห์ และการแปลผลการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นการจำลองข้อมูลทางด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพมาใช้เป็นตัวอย่างประกอบการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งจะช่วยให้ผู้อ่านมีความเข้าใจและสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพได้

คำสำคัญ:

การศึกษารูปแบบ Interrupted Time Series (ITS)
/ การวิเคราะห์ถดถอยแบบแบ่งช่วง

* ผู้รับผิดชอบบทความ อาจารย์เอกพล กาละดี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120 โทรศัพท์ 0-2504-8063 E-mail: akaphol.kal@stou.ac.th



Segmented Regression Analysis of Interrupted Time Series Design: Application in Health Science Research

Lecturer Akaphol Kaladee M.P.H. (Biostatistics)

School of Health Science, Sukhothai Thammathirat Open University

Abstract

Currently, interrupted time series (ITS) design is increasingly applied in health science research since it is a strong statistical method for evaluating effects of interventions. The purpose of this article is to show how segmented regression analysis approach of ITS, which is used to estimate intervention effects if data collection is longitudinal or time-series data by considering secular trend of time-series data after the interventions. Time-series data are amount of those collected at equally spaced intervals, and need to be collected several times before and after the interventions. Segmented regression

analysis is powerfully utilized for estimating intervention effects. This method can control influence of other factors that may affect the change of time series data. The contents of this article include an introduction, ITS design, purpose and statistical method of ITS, analysis sample, and interpreting statistical results. Analysis samples are simulated for data analysis to clarify and make practical use of this method in health science research.

Keyword:

Interrupted Time Series Design (ITS) / Segmented Regression Analysis

* Corresponding author : Leturer Akaphol Kaladee, School of Health Science , Sukhothai Thammathirat Open University, Pakkret District, Nonthaburi, 11120 Tel 02-504-8063 E-mail: akaphol.kal@stou.ac.th

1. บทนำ

การออกแบบการวิจัยสำหรับการวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพมีหลายรูปแบบทั้งการวิจัยเชิงสังเกต การวิจัยเชิงทดลอง แต่หากจะศึกษาประสิทธิผลของสิ่งทดลองหรือวิธีการดูแลรักษาสุขภาพหรืออินเทอร์เน็ตเวบนซ์ (Intervention) ที่สนใจ รูปแบบการวิจัยเชิงทดลองที่ให้ผล การศึกษาน่าเชื่อถือมากคือ Randomized Control Trials (RCTs) แต่บางกรณีไม่สามารถศึกษาโดยใช้รูปแบบดังกล่าวได้ อาจจะเป็นเนื่องจากข้อจำกัดด้านการจัดสรรตัวอย่าง การหากลุ่มควบคุม หรือแม้กระทั่งการใช้ทรัพยากรในการวิจัยที่มาก การวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experiment) จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ดีในการวิจัยซึ่งมีหลายรูปแบบ ทั้งการวิจัยกึ่งทดลองแบบหนึ่งกลุ่ม สองกลุ่ม ทั้งวัดหนึ่งครั้งและสองครั้ง นอกจากนี้ยังมีการวิจัยกึ่งทดลองอีกรูปแบบหนึ่งที่มีประสิทธิภาพดีในการศึกษาประสิทธิผลของอินเทอร์เน็ตเวบนซ์ นั่นคือ การศึกษาแบบ Interrupted Time Series (ITS) ซึ่งปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้ในทางวิทยาศาสตร์สุขภาพมากขึ้น

สำหรับการศึกษาแบบ ITS มีหลายประเภทแต่ลักษณะสำคัญคือ เป็นการศึกษาผลของอินเทอร์เน็ตเวบนซ์ในช่วงระยะเวลาใดระยะเวลาหนึ่ง ลักษณะข้อมูลแบบนี้เรียกว่าเป็นข้อมูลอนุกรมเวลา (Time series) มีการกำหนดช่วงเวลาในการให้อินเทอร์เน็ตเวบนซ์เรียกว่า “Interruption” จากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลและประเมินผลหลังให้อินเทอร์เน็ตเวบนซ์ พิจารณาการเปลี่ยนแปลงไปของผลการทดลอง โดยวิธีทางสถิติที่สำคัญสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวคือ การวิเคราะห์ถดถอยแบบแบ่งช่วง (Segmented Regression Analysis; SRA) ซึ่งบทความวิชาการฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางการวิเคราะห์ถดถอยแบบแบ่งช่วงสำหรับการศึกษารูปแบบอนุกรมเวลาแบบแบ่งช่วง โดยเนื้อหาที่นำเสนอในงานนี้ได้มาจากการเรียบเรียงและสังเคราะห์จากวรรณกรรมต่างๆ ตลอดจนการจำลองข้อมูลขึ้นเพื่อยกตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ผู้อ่านมีความเข้าใจและสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพได้

