# Interrupted Time Series Design: Evaluation of the Intervention for Applications in Behavioral Science Research[1]

Kanchana Pattrawiwat[2]

*Received: November 5, 2015* *Accepted: December 23, 2015*

**Abstract**

An Interrupted Time Series (ITS) design is a powerful quasi-experimental research design for evaluating effects of interventions. In ITS studies data are collected at multiple time points before and after an intervention (the "interruption" in the time series) with the same subjects and set of tools. Measurements of the outcome variable are collected at equally spaced intervals. ITS is a longitudinal studies to estimate dynamic changes in various processes before and after an intervention. Since ITS take a long study and collect data continuously as the particular characteristics of time-series data-secular trend, seasonality and autocorrelation may lead to biased results. Segmented regression analysis is a powerful statistical method for estimating intervention effects in interrupted time series studies while controlling for secular trend that may have occurred in the absence of the intervention. Usage of this analysis to describe the post intervention observations will have a different slope or level from those before the intervention.

**Keywords:** interrupted time series design, intervention, quasi-experimental design, segmented regression analysis

[1] Academic Article

[2] Assistance Professor in Behavioral Science Research Institute, Srinakharinwirot University
E-mail: Kanchana.Pattrawiwat@gmail.com. Tel.: 085-0197063

# **Interrupted Time Series Design:** การประเมินประสิทธิผลของ **Intervention** สำหรับประยุกต์ใช้ในงานวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์[1]

กาญจนา ภัทราวิวัฒน์[2]

**บทคัดย่อ**

Interrupted Time Series (ITS) Design เป็นการศึกษาประสิทธิผลของ Intervention หรือ Treatment ซึ่งเป็นรูปแบบ (Design) หนึ่งของการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi - Experimental Research) ส่วนสำคัญของรูปแบบนี้คือการให้ Intervention ระหว่างการศึกษา (Interruption) ซึ่งต้องระบุเวลาที่เริ่มให้ Intervention ที่ชัดเจน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างเดิมด้วยการใช้เครื่องมือชุดเดิม การเก็บข้อมูลแต่ละช่วงเวลาต้องมีระยะห่างการเก็บข้อมูลเท่ากัน (Equally Spaced) ITS เป็นการศึกษาระยะยาว (Longitudinal) เพื่อให้เห็นแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงแบบพลวัตรของข้อมูลที่เกิดจากการสังเกตซ้ำ ๆ ทั้งก่อนและหลังให้ Intervention เนื่องจากการศึกษา ITS ใช้ระยะเวลาศึกษายาวนานและเก็บข้อมูลที่ต่อเนื่องกัน ทำให้ข้อมูลอาจได้รับผลกระทบจากอิทธิพลของฤดูกาลหรือมีการเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา (Seasonality) นอกจากนี้การเก็บข้อมูลซ้ำในหน่วยเดิมทำให้ข้อมูลเกิดปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation or Serial Correlation) วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ITS ที่นิยมใช้คือการวิเคราะห์ถดถอยแบบแบ่งช่วง (Segmented Regression Analysis of Interrupted Time Series Analysis) เพื่อควบคุมแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา (Secular Trend) และใช้อธิบายแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาเปรียบเทียบระหว่างก่อนให้ Intervention และหลังให้ Intervention

**คำสำคัญ:** รูปแบบ Interrupted Time Series Intervention การวิจัยกึ่งทดลอง การวิเคราะห์ถดถอยแบบแบ่งช่วง

[1] บทความวิชาการ

[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

E-mail: Kanchana.Pattrawiwat@gmail.com โทร: 085-0197063

**บทนำ**

ในการประเมินประสิทธิผลของ Intervention วิธีการที่เป็นที่ยอมรับกันว่ามีความเหมาะสมในการค้นหาคำตอบของปัญหาวิจัยที่ต้องการอธิบายหรือสรุปอ้างเชิงสาเหตุ (Causal Inference) คือ การวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงปริมาณที่ตั้งอยู่บนกฎแห่งเหตุผล (Law of Causation) ตามฐานคติของกระบวนทัศน์แบบปฏิฐานนิยมที่เชื่อในเรื่องการเป็นเหตุเป็นผล หรือเชื่อว่ามีปัจจัยให้เกิดสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เป็นผลลัพธ์ตามมา การออกแบบวิจัยจึงอาศัยหลักคิดเกี่ยวกับการออกแบบทดลองเพื่อให้สามารถสรุปได้ว่า ผลที่เกิดขึ้นคือตัวแปรตามหรือตัวแปรผลเกิดจาก Intervention ซึ่งก็คือตัวแปรต้นหรือตัวแปรสาเหตุหรือ Treatment Variables โดยอาศัยหลักการควบคุมสุ่ม (Randomized Control) เพื่อให้กลุ่มผู้เข้ารับการทดลอง (Subjects) มีความเท่าเทียมกันก่อนจะได้รับเงื่อนไขการทดลอง แต่ในสถานการณ์ที่ไม่เอื้ออำนวยที่จะทำการควบคุมการทดลองโดยใช้การสุ่มได้ดังงานวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ที่มีความไม่เหมาะสมในการนำมนุษย์มาเป็นตัวอย่างสุ่มให้ได้รับสิ่งทดลองที่นักวิจัยจัดกระทำขึ้นภายใต้การควบคุมบริบทและปัจจัยแทรกซ้อนซึ่งทำได้ยากในทางปฏิบัติ จึงมีการพัฒนาการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) ซึ่งเป็นแบบการวิจัยเชิงปริมาณที่ใช้ในการศึกษาในภาคสนามหรือมีความเป็นไปได้ทางปฏิบัติจริง (Practicability) โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างที่มีอยู่ตามสภาพความเป็นจริง (Intact Groups) เช่น นักเรียนในห้องเรียนคนไข้ในโรงพยาบาล เป็นต้น ซึ่งรูปแบบการวิจัยกึ่งทดลองที่เหมาะสมและให้ผลน่าเชื่อถือในการประเมินประสิทธิผลของ Intervention คือ รูปแบบการศึกษา Interrupted Time Series (ITS) (อรพินทร์ ชูชม, 2552, หน้า 2-6; องอาจ นัยพัฒน์, 2554, หน้า 93-94; Shadish, Cook, & Campbell, 2002, p. 171-174; Melnyk & Beedy, 2012, p. 1-5)