2. รูปแบบการวิจัยแบบ ITS

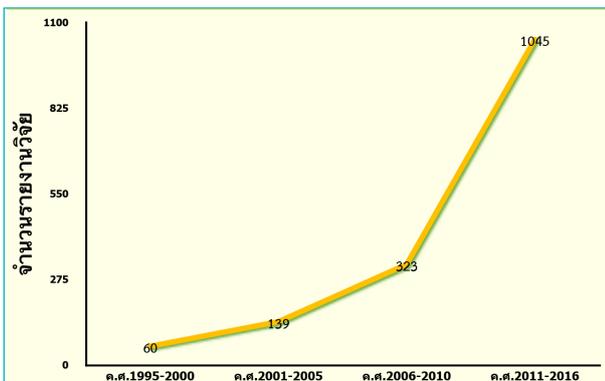
ITS เป็นการศึกษาประสิทธิผลของอินเทอร์เน็ตเวบนซ์ซึ่งพัฒนามาจากการวิจัยที่มีการวัดผลลัพธ์ก่อนและหลังที่มีการใช้มาตั้งแต่ ค.ศ.1970 เป็นต้นมา ส่วนใหญ่ใช้ในทางพฤติกรรมศาสตร์ ต่อมามีการประยุกต์ใช้ในทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น จัดเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง โดยแบ่งข้อมูลที่สนใจเป็นสองช่วงคือ ก่อนและหลังให้อินเทอร์เน็ตเวบนซ์ ส่วนสำคัญอยู่ที่การให้อินเทอร์เน็ตเวบนซ์ระหว่างการศึกษาซึ่งต้องทราบเวลาที่เริ่มให้อินเทอร์เน็ตเวบนซ์ที่ชัดเจนและเก็บข้อมูลในตัวแปรผลลัพธ์ซ้ำกันหลายครั้ง ในช่วงเวลาที่ศึกษาทั้งก่อนและหลังให้อินเทอร์เน็ตเวบนซ์ ซึ่งแต่ละช่วงเวลาต้องมีช่วงห่างเท่ากัน (Katz, 2010) เป็นลักษณะของข้อมูลอนุกรมเวลา จากนั้นวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของระดับและแนวโน้มเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังให้อินเทอร์เน็ตเวบนซ์ จัดว่า รูปแบบนี้เป็นจุดแข็งของการวิจัยกึ่งทดลองและเป็นทางเลือกหนึ่งเมื่อไม่สามารถวิจัยเชิงทดลองได้ ซึ่ง ITS มีหลายประเภท (Shadish, Cook, & Campbell, 2002) เช่น การศึกษากลุ่มเดียว (One-Group Time Series หรือ Simple Interrupted Time Series) การศึกษามีกกลุ่มควบคุม (Control-Group Time Series) นักวิจัยควรออกแบบให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่ศึกษา เนื่องจากแต่ละประเภทมีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกัน

ข้อดีของ ITS คือ เป็นวิธีการที่ดีในการศึกษาธรรมชาติของผลกระทบการเปลี่ยนแปลงระดับที่เป็นระบบ (West, Biesanz, & Pitts 2000) ทราบแนวโน้มก่อนและหลังให้อินเทอร์เน็ตเวบนซ์ สามารถใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่มีอยู่เป็นพื้นฐาน ช่วยลดจุดอ่อนของการศึกษาแบบวัดก่อนและหลัง (Before and After) ที่วัดผลเพียงครั้งเดียว เนื่องจากเก็บข้อมูลหลายครั้งและสามารถหาค่าโดยเฉลี่ยของก่อนและหลังให้อินเทอร์เน็ตเวบนซ์ได้ สามารถควบคุมอิทธิพลของการมีแนวโน้มหรือฤดูกาลของข้อมูลได้ หากเลือกใช้สถิติที่เหมาะสมกับลักษณะข้อมูลในการประมาณค่าความแตกต่างก่อนและหลังให้อินเทอร์เน็ตเวบนซ์ และสามารถประมาณค่าในช่วงเวลาต่างๆ ของการศึกษาได้ แต่หากเลือกใช้สถิติและการวิเคราะห์ที่ไม่เหมาะสมอาจนำไปสู่ผลการศึกษาที่ไม่ถูกต้อง นอกจากนี้ยังสามารถนำเสนอผลการศึกษาด้วยกราฟได้ ข้อจำกัด ITS