**รูปแบบการศึกษา Interrupted Time Series (ITS)**

ITS เป็นรูปแบบหนึ่งของการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Design) ที่ใช้เพื่อศึกษาประสิทธิผลของ Intervention หรือตัวแปรสาเหตุที่จัดกระทำ (Treatment) ที่ให้กับกลุ่มทดลอง โดยพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลง การพัฒนา การเจริญเติบโตของตัวแปรตามซึ่งเป็นข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Data) ที่มีการให้ Intervention ระหว่างการศึกษา (Interruption) ข้อมูลที่สนใจศึกษาแบ่งเป็นสองช่วงคือช่วงก่อนการให้ Intervention (Pre-Intervention) และช่วงหลังการให้ Intervention (Post-Intervention) เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างเดิมด้วยการใช้เครื่องมือชุดเดิม ด้วยการวัดซ้ำ (Repeated Measure) ในช่วงเวลาที่มีระยะห่างการเก็บข้อมูลเท่า ๆ กัน (Equally Spaced) เช่น ชั่วโมง วัน เดือน ไตรมาส ปี เป็นต้น ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ ITS มีลักษณะเป็นข้อมูลแบบต่อเนื่อง (Continuous Data) ที่แปรผันตามเวลา (Shadish, Cook, & Campbell, 2002, p. 171-174; Penfold & Zhang, 2013, p. S38-S40)

ITS มีการประยุกต์ใช้ในงานวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพการบริการในระดับองค์กรหรือระดับประเทศ เช่น การประเมินนโยบาย การประเมินแนวทางการปฏิบัติ หรือระบบหรือมาตรการต่าง ๆ และงานวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ เช่น พฤติกรรมสุขภาพ พฤติกรรมการเรียนรู้ เป็นต้น ดังปรากฏจากการสืบค้นฐานข้อมูล PubMed ซึ่งเป็นฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์สารสนเทศทางการแพทย์เมื่อเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554 พบว่ารายงานวิจัยที่ใช้ ITS มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น คือ มีรายงานวิจัยใน ค.ศ. 1995-2000 จำนวน 60 เรื่อง ค.ศ. 2001-2005 มีจำนวน 139 เรื่อง ค.ศ. 2006-2010 มีจำนวน 321 เรื่อง และ ค.ศ. 2011 มีจำนวน 105 เรื่อง (เอกพล กาละดี, 2555, หน้า 2-3) แต่จากผลการศึกษาที่ประเมินคุณภาพรายงานวิจัยทางสารสนเทศทางสุขภาพ (Health Technology) ที่ใช้รูปแบบ ITS ที่ตีพิมพ์ใน ค.ศ. 2003 จำนวน 58 เรื่อง (Ramsay, Matowe, Grilli, Grimshaw, & Thomas, 2003)

พบว่ามีรายงานไม่ชัดเจนในด้านการให้ Intervention เป็นอิสระจากการเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ ร้อยละ 60.34 การไม่ระบุที่มาของขนาดตัวอย่างร้อยละ 100 และร้อยละ 63.79 พบว่าใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลไม่เหมาะสมเนื่องจากไม่ได้คำนึงถึงผลกระทบของการมีแนวโน้มและการผันแปรตามฤดูกาลของข้อมูลซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ เอกพล กาละดี (2555) ที่ศึกษาคุณภาพระเบียบวิธีวิจัยและความเหมาะสมของการวิเคราะห์ข้อมูลในรายงานวิจัย Pharmacy Interventions ที่ใช้รูปแบบการศึกษา ITS ที่ตีพิมพ์ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2554 จำนวน 36 เรื่อง ผลการประเมินพบว่ามีรายงานวิจัยที่มีคุณภาพระเบียบวิธีวิจัยที่ไม่ชัดเจนร้อยละ 47.2 และมีคุณภาพระเบียบวิธีวิจัยไม่ดีร้อยละ 2.8 และมีรายงานวิจัยร้อยละ 58.3 ที่มีความเหมาะสมในการเลือกใช้วิธีการทางสถิติสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลและส่วนใหญ่มีการนำเสนอข้อมูลที่สำคัญในรายงานวิจัยและคุณภาพรายงานวิจัยโดยภาพรวมอยู่ในระดับไม่ดีร้อยละ 58.3

ดังนั้นผู้วิจัยควรพึงระมัดระวังในเรื่องการออกแบบวิจัยเพื่อให้ผลการวิจัยมีความถูกต้องมากที่สุด

## สิ่งสำคัญที่ควรคำนึงในการออกแบบวิจัยโดยใช้รูปแบบ ITS

Ramsay, Matowe, Grilli, Grimshaw & Thomas (2003, p. 614-616) ได้เสนอแนะสิ่งสำคัญที่ควรคำนึงในการออกแบบวิจัยโดยใช้รูปแบบ ITS ไว้ดังนี้

1. การให้ Intervention เป็นอิสระจากการเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ เมื่อเวลาผ่านไป และผลลัพธ์ไม่ได้รับอิทธิพลจากตัวแปรแทรกซ้อนหรือเหตุการณ์ในอดีต ที่อาจส่งผลระหว่างการศึกษา หรือถ้ามีเหตุการณ์/ตัวแปรแทรกซ้อนที่อาจส่งผลต่อการศึกษาต้องมีการระบุและอธิบายไว้อย่างชัดเจน

2. ผู้วิจัยต้องรายงานจุดที่เริ่มให้ Intervention จำนวนครั้งที่เก็บข้อมูลก่อนและหลังให้ Intervention และระยะห่างของช่วงเวลาอย่างชัดเจน โดยกำหนดจุดที่เริ่มให้ Intervention คือจุดที่ใช้ในการวิเคราะห์

3. การให้ Intervention ไม่ส่งผลต่อการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยเก็บรวบรวมด้วยมาตรฐานเดียวกัน คือแหล่งข้อมูลและวิธีการเก็บข้อมูลต้องเหมือนกันทั้งก่อนและหลังให้ Intervention การเก็บข้อมูลแต่ละครั้งต้องมีระยะห่างการเก็บข้อมูลเท่ากัน (Equally Spaced)

4. ความสมบูรณ์ของข้อมูลคือจำนวนข้อมูลควรมีอย่างเพียงพอไม่มีการสูญหายหรือมีการสูญหายน้อยที่สุด และระบุที่มาของขนาดตัวอย่าง

5. มีการวัดผลลัพธ์โดยคำนึงถึงผลกระทบของการมีแนวโน้มและการผันแปรตามฤดูกาล (Secular Trend) หรือมีการเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา (Seasonality) ด้วยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่เหมาะสมและมีการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น (Assumptions) ที่สำคัญคือความคลาดเคลื่อนไม่มีความสัมพันธ์กันหรือไม่เกิดปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Non-Autocorrelation or Non-Serial Correlation) พร้อมทั้งบอกแนวทางการแก้ไขหากพบว่าไม่ผ่านข้อตกลงเบื้องต้นเช่นมีการปรับค่าข้อมูลหรือเลือกตัวแบบใหม่ให้เหมาะสมกับอนุกรมเวลา นอกจากนี้ควรมีการนำเสนอค่าข้อมูลด้วยกราฟเพื่อแสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป

## ประเภทของรูปแบบ ITS

Shadish, Cook, & Campbell (2002, p. 175-205) or West, Biesanz, or Pitts (2000, p. 61-68) จำแนกรูปแบบ ITS เป็นหลายประเภทและกล่าวถึงข้อดีข้อจำกัดของ ITS ดังนี้

**1. Simple Interrupted Time Series or One-group Time Series**

เป็นรูปแบบพื้นฐาน มีกลุ่มทดลองกลุ่มเดียวและมีการวัดซ้ำ (Repeated Measure) หรือวัดผลลัพธ์หลายครั้งทั้งก่อนให้ Intervention และหลังให้ Intervention

| | |
|---|---|
| กลุ่มทดลอง | $O_1\ O_2\ O_3\ O_4\ O_5\ \mathbf{X}\ O_6\ O_7\ O_8\ O_9\ O_{10}$ |

เมื่อ X หมายถึง ตัวแปรสาเหตุที่จัดกระทำ (Treatment) หรือ Intervention ที่ให้กับกลุ่มทดลองเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าในตัวแปรตาม

$O_i$ หมายถึง ผลการทดสอบหรือค่าของตัวแปรตามที่วัดได้ ณ จุดเวลา i ซึ่งมีการวัดผลลัพธ์ก่อนให้ Intervention ($O_1$ ถึง $O_5$) และหลังให้ Intervention ($O_6$ ถึง $O_{10}$)

แบบแผนการทดลองนี้เป็นการพิจารณาดูการเปลี่ยนแปลงการทดสอบของการทดสอบครั้งสุดท้ายก่อนการทดลองและการทดสอบครั้งแรกหลังการทดลอง ($O_5 - O_6$) ว่าแตกต่างกันมากน้อยจากการเปลี่ยนแปลงของการทดสอบหลาย ๆ ครั้งก่อนการทดลอง ($O_1\ O_2\ O_3\ O_4\ O_5$) และการเปลี่ยนแปลงของการทดสอบหลายครั้งหลังการทดลอง ($O_6\ O_7\ O_8\ O_9\ O_{10}$) ถ้าการเปลี่ยนแปลงของการทดสอบครั้งที่ 5 ไปครั้งที่ 6 ($O_5 - O_6$) มีค่ามากกว่าการเปลี่ยนแปลงของ ($O_1\ O_2\ O_3\ O_4\ O_5$) และ ($O_6\ O_7\ O_8\ O_9\ O_{10}$) แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงนั้นเกิดจากการกระทำของ Intervention

***ตัวอย่างงานวิจัย***

1) Szatkowski, Coleman, McNeill & Lewis (2011) ศึกษาเรื่องผลกระทบของการใช้กฎหมายปลอดบุหรี่ (Smoke-Free Legislation) ต่อพฤติกรรมการเลิกสูบบุหรี่ในประเทศอังกฤษ (O) โดยประเมินจากอัตราการเปลี่ยนแปลงการจ่ายยา งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินอัตราการเปลี่ยนแปลงการจ่ายยาเลิกสูบบุหรี่ก่อนและหลังการใช้กฎหมายปลอดบุหรี่ ในประเทศอังกฤษ (X) ที่ประกาศใช้เมื่อวันที่ 1 กรกฎาคม ค.ศ. 2007 ศึกษาจากผู้ป่วยที่มีอายุ 16 ปีขึ้นไปและเป็นผู้ที่มีข้อมูลทางการแพทย์ว่ามีพฤติกรรมการสูบบุหรี่จำนวน 350 คน เก็บข้อมูลรายเดือนก่อนประกาศใช้กฎหมายปลอดบุหรี่ ค.ศ. 2000 ถึง ค.ศ. 2007 และหลังประกาศใช้กฎหมายปลอดบุหรี่ ค.ศ. 2007 ถึง ค.ศ. 2009

2) อดิศร บาลโสง (2557) ศึกษาเรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมเชิงพุทธิปัญญาและแนวคิดการวางแผนยุทธศาสตร์ชีวิต เพื่อเสริมสร้างพฤติกรรมการกำกับตนเองและผลการเรียนรู้จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสุขศึกษาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น (O) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมเชิงพุทธิปัญญาและแนวคิดการวางแผนยุทธศาสตร์ชีวิต (X) ศึกษาจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 23 คน เก็บรวบรวมข้อมูล 20 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 1 ภาคเรียน

**2. Interrupted Time Series with Control-Group or Control-Group Time Series or Interrupted Time Series with a Nonequivalent No-Treatment Comparison Group**