คือ ไม่มีการสุ่มตัวอย่างรับอินเทอร์เน็ตเวบนซ์ บางกรณีศึกษาเพียงกลุ่มเดียว สิ่งสำคัญที่ควรคำนึงเมื่อทำการวิจัยโดยใช้รูปแบบ ITS คือ การให้อินเทอร์เน็ตเวบนซ์ต้องมั่นใจได้ว่าเป็นอิสระจากการเปลี่ยนแปลงอื่นๆ และคาดการณ์ผลกระทบของอินเทอร์เน็ตเวบนซ์ มีการวัดผลลัพธ์หลักชัดเจนและเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งช่วงก่อนและหลังให้อินเทอร์เน็ตเวบนซ์ด้วยมาตรฐานเดียวกัน และจำนวนข้อมูลควรมีอย่างเพียงพอ ไม่มีสูญหายหรือมีสูญหายน้อยที่สุด และคำนึงถึงผลกระทบจากแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงหรือการมีฤดูกาลของข้อมูล

ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้รูปแบบการศึกษาแบบ ITS มากขึ้นในงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ จะเห็นได้จากจากการสืบค้นฐานข้อมูล PubMed ซึ่งเป็นฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์สารสนเทศทางการแพทย์ โดยใช้คำสำคัญ “Interrupted Time Series” ภายใต้ขอบเขต Title/Abstract เมื่อวันที่ 11 พฤศจิกายน พ.ศ.2559 พบว่า รายงานวิจัยที่ใช้ ITS มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นอย่างมากจาก ค.ศ.1995-2016 รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แนวโน้มของรายงานวิจัย Interrupted Time Series ที่ตีพิมพ์ระหว่าง ค.ศ.1995-2016

3. เป้าหมายและวิธีการทางสถิติสำหรับ ITS

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับ ITS มีเป้าหมายเพื่อประมาณค่าผลกระทบจากอินเทอร์เน็ตเวบนซ์ที่มีต่อข้อมูลผลลัพธ์ที่ศึกษาในอนุกรมเวลา และเพื่อพิจารณาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์หลังจากที่ได้รับอินเทอร์เน็ตเวบนซ์เปรียบเทียบกับก่อนที่ได้รับอินเทอร์เน็ตเวบนซ์ เป้าหมายการวิเคราะห์เพื่อตอบคำถามงานวิจัยอาจใช้ค่าการเปลี่ยนแปลง เช่น ค่าความแตกต่าง ความแตกต่างสัมพัทธ์ หรือร้อยละของการเปลี่ยนแปลงที่เปรียบเทียบ

ระหว่างก่อนและหลังให้อินเทอร์เน็ตเวบนซ์ หรือระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เป็นต้น

ลักษณะข้อมูลสำหรับ ITS เป็นผลรวมจากการสังเกต การทดลอง การวัดในแต่ละช่วงเวลาที่มีช่วงห่างเท่าๆ กัน เช่น ชั่วโมง วัน เดือน ไตรมาส ปี (Katz, 2010 และสุพรรณิ อึ้งปัญญาตวงค์, 2555) ซึ่งอยู่ในรูปข้อมูลผลรวม (aggregated data) เช่น จำนวน สัดส่วน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย อัตรา เป็นลักษณะข้อมูลอนุกรมเวลาที่สนใจและเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาที่ศึกษา ตัวอย่างเช่น ข้อมูลค่าเฉลี่ยจำนวนใบสั่งยา มูลค่ายาปฏิชีวนะที่จ่ายต่อเดือน อัตราการเข้าอนโรพยาบาล อัตราการติดเชื้อในโรงพยาบาลต่อเดือน อัตราความคลาดเคลื่อนทางยาในแต่ละสัปดาห์ ค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลต่อเดือน รวมถึงข้อมูลด้านการรักษาพยาบาล ข้อมูลทางคลินิก ด้านเภสัชกรรมหรือข้อมูลการบริการทางสุขภาพอื่นๆ (Wagner, Soumerai, Zhang & Ross-Degnan, 2002) เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ไม่ใช่ข้อมูลในระดับบุคคลและข้อมูลดังกล่าวต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างน้อยจำนวน 20 ครั้งในช่วงเวลาก่อนการให้อินเทอร์เน็ตเวบนซ์ (Cochrane Effective Practice and Organisation of Care Group, 2011; England, 2005; Hartmann, Gottman, Jones, Gardner, Kazdin & Vaught, 1980)

การเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องเป็นลักษณะของข้อมูลอนุกรมเวลาอาจทำให้ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันได้ ดังนั้น วิธีทางสถิติที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ควรสามารถจัดการกับปัญหาดังกล่าวได้ รวมทั้งต้องอธิบายการเปลี่ยนของระดับและแนวโน้มเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังให้อินเทอร์เน็ตเวบนซ์ได้ รวมถึงให้ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ไม่มีอคติ เช่น การวิเคราะห์ถดถอยแบบแบ่งช่วง การวิเคราะห์อาร์ไอมาอินเทอร์เน็ตเวบนซ์ (ARIMA Intervention) (Vandaele, 1983) ซึ่งเป็นตัวแบบ Auto-regressive Integrated Moving Average (ARIMA) ของ Box-Jenkins การวิเคราะห์ Generalized Estimation Equation รวมถึงการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณอิสติก และการวิเคราะห์ถดถอยปัวซอง เป็นต้น

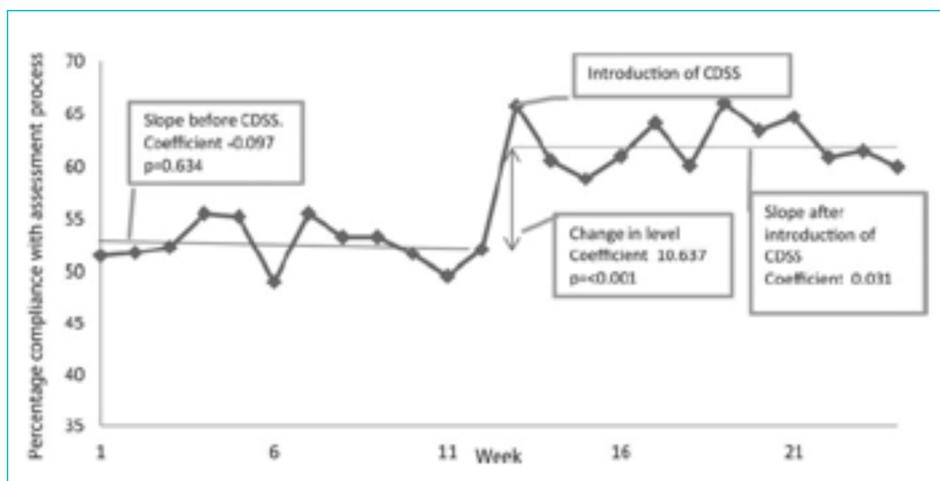
การวิเคราะห์ถดถอยแบบแบ่งช่วงเป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อนและเป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุดสำหรับการศึกษารูปแบบ ITS ดังจะเห็นได้จากการศึกษาของเอกพล กาละดี

มาลินี เหล่าไพบุลย์และสุพรรณณี อึ้งปัญญาตวงค์ (2555) ที่พบว่า รายงานวิจัย Pharmacist Intervention ร้อยละ 50 ใช้การวิเคราะห์ Segmented Regression Analysis (18/36 รายงานวิจัย) ตัวอย่างวิจัยที่ใช้การวิเคราะห์ SRA เช่น การศึกษาของ Laosee, Pathanapornpandh, Sitthi-amorn, Khiewyoo, Somrongthong, Dulyavoranun (2005) ที่ศึกษารูปแบบการจ่ายยาเพื่อรักษาโรคเรื้อรังตัวทวารภายใต้โครงการหลักประกันสุขภาพถ้วนหน้าของประเทศไทย

4. การวิเคราะห์ถดถอยแบบแบ่งช่วง

การวิเคราะห์ถดถอยแบบแบ่งช่วงเป็นสถิติที่ใช้ในการทดสอบการเปลี่ยนแปลงของจุดตัดและความชันก่อนและหลังการทดลองหรือการใช้หรือการได้รับอินเตอร์เวนชัน โดยใช้สมการถดถอยซึ่งจะแบ่งช่วง (Segment) ของอนุกรม

เวลาออกเป็น 2 ช่วงหรือมากกว่า 2 ช่วง โดยกำหนดช่วงแรกเป็นก่อนให้อินเตอร์เวนชัน และช่วงที่สองเป็นหลังให้อินเตอร์เวนชัน จุดแบ่งระหว่าง 2 ช่วงคือ จุดที่เริ่มให้อินเตอร์เวนชัน ซึ่งผู้วิจัยต้องระบุไว้อย่างชัดเจน และสรุปผลประสิทธิผลของอินเตอร์เวนชัน จากการเปลี่ยนแปลงในตัวแปรตามที่อาจเพิ่มขึ้น หรือลดลงหลังจากให้อินเตอร์เวนชัน โดยใช้สมการหรือตัวแบบ (model) ที่มีพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่าคือ 1) ระดับ (level) เป็นจุดตัดแกน y ที่แสดงถึงลักษณะของผลกระทบที่เกิดขึ้นแบบทันทีและ 2) แนวโน้ม (trend) หรือความชัน (slope) ที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงที่ค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงในระยะยาว (Wagner, Soumerai, Zhang & Ross-Degnan, 2002) การศึกษาดัวยรูปแบบ ITS ที่ใช้การวิเคราะห์ถดถอยแบบแบ่งช่วงมักพบในกรณีศึกษาแบบ Simple Interrupted Time Series นำเสนอรายละเอียดได้ดังนี้



ภาพที่ 2 ตัวอย่างลักษณะโครงสร้างของการศึกษาแบบ ITS ที่มา: Hagiwara, Gäre, & Elg, (2016)

กรณีการศึกษาแบบ Simple Interrupted Time Series เป็นการศึกษาในกลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียว เพื่อ

เปรียบเทียบผลของการให้อินเตอร์เวนชันระหว่างช่วงก่อนและหลังให้อินเตอร์เวนชันมีสมการเป็นดังนี้

$$\hat{Y}_t = \beta_0 + \beta_1 \text{time} + \beta_2 \text{intervention}_t + \beta_3 \text{time after intervention} + e_t$$

เมื่อ \hat{Y}_t คือ ค่าประมาณของตัวแปรตาม
time คือ ตัวแปรเวลาที่ศึกษาทั้งหมด
intervention คือ ตัวแปรหุ่น (dummy variable) ที่บ่งบอกการให้อินเตอร์เวนชัน รหัส 0 คือ ก่อนให้อินเตอร์เวนชันและ 1 คือ หลังให้อินเตอร์เวนชัน

time after intervention คือ ตัวแปรเวลาที่เริ่มต้นให้อินเตอร์เวนชันเริ่มจาก 1 เป็นต้นไป ส่วนเวลาที่ไม่ได้ให้อินเตอร์เวนชัน รหัสเป็น 0

β_0 คือ ค่าประมาณระดับพื้นฐาน (baseline level) ณ เวลาที่เป็น 0



β_1 คือ ค่าประมาณการเปลี่ยนแปลงแนวโน้มพื้นฐาน (baseline trend) ก่อนให้อินเตอร์เวนชัน

β_2 คือ ค่าประมาณระดับการเปลี่ยนแปลง (level change) หลังให้อินเตอร์เวนชัน

β_3 คือ ค่าประมาณแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง (trend change) หลังจากให้อินเตอร์เวนชันเปรียบเทียบกับก่อนให้อินเตอร์เวนชัน

จากสมการค่า β_0 เป็นการประมาณค่าระดับการเปลี่ยนแปลงก่อนให้อินเตอร์เวนชันและ β_2 เป็นการประมาณค่าระดับการเปลี่ยนแปลงหลังให้อินเตอร์เวนชัน ส่วน β_1 และ β_3 เป็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงซึ่งการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแนวโน้มกับอินเตอร์เวนชันจะควบคุมพื้นฐานของระดับและแนวโน้มซึ่งเป็นจุดแข็งของวิธีการนี้ ส่วนค่าความคลาดเคลื่อน (e_t) ณ เวลา t เป็นค่าที่ไม่สามารถอธิบายได้ในตัวแบบ เป็นค่าที่บ่งบอกความน่าเชื่อถือของสมการถดถอยใช้ในการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น

การประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการวิเคราะห์ถดถอยแบบแบ่งช่วงใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least square method) ภายใต้เงื่อนไขที่ต้องมีตัวแปรเวลาในสมการและคำนึงถึงอิทธิพลของแนวโน้มและฤดูกาล โดยการประมาณค่ามีหลักการบนพื้นฐานที่ว่า เส้นสมการที่เหมาะสมกับข้อมูลชุดหนึ่งๆ มากที่สุดคือ เส้นที่ทำให้ความคลาดเคลื่อนจากการประมาณค่าของข้อมูลชุดนั้นๆ มีค่าต่ำที่สุด ภายใต้หลักเกณฑ์ผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อนมีค่าต่ำที่สุด ทำให้ได้ตัวประมาณที่มีคุณสมบัติที่ดีหลายประการ เช่น เป็นตัวประมาณที่ไม่อคติ ค่าความแปรปรวนต่ำ มีความพอเพียง เป็นต้น ดังนั้น การประมาณค่าด้วยวิธีการนี้จึงได้ตัวประมาณที่มีประสิทธิภาพ ภายใต้เงื่อนไขการวิเคราะห์ถดถอย แต่การวิเคราะห์นี้ต้องไม่มีผลกระทบจากตัวแปรกวน (confounding effect) ที่เกิดจากฤดูกาลทั้งช่วงก่อนและหลังให้อินเตอร์เวนชัน

การวิเคราะห์ถดถอยแบบแบ่งช่วงมีเงื่อนไขหรือข้อตกลงเบื้องต้น (assumption) เหมือนกับการวิเคราะห์ถดถอยทั่วไปคือ ตัวแปรอิสระควรมีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับตัวแปรตาม สำหรับ ITS ตัวแปรอิสระคือ ตัวแปรเวลาซึ่งควรมีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับตัวแปรตาม ก่อนการวิเคราะห์ถดถอยควรพิจารณาความสัมพันธ์ดังกล่าว เมื่อได้สมการถดถอยแล้วตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นด้วยการ

วิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อน (residual analysis) ดังนี้ 1) ตรวจสอบการแจกแจงปกติของค่าความคลาดเคลื่อน 2) ตรวจสอบสหสัมพันธ์ของค่าความคลาดเคลื่อน 3) ตรวจสอบความคงที่ของความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน 4) ข้อตกลงเบื้องต้นอื่น ๆ เช่น ตรวจสอบความเป็นอิสระกันของตัวแปรอิสระ ตรวจสอบความเหมาะสมของการอธิบายตัวแปรตามของตัวแปรอิสระ และตรวจสอบค่าสูงหรือต่ำผิดปกติ (outliers) ซึ่งหากพบว่า มีค่าดังกล่าวจะมีผลทำให้ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่ามีค่าสูงและทำให้ความถูกต้องของการประมาณค่าลดลง ซึ่งผู้วิเคราะห์ต้องพิจารณาว่าค่าที่เก็บรวบรวมมาอย่างสมเหตุผลหรือไม่ ถ้าพบว่า เป็นค่าผิดปกติที่เกิดจากความผิดพลาดในการบันทึกหรือจากเหตุอื่นที่ไม่ใช่ธรรมชาติของข้อมูลควรตัดค่าสังเกตนั้น และประมาณค่าใหม่จากค่าสังเกตข้างเคียง หากค่าสังเกตนั้นเป็นค่าที่เกิดขึ้นจริงควรนำค่าดังกล่าวมารวมในการวิเคราะห์ด้วย โดยกำหนดรูปการวิเคราะห์ที่คำนึงถึงค่าผิดปกติที่เกิดขึ้น เช่น การวิเคราะห์ ARIMA Intervention (ทรงศิริ แต่สมบัติ, 2548) ซึ่งการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นมีรายละเอียดค่อนข้างมากไม่สามารถนำเสนอได้ทั้งหมดในบทความนี้