คล้ายกับรูปแบบ Simple Interrupted Time Series แต่มีกลุ่มเปรียบเทียบหรือกลุ่มควบคุม (Control Group) ซึ่งทำให้มีความเที่ยงตรงภายใน (Internal Validity) มากขึ้น กลุ่มควบคุมอาจให้เป็น Intervention หลอก (Placebo) และมีการวัดผลลัพธ์หลายครั้งก่อนและหลังให้ Intervention ทั้งสองกลุ่ม ในระยะเวลาเดียวกัน คือ $O_1\ O_2\ O_3\ O_4\ O_5$ ส่วนกลุ่มควบคุมไม่ต้องมีการจัดกระทำในระยะเวลาที่กำหนดไว้แล้ว ทำการวัดซ้ำ/ทดสอบหลังการทดสอบติดต่อกันโดยเว้นระยะห่างของการวัดซ้ำ/ทดสอบแต่ละครั้งเช่นเดียวกับการวัดซ้ำก่อนการทดลอง คือ $O_6\ O_7\ O_8\ O_9\ O_{10}$ แบบแผนการทดลองนี้เป็นการพิจารณาดูการเปลี่ยนแปลงระหว่างผลการทดสอบครั้งสุดท้ายก่อนการทดลองกับผลการทดสอบครั้งแรกหลังการทดลอง ($O_5\ O_6$) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ถ้ากลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่ากลุ่มควบคุมก็อาจสรุปได้ว่าผลที่เกิดขึ้นเกิดเนื่องจากการจัดกระทำ

| | |
|---|---|
| กลุ่มทดลอง | $O_1\ O_2\ O_3\ O_4\ O_5$ X $O_6\ O_7\ O_8\ O_9\ O_{10}$ |
| กลุ่มควบคุม | $O_1\ O_2\ O_3\ O_4\ O_5$ $O_6\ O_7\ O_8\ O_9\ O_{10}$ |

***ตัวอย่างงานวิจัย***

1) Campbell & Ross (1968 อ้างถึงใน เอกพล กาละดี, 2555) ได้ศึกษาสถิติการตายจากอุบัติเหตุบนทางหลวงเนื่องจากพฤติกรรมการขับรถเร็วในรัฐคอนเนคติกัต ข้อมูลเป็นสถิติอุบัติเหตุการตายบนทางหลวงในระยะเวลา 9 ปี (1951-1959) ของรัฐคอนเนคติกัตเป็นกลุ่มทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมใช้สถิติอุบัติเหตุการตายบนทางหลวงในระยะเวลาเดียวกันของรัฐที่มีสถิติใกล้เคียงกัน ได้แก่ รัฐนิวยอร์ก นิวเจอร์ซี่ โร้ดไอร์แลนด์ และแมสซาซูเซท Intervention (X) ที่สนใจ คือ การประกาศเพิ่มโทษแก่ผู้ที่ขับรถเกินความเร็วที่กำหนดไว้ในรัฐคอนเนคติกัตปี 1955 สำหรับรัฐที่เป็นกลุ่มควบคุมไม่มีการประกาศเพิ่มโทษแต่อย่างใด แต่ใช้กฎหมายจราจรตามปกติ ตัวแปรตาม (O) คือ อัตราการตายด้วยอุบัติเหตุรถชนบนทางหลวงต่อประชากร 100,000 คน ในแต่ละปีโดยวัดสถิติการตายก่อนประกาศเพิ่มโทษ 4 ปี (1951-1954) และวัดสถิติการตายหลังประกาศเพิ่มโทษอีก 4 ปี (1956-1959) เก็บข้อมูลเป็นรายปี

2) นิพิฐพร โกมลกิติศักดิ์ (2553) ศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์ผลของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (X) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานกลุ่ม และการเห็นคุณค่าในตนเอง (O) ซึ่งเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น: การทดลองแบบอนุกรมเวลา มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานกลุ่มและการเห็นคุณค่าในตนเอง ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบปกติศึกษาจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน เก็บรวบรวมข้อมูล 11 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง โดยสัปดาห์ที่ 1-3 เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน สัปดาห์ที่ 4-8 เริ่มจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และสัปดาห์ที่ 9-11 ทำการวัดและประเมินผลหลังการจัดกิจกรรม

รูปแบบ Simple Interrupted Time Series or interrupted Time Series with Control-Group เป็นรูปแบบ

ที่นักวิจัยนิยมใช้ นอกจากนี้ยังมีรูปแบบอื่นที่มีความซับซ้อนขึ้นซึ่งนักวิจัยสามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับโจทย์วิจัย ดังนี้

**3. Interrupted Time Series with Nonequivalent Dependent Variables**

รูปแบบนี้คล้ายกับรูปแบบที่ 2 แต่รูปแบบนี้จะมีการให้ Intervention กับกลุ่มควบคุม นั่นคือ ตัวแปรตามในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมต่างกันหรือไม่เท่าเทียมกัน (Nonequivalent) มีการวัดผลลัพธ์ก่อนและหลังการทดลองหลาย ๆ ครั้ง โดยให้ Intervention ชนิดเดียวกันแต่วัดผลลัพธ์จากตัวแปรตามต่างกัน

กลุ่มทดลอง $O_{A1}\ O_{A2}\ O_{A3}\ O_{A4}\ O_{A5}$ **X** $O_{A6}\ O_{A7}\ O_{A8}\ O_{A9}\ O_{A10}$

กลุ่มควบคุม $O_{B1}\ O_{B2}\ O_{B3}\ O_{B4}\ O_{B5}$ **X** $O_{B6}\ O_{B7}\ O_{B8}\ O_{B9}\ O_{B10}$

เมื่อ $O_{Ai}$ หมายถึง ค่าสังเกตจากตัวแปรตามของกลุ่มทดลอง ณ เวลา i ; i =1,2, ... ,10

$O_{Bi}$ หมายถึง ค่าสังเกตจากตัวแปรตามของกลุ่มควบคุม ณ เวลา i ; i =1,2, ... ,10

***ตัวอย่างงานวิจัย***

Jiang, Hughes & Duszak (2015) ศึกษาเรื่องพฤติกรรมการตรวจคัดกรองโรคมะเร็งเต้านมด้วยวิธี Mammography ก่อนและหลังคำแนะนำของหน่วยปฏิบัติการป้องกันเฉพาะกิจของอเมริกัน (U.S. Preventive Services Task Force: USPSTF) (X) ในปี ค.ศ. 2009 มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินอัตราการเปลี่ยนแปลงการตรวจคัดกรองโรคมะเร็งเต้านมด้วยวิธี Mammography ก่อนและหลังคำแนะนำของ USPSTF ใช้ตัวอย่างผู้หญิงที่มีอายุ 65-90 ปี ในสหรัฐอเมริกาที่อยู่ภายใต้โปรแกรม Medicare ซึ่งเป็นโปรแกรมประกันสุขภาพของรัฐ โดยกลุ่มทดลองวัดผลการตรวจคัดกรองโรคมะเร็งเต้านมด้วยวิธี Mammography ($O_{Ai}$) และกลุ่มควบคุม เก็บข้อมูลเป็นรายเดือนก่อนการให้คำแนะนำของ USPSTF เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 - เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 และหลังการให้คำแนะนำของ USPSTF เดือนธันวาคม พ.ศ. 2549 - เดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 วัดผลการตรวจคัดกรองมะเร็งปากมดลูกด้วย Papanicolaou Test or Pap Smear or Pap Test ($O_{Bi}$) ถ้าคำแนะนำของ USPSTF มีผลต่อพฤติกรรมการตรวจคัดกรองโรคมะเร็งเต้านมด้วยวิธี Mammography จริง การตรวจคัดกรองโรคมะเร็งเต้านมด้วยวิธี Mammography ต้องเพิ่มขึ้น ส่วนการตรวจคัดกรองมะเร็งปากมดลูกด้วย Pap Test ต้องไม่เปลี่ยนแปลง หากการตรวจด้วย Pap Test มีการเปลี่ยนแปลงด้วยอาจเป็นผลมาจากปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง แสดงว่าผลที่เกิดขึ้นไม่ได้มาจากคำแนะนำของ USPSTF

**4. Interrupted Time Series with Removed Treatment**

เป็นการศึกษาจากกลุ่มทดลองกลุ่มเดียวที่เก็บข้อมูลซ้ำกันหลายครั้งแต่พิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่มากกว่า 1 จุดเมื่อมีการให้ Intervention มากกว่า 1 Intervention หรือให้ Intervention สลับกัน เรียกว่า Multi-Period Intervention โดยเก็บข้อมูลก่อนและหลังจากนั้นให้ Intervention แล้ววัดผลลัพธ์ จากนั้นไม่ให้ Intervention (Removed-Treatment) แล้ววัดผลซ้ำอีกหลายครั้ง แล้วเปรียบเทียบผลของการให้และไม่ให้ Intervention ถ้า Intervention มีประสิทธิผล ระดับการเปลี่ยนแปลงของทั้งสองช่วงต้องแตกต่างกัน

กลุ่มทดลอง $O_1\ O_2\ O_3\ O_4\ O_5\ \mathbf{X}\ O_6\ O_7\ O_8\ O_9\ O_{10}\ \cancel{\mathbf{X}}\ O_{11}\ O_{12}\ O_{13}\ O_{14}\ O_{15}$

เมื่อ $O_1$ ถึง $O_{10}$ เป็นการประเมินผลการเปลี่ยนแปลงของระดับและความชันเมื่อให้ Intervention พิจารณาจากหน่วยสังเกตที่ 5 และ 6

$O_{11}$ ถึง $O_{15}$ เป็นการประเมินผลเมื่อไม่ให้ Intervention พิจารณาการเปลี่ยนแปลงของระดับและความชันจากหน่วยสังเกตที่ 10 และ 11

***ตัวอย่างงานวิจัย***

เอกพล กาละดี (2555) ได้ศึกษาประสิทธิผลของระบบการกระจายยาแบบหนึ่งหน่วยการขนาดใช้ยา (Unit Dose) (X) บนหอผู้ป่วยในโดยเปรียบเทียบกับระบบ Three Day Dose ซึ่งเป็นระบบเดิมซึ่งทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของระดับและแนวโน้มมากกว่าหนึ่งจุดโดยเก็บข้อมูล 42 เดือนโดยช่วง 12 เดือนแรกใช้ระบบ Three Day Dose เดือนที่ 13-30 (18 เดือน) ใช้ระบบ Unit Dose และอีก 12 เดือนใช้ระบบ Three Day Dose วัดค่าตัวแปรตามจากอัตราความคลาดเคลื่อนทางยา (O)

**5. Interrupted Time Series with Multiple Replications**

เป็นการศึกษาจากกลุ่มทดลองกลุ่มเดียว เริ่มจากการให้แล้วไม่ให้ Intervention ทำซ้ำหลายครั้งตามตารางเวลาที่กำหนดและเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้นว่าตัวแปรที่สนใจให้ผลลักษณะเดียวกันในแต่ละช่วงเวลาหรือไม่ ซึ่งจะทำให้ทราบว่าตัวแปรที่สนใจให้ผลในลักษณะเดียวกันในแต่ละช่วงเวลาหรือไม่

กลุ่มทดลอง $O_1\ O_2\ \mathbf{X}\ O_3\ O_4\ \cancel{\mathbf{X}}\ O_5\ O_6\ \mathbf{X}\ O_7\ O_8\ \cancel{\mathbf{X}}\ O_9\ O_{10}\ \mathbf{X}\ O_{11}\ O_{12}\ \cancel{\mathbf{X}}\ O_{13}\ O_{14}$

***ตัวอย่างงานวิจัย***

McLeod, Taylor, Cohen & Cullen (1986 อ้างถึงใน Shadish, Cook, & Campbell, 2002, p. 190) ได้ศึกษาประสิทธิภาพยาที่ใช้รักษาผู้ป่วยที่มีการอักเสบหลังการผ่าตัดลำไส้เล็ก (X) กับยาหลอก (Placebo) ผู้ป่วยจะได้รับการปกปิดการให้ยา 10 ครั้งใน 14 วัน วัดค่าตัวแปรตามจากอาการของผู้ป่วย (X) ซึ่งถูกรวบรวมทุกวัน ได้แก่ อาการปวดท้อง วิงเวียน ก๊าซในช่องท้อง ปริมาณอุจจาระ อุจจาระเป็นน้ำและกลิ่นเหม็น หากเป็นผลมาจากยา อาการต่าง ๆ เหล่านี้จะลดลง

**ข้อดีของ ITS**

1. เป็นวิธีการในการศึกษาธรรมชาติของผลกระทบการเปลี่ยนแปลงที่เป็นระบบ เพื่อดูแนวโน้ม

และการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ที่สนใจศึกษาก่อนและหลังให้ Intervention ว่ามีแนวโน้มอย่างไร หรือทำให้ทราบว่า Intervention มีอิทธิพลเป็นไปในลักษณะใด เกิดขึ้นเร็วช้า ชั่วคราวหรือถาวร เป็นต้น ซึ่งทำให้นักวิจัยสามารถประเมินลักษณะของผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในกลุ่มตัวอย่างจากสิ่งทดลองได้ละเอียดมากกว่าการวิจัย โดยใช้แบบกลุ่มเดียวมีการวัดซ้ำครั้งเดียว จึงเป็นการช่วยลดจุดอ่อนของการศึกษาแบบวัดก่อนและหลัง (Before and After) ที่วัดผลเพียงครั้งเดียว

2. ตัวอย่างผู้รับการทดลองก่อนและหลังการทดลองมีกลุ่มเดียว ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับการทำวิจัยในสาขาวิชาที่มักประสบปัญหาเรื่องขนาดตัวอย่าง เช่น สาขาวิชาจิตวิทยา สาขาวิชาการศึกษาพิเศษ เป็นต้น

3. การมีกลุ่มควบคุมจะช่วยทำให้เปรียบเทียบผลของ Intervention ได้ชัดเจนมากขึ้นเป็นการที่นักวิจัยพยายามทำให้ทั้งสองกลุ่มมีลักษณะความเท่าเทียมกันในทุกด้านเพราะหากจุดเริ่มต้นเท่าเทียมกันจะสามารถเปรียบเทียบผลของ Intervention ได้อย่างชัดเจน ช่วยป้องกันผลกระทบอื่นหรือตรวจสอบปัจจัยอื่นที่มีต่อผลการศึกษาได้ ทำให้การศึกษามีความเที่ยงตรงภายในมากขึ้น ซึ่งเป็นการช่วยลดจุดอ่อนของการศึกษาแบบกลุ่มเดียว

**ข้อจำกัดของ ITS**

1. ข้อจำกัดของการวิจัยกึ่งทดลองทุกประเภท คือ ไม่มีการสุ่มตัวอย่างรับ Intervention ซึ่งมีโอกาสสูงต่อการขาดความเที่ยงตรงภายใน (Internal Validity) เพราะการเลือกตัวอย่างในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่สมมูลหรือไม่เท่าเทียมกัน เช่น วุฒิภาวะของกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกัน เป็นต้น

2. การศึกษา ITS ใช้ระยะเวลาศึกษายาวนานและเก็บข้อมูลที่ต่อเนื่องกัน อาจทำให้ข้อมูลได้รับผลกระทบจากอิทธิพลของฤดูกาล (Secular Trend) และการเก็บข้อมูลซ้ำในหน่วยเดิมอาจทำให้ข้อมูลมีสหสัมพันธ์ภายในต่อกัน (Autocorrelation) ปัจจัยเหล่านั้นส่งผลกระทบต่อการทดลองทำให้ไม่สะท้อนผลของ Intervention ที่แท้จริง

3. การเก็บข้อมูลซ้ำหลายครั้งอาจจะทำให้เกิดความอ่อนไหว (Sensitization) ของกลุ่มทดลองทำให้รู้ตัวว่าผู้วิจัยต้องการวัดอะไรซึ่งอาจมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งทดลองที่นักวิจัยจัดกระทำขึ้นทำให้ส่งผลต่อความเที่ยงตรงภายใน (Internal Validity) และความเที่ยงตรงภายนอก (External Validity) นอกจากนี้หน่วยตัวอย่างอาจเกิดความเหนื่อยล้า เบื่อหน่ายในการวัดหรือสังเกตซ้ำหลายครั้ง ซึ่งมีผลทำให้เกิดความเสี่ยงสูงต่อการขาดหาย (Drop Out) ของหน่วยตัวอย่าง

**วิธีการทางสถิติ (Statistical Method Approach)**

สิ่งสำคัญของการวิเคราะห์ข้อมูล ITS คือ การเลือกใช้สถิติที่เหมาะสมกับลักษณะข้อมูลและวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ เพื่อศึกษาประสิทธิผลของ Intervention ITS โดยการอธิบายแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาเปรียบเทียบระหว่างก่อนให้ Intervention และหลังให้ Intervention เนื่องจากการศึกษา ITS ใช้ระยะเวลาศึกษายาวนานและเก็บข้อมูลที่ต่อเนื่องกัน ทำให้ข้อมูลอาจได้รับผลกระทบจากอิทธิพลของฤดูกาล (Secular Trend) หรือมีการเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา (Seasonality) ทำให้มีแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงที่ไม่นิ่ง (Non-Stationary) นอกจากนี้การเก็บข้อมูลซ้ำในหน่วยเดิมทำให้ข้อมูลเกิดปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation or Serial Correlation) การประเมินผลโดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของก่อนให้ Intervention และหลังให้ Intervention เพียงอย่างเดียวอาจจะไม่เหมาะสม การประเมินผลนโยบายด้านสุขภาพส่วนใหญ่จึงมักทำการวิเคราะห์เชิงอนุกรมเวลาด้วยการถดถอยแบบเป็นช่วง (Segmented Regression of Interrupted Time Series Analysis) เพื่อควบคุมแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา (Secular Trend) และปัจจัยที่รบกวนผลลัพธ์ของการศึกษาร่วม

ด้วย (สุรศักดิ์ ไชยสงค์ และ ชุติมาภรณ์ ไชยสงค์, 2557, หน้า 161-165; Lagarde, 2012, p. 76-80)

**การวิเคราะห์ถดถอยแบบแบ่งช่วง (Segmented Regression Analysis or Piecewise Regression Analysis)** เป็นการวิเคราะห์ผลกระทบของ Intervention จากการเปลี่ยนแปลงของค่าประมาณระดับและแนวโน้มของตัวแปรตาม (Y) ที่สนใจเปรียบเทียบระหว่างช่วงก่อนการให้ Intervention และหลังการให้ Intervention การประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการวิเคราะห์ถดถอยแบบแบ่งช่วงใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Squares Method) ภายใต้เงื่อนไขที่ต้องมีตัวแปรเวลาเพื่อควบคุมอิทธิพลของฤดูกาลและตัวแปร Intervention ซึ่งเป็นตัวแปร Dummy แสดงถึงการได้รับ Intervention ณ เวลาต่าง ๆ ใช้ในการแปลผลระดับการเปลี่ยนแปลงส่วนตัวแปรเวลาหลังได้รับ Intervention (Wagner, Soumerai, Zhang, & Degnan, 2002, p. 299-309; Penfold & Zhang, 2013, p. S41-S42)

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการวิเคราะห์คือข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption) ซึ่งการวิเคราะห์ถดถอยแบบแบ่งช่วงมีเงื่อนไขคล้ายกับการวิเคราะห์ถดถอยโดยมีตัวแปรอิสระ (X) คือเวลาและ Intervention ได้แก่ 1) X และ Y มีความสัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรง (Linearity) 2) ความคลาดเคลื่อน ($\varepsilon$) เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงปกติ มีค่าเฉลี่ย 0 และความแปรปรวน $\sigma^2$ (Normality) 3) ความแปรปรวนของ Y สำหรับแต่ละค่าของ X มีค่าเท่ากัน หรือความแปรปรวนของ $\varepsilon$ มีค่าเท่ากันสำหรับทุกค่าของ X (Homoscedasticity) และ 4) $\varepsilon_i$ และ $\varepsilon_j$ เป็นอิสระกัน (Independence) ซึ่งวิธีการตรวจสอบและเกณฑ์ในการพิจารณาของแต่ละข้อตกลงเบื้องต้น แสดงในตาราง 1 (Draper & Smith, 1998, p. 179-181 ;Ryan & Porth, 2007, p. 10-27)

**ตาราง 1** ข้อตกลงเบื้องต้น วิธีการตรวจสอบ และเกณฑ์ในการพิจารณาผลทดสอบ ของการวิเคราะห์ถดถอยแบบแบ่งช่วง

| Assumption | วิธีการตรวจสอบ (Method) | เกณฑ์ (Criterion) |
|---|---|---|
| 1. Linearity | Scatter Plot | Linear pattern |
| 2. Normality<br>$\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$ | 1. Komogorov-Sminov ($n > 50$)<br>2. Shapiro-Wilk ($n \leq 50$)<br>3. Skewness, Kurtosis<br>4. Normal P-P Plot | 1, 2. Sig $>\alpha$ แสดงว่า $\varepsilon$ มีการแจกแจงปกติ<br>3. เป็น 0 มีการแจกแจงปกติ<br>4. ข้อมูลกระจายตัวใกล้เส้นตรง |
| 3.Homoscedasticity<br>$V(\varepsilon) = \sigma^2$ | Scatter Plot | No pattern |
| 4. Independence<br>(no Autocorrelation)<br>$COV(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0 ; i \neq j$ | Durbin-Watson Test | 1.5-2.5 คือ $\varepsilon$ เป็นอิสระกัน<br>>2.5 คือ $\varepsilon$ มีความสัมพันธ์กันในทิศลบ<br><1.5 คือ $\varepsilon$ มีความสัมพันธ์กันในทิศบวก |

ข้อตกลงเบื้องต้นสำคัญที่นักวิจัยต้องทดสอบคือความคลาดเคลื่อนไม่เกิดปัญหาอัตสหสัมพันธ์ (Autocorrelation or Serial Correlation) เพราะหากเกิดปัญหาดังกล่าวจะทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเป็นค่าประมาณที่ต่ำเกินไป (Underestimated Standard Error) ส่งผลให้การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมีนัยสำคัญทางสถิติสูงกว่าปกติ (Overestimated Significant) ซึ่งอาจนำไปสู่การสรุปผลที่ไม่ถูกต้อง แนวทางแก้ไขอาจแปลงค่า

ข้อมูลหรือใช้วิธีการวิเคราะห์ที่ฟังก์ชันความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามไม่เป็นเส้นตรงหรือการวิเคราะห์รูปแบบการถดถอยของผลต่าง (First Differences Regression Model) หรือการวิเคราะห์รูปแบบการถดถอยต่อเนื่อง (Auto Regressive Model) หรือการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีการของ Box & Jenkins ร่วมกับ Intervention Function ที่เรียกว่า ARIMA Intervention Analysis (Vandaele,1983, p. 1-5)

จำนวนข้อมูลที่เพียงพอ (Sufficient Number) สำหรับการวิเคราะห์ถดถอยแบบแบ่งช่วง Center for Clinical Epidemiology and Biostatistics ของ Newcastle University, Australia ได้เสนอแนะว่าโดยทั่วไปใช้ 24 ข้อมูลคือก่อนให้ Intervention 12 ข้อมูล และหลังให้ Intervention 12 ข้อมูลถือว่าเพียงพอเนื่องจากสามารถตรวจสอบอิทธิพลของฤดูกาลในอนุกรมเวลาได้ แต่อย่างไรก็ตามหากใช้ข้อมูลจำนวน 100 ชุด จะได้ตัวประมาณที่ดี (Wagner, Soumerai, Zhang & Ross-Degnan, 2002, p. 301)

**ตัวแบบ (Model)** ของการวิเคราะห์ถดถอยแบบแบ่งช่วงจะแบ่งช่วง (Segment) ของอนุกรมเวลาออกเป็น 2 ช่วงหรือมากกว่า 2 ช่วงโดยกำหนดช่วงแรกเป็นก่อนให้ Intervention และช่วงหลังให้ Intervention จุดแบ่งระหว่าง 2 ช่วงคือจุดที่เริ่มให้ Intervention ผู้วิจัยต้องระบุอย่างชัดเจนแล้วสรุปผลประสิทธิผลของ Intervention จากการเปลี่ยนแปลงในตัวแปรตามโดยใช้ตัวแบบ (Model) ที่มีพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่าคือระดับ (Level) เป็นจุดตัดแกน y จะแสดงถึงลักษณะของผลกระทบที่เกิดขึ้นแบบทันทีหลังจากให้ Intervention (Chang in Level) และแนวโน้ม (Trend) หรือความชัน (Slope) ของตัวแปรตามหลังจากให้ Intervention จะแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงที่ค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงในระยะยาว (Change in Trend) การศึกษาด้วยรูปแบบ ITS เพื่อศึกษาประสิทธิผลของ Intervention ที่ใช้การวิเคราะห์ถดถอยแบบแบ่งช่วง Wagner, Soumerai, Zhang & Ross-Degnan, (2002, p. 299-308) นำเสนอตัวแบบใน 3 กรณี คือ 1) Simple Interrupted Time Series 2) Interrupted Time Series with Control Group และ 3) Interrupted Time Series with Remove Treatment

**Simple Interrupted Time Model**

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 T + \beta_2 D + \beta_3 P + \varepsilon_i$$

เมื่อ T (Time) คือ ตัวแปรเวลาในช่วงที่ศึกษา

D (Dummy Variable) คือ ตัวแปรหุ่นที่บ่งบอกการให้ Intervention
รหัส 0 คือ ก่อนให้ Intervention และ 1 คือหลังให้ Intervention

P (Post Intervention) คือ ตัวแปรเวลาที่ให้ Intervention เริ่มนับจาก 1 เป็นต้นไป
ส่วนเวลาที่ไม่ได้ให้ Intervention ใช้รหัสเป็น 0

$\beta_0$ คือ ค่าคงที่ ณ เวลาเป็น 0

$\beta_1$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของแนวโน้มตามเวลาบ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงก่อนให้ Intervention (Baseline trend)

$\beta_2$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของระดับการเปลี่ยนแปลงหลังให้ Intervention (Level Change)

$\beta_3$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงหลังให้ Intervention (Trend Change)

**Interrupted Time Series with Control Group Model**

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 T + \beta_2 D + \beta_3 P + \beta_4 G + \beta_5 GT + \beta_6 GD + \beta_7 GP + \varepsilon_i$$

เมื่อ T (Time) คือ ตัวแปรเวลาในช่วงที่ศึกษา

D (Dummy Variable) คือ ตัวแปรหุ่นที่บ่งบอกการให้ Intervention
รหัส 0 คือก่อนให้ Intervention และ 1 คือหลังให้ Intervention

P (Post Intervention) คือ ตัวแปรเวลาที่ให้ Intervention เริ่มนับจาก 1 เป็นต้นไป
ส่วนเวลาที่ไม่ได้ให้ Intervention ใช้รหัสเป็น 0

G (Group) คือ ตัวแปรกลุ่มรหัส 0 คือ กลุ่มควบคุม และ 1 คือ กลุ่มทดลอง

$\beta_0$ คือ ค่าคงที่ ณ เวลาเป็น 0

$\beta_1$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของแนวโน้มตามเวลาบ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงก่อนให้ Intervention (Baseline trend)

$\beta_2$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของระดับการเปลี่ยนแปลงหลังให้ Intervention (Level change)

$\beta_3$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงหลังให้ Intervention (Trend Change)

$\beta_4$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่างของระดับระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

$\beta_5$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่างของแนวโน้มตามเวลาก่อนให้ Intervention ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

$\beta_6$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่างของระดับการเปลี่ยนแปลงหลังให้ Intervention ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

$\beta_7$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่างของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงหลังให้ Intervention ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

**Interrupted Time Series with Remove Treatment Model**

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 T + \beta_2 D_1 + \beta_3 P_1 + \beta_4 D_2 + \beta_5 P_2 + \varepsilon_i$$

เมื่อ T (Time) คือ ตัวแปรเวลาในช่วงที่ศึกษา

$D_1D_2$ (Dummy Variable) คือ ตัวแปรหุ่นที่บ่งบอกการให้ Intervention ที่ 1 และ 2 ตามลำดับ
รหัส 0 คือ ก่อนให้ Intervention และ 1 คือ หลังให้ Intervention

$P_1P_2$ (Post Intervention) คือ ตัวแปรเวลาที่ให้ Intervention ที่ 1 และ 2 ตามลำดับ
เริ่มนับจาก 1 เป็นต้นไปส่วนเวลาที่ไม่ได้ให้ Intervention ใช้รหัสเป็น 0

$\beta_0$ คือ ค่าคงที่ ณ เวลาเป็น 0

$\beta_1$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของแนวโน้มตามเวลาบ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงก่อนให้ Intervention (Baseline Trend)

$\beta_2$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของระดับการเปลี่ยนแปลงหลังให้ Intervention (Level Change)

$\beta_3$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงหลังให้ Intervention ที่ 1 เปรียบเทียบกับก่อนให้ Intervention

$\beta_4$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่างของระดับการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของการให้ Intervention ที่ 1 กับ Intervention ที่ 2

$\beta_5$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่างของแนวโน้มหลังการให้ Intervention ที่ 1 เปรียบเทียบกับแนวโน้มหลังการให้ Intervention ที่ 2

**ตัวอย่างงานวิจัย**

การวิเคราะห์แบบอนุกรมเวลาด้วยการถดถอยแบบแบ่งช่วง (Segmented Regression of Interrupted Time Series Analysis) ของสุรศักดิ์ ไชยสงค์ และชุติมา ภรณ์ไชยสงค์ (2557) ศึกษาเรื่องผลกระทบของนโยบายควบคุมการใช้ยา Esomeprazole ชนิดฉีด (X) ต่อปริมาณและค่าใช้จ่ายของการใช้ยาในโรงพยาบาลมหาสารคาม (O) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลนโยบายควบคุมการสั่งใช้ยา Esomeprazole ชนิดฉีดต่อปริมาณและมูลค่าการใช้ยา Esomeprazole ชนิดฉีดในโรงพยาบาลมหาสารคาม โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมการใช้ยาในช่วงก่อนและหลังนโยบายการศึกษานี้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ในช