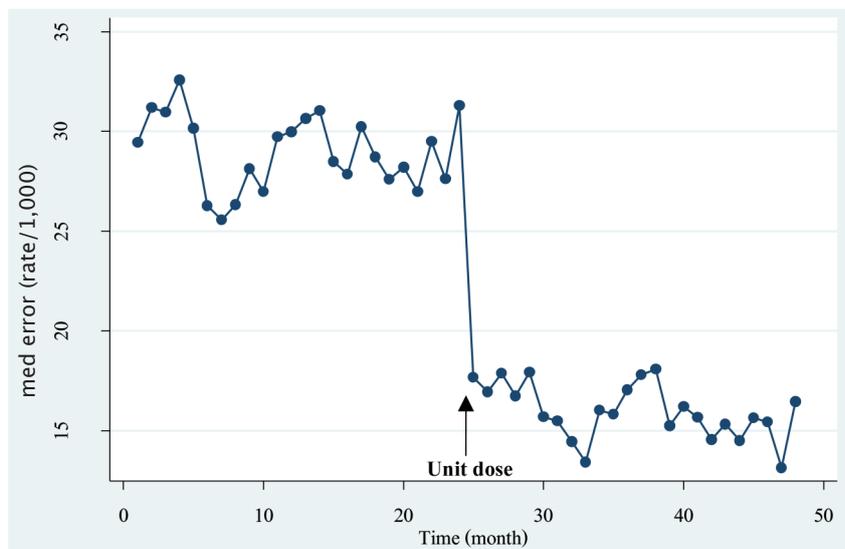
5. ตัวอย่างการวิเคราะห์และการแปลผล

ผู้เขียนได้ยกตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการจำลองข้อมูลขึ้นซึ่งเป็นงานวิจัยทางเภสัชกรรมที่ศึกษาประสิทธิภาพของระบบการกระจายยาแบบหนึ่งหน่วยขนาดการใช้ยา (unit dose) บนหอผู้ป่วย และใช้รูปแบบการศึกษาแบบ Simple Interrupted Time Series ศึกษาจากกลุ่มทดลองกลุ่มเดียวคือ หอผู้ป่วยใน ผลลัพธ์ที่แสดงถึงประสิทธิภาพระบบ Unit Dose วัดจากอัตราการเกิดความคลาดเคลื่อนทางยาต่อ 1,000 วันนอนต่อเดือน โดยเก็บข้อมูลเป็นรายเดือนตั้งแต่มกราคม พ.ศ. 2555 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2558 รวมทั้งสิ้น 48 เดือน แบ่งเป็นช่วงก่อนใช้ระบบ 24 เดือน (มกราคม พ.ศ. 2555-ธันวาคม พ.ศ. 2556) และเริ่มใช้ระบบในเดือนที่ 25 จนถึงเดือนสุดท้าย (มกราคม พ.ศ. 2557 - ธันวาคม พ.ศ. 2558) จากตัวอย่างนี้เป็นข้อมูลอนุกรมเวลาที่ไม่มีผลกระทบจากฤดูกาลซึ่งลักษณะข้อมูลแสดงดังภาพที่ 3 มีสมการวิเคราะห์ถดถอยแบบแบ่งช่วงดังนี้

$$\hat{Y}_t = \beta_0 + \beta_1 \text{time} + \beta_2 \text{intervention}_t + \beta_3 \text{time after intervention} + e_t$$

เมื่อ \hat{Y}_t คือ ค่าประมาณค่าเฉลี่ยอัตราการความคลาดเคลื่อนทางยา, time เป็นเดือนที่ศึกษาทั้งหมด (1 ถึง 48), intervention คือ การใช้ระบบ Unit Dose (0 คือก่อนใช้ระบบและ 1 คือหลังใช้ระบบ Unit Dose), time after

intervention คือ เดือนที่เริ่มใช้ระบบ unit dose เริ่มจาก 1 เป็นต้นไป ส่วนเดือนที่ไม่ได้ใช้ระบบ Unit Dose รหัสเป็น 0 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นดังนี้



ภาพที่ 3 อัตราการเกิดความคลาดเคลื่อนทางยาในหอผู้ป่วยใน พ.ศ. 2555-2558

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลอัตราการความคลาดเคลื่อนทางยาก่อนและหลังใช้ระบบ Unit Dose พบว่า อัตราความคลาดเคลื่อนทางยาโดยเฉลี่ยก่อนใช้ระบบ Unit Dose เท่ากับ 29.46 ครั้งต่อ 1,000 วันนอน (95% CI: 28.09 ถึง 30.82) ซึ่งแนวโน้มอัตราการความคลาดเคลื่อนทางยาก่อนใช้ระบบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (P-value for baseline trend =0.421) ภายหลังการใช้ระบบแล้วพบว่า อัตราความคลาดเคลื่อนทางยาลดลง 11.46 ครั้งต่อ 1,000 วันนอน (95% CI : 9.59 ถึง 13.32) และแนวโน้มอัตราการความคลาดเคลื่อนทางยาที่ลดลงต่างกันอย่างไม่มี

นัยสำคัญทางสถิติ (P-value for trend change=0.453) สามารถสรุปผลการศึกษาเพื่อตอบคำถามงานวิจัยได้ว่า โดยเฉลี่ยแล้วอัตราการความคลาดเคลื่อนทางยาหลังจากใช้ระบบ Unit Dose ลดลงประมาณ 11.46 ครั้งต่อ 1,000 วันนอน (95% CI: 9.59 ถึง 13.32) หรืออัตราการความคลาดเคลื่อนทางยาหลังจากใช้ระบบดังกล่าวจะเกิดประมาณ 18 ครั้งต่อ 1,000 วันนอนต่อเดือน แสดงว่า ระบบ Unit Dose มีประสิทธิภาพช่วยลดความคลาดเคลื่อนทางยาได้ถึงร้อยละ 38.90 โดยคำนวณได้จากค่า β_2 เทียบกับค่า β_0 รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1



ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ถดถอยแบบแบ่งช่วงของอัตราความคลาดเคลื่อนทางยา

Parameter Estimation	Coefficient	Standard Error	95%CI	t	P-value
Constant (Intercept) β_0	29.46	0.67	28.09 to 30.82	43.70	<0.001
Baseline trend β_1	-0.04	0.92	-0.14 to 0.06	-0.81	0.421
Level change after unit dose β_2	-11.46	0.93	-13.32 to -9.59	-12.39	<0.001
Trend change after unit dose β_3	0.04	0.07	-0.18 to 0.08	-0.76	0.453

6. บทสรุป

การวิจัยโดยใช้รูปแบบการศึกษาแบบ ITS เป็นรูปแบบการศึกษาหนึ่งที่สามารถประยุกต์ใช้ในทางวิทยาศาสตร์สุขภาพได้ ซึ่งเหมาะกับการศึกษาประสิทธิผล ของอินเตอร์เวนชัน ในกรณีที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นระยะเวลาช่วงยาวหรือข้อมูลอนุกรมเวลาแต่ข้อมูลมักจะมี สหสัมพันธ์ในตนเอง จำเป็นต้องอาศัยวิธีการวิเคราะห์ที่จะจัดการปัญหาดังกล่าว ซึ่งการวิเคราะห์ถดถอยแบบแบ่งช่วงเป็นวิธีการหนึ่งที่เหมาะสมและไม่ซับซ้อน นักวิจัยสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์เพื่อตอบคำถามงานวิจัย รวมถึงวิเคราะห์ข้อมูลจากงานประจำได้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

ทรงศิริ แต่สมบัติ. (2548). *การวิเคราะห์การถดถอย*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุพรรณิ อึ้งปัญสัตวงศ์. (2555). เทคนิคการพยากรณ์เชิงสถิติ. ขอนแก่น: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกพล กาละดีมาลีนี้ เหล่าไพบุลย์ และสุพรรณิ อึ้งปัญสัตวงศ์. (2556). การประเมินคุณภาพรายงานวิจัยทางเภสัชกรรมที่ศึกษาแบบ Interrupted Time Series Design ในวารสารทางการแพทย์และสาธารณสุข: การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ. *ศรีนครินทร์เวชสาร*, 28(1); 93-99.

Cochrane Effective Practice and Organisation of Care Group. (2011). *Data Collection Checklist: EPOC cochrane effective practice and organisation of care group*. Retrieved November 10, 2011, from <http://www.epoc.cochrane.org/en/handsearchers.html>

England, E. (2005). How interrupted time series analysis can evaluate guideline implementation. *The Pharmaceutical Journal*, 275, 344-347.

Hagiwara, M. A., Gäre, B. A., & Elg, M. (2016). Interrupted Time Series Versus Statistical Process Control in Quality Improvement Projects. *Journal of Nursing Care Quality*, 31(1), E1-E8.

Hartmann, D.P., Gottman, J.M., Jones, R.R., Gardner, W., Kazdin, A.E., & Vaught, R.S. (1980). Interrupted time-series analysis and its application to behavioral data. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 13(4), 543-559.

Katz, M.H. (2010). *Evaluating clinical and public health interventions: a practical guide to study design and statistics*. Cambridge: Cambridge Univ. Pr.

- Laosee OC, Pathanapornpandh N, Sitthi-amorn C, Khiewyoo J, Somrongthong R, Dulyavoranun N. (2005). *Prescription pattern for treatment of hemorrhoids under the universal coverage policy of Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health*, 36(4), 1020-1024.
- Shadish, W.R., Cook, T.D., & Campbell, D.T. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Boston: Houghton Mifflin.
- Vandaele, W. (1983). *Applied time series and box-jenkins models*. New York: Academic Pr.
- Wagner, A.K., Soumerai, S.B., Zhang, F., & Ross-Degnan, D. (2002). Segmented regression analysis of interrupted time series studies in medication use research. *Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics*, 27(4), 299-309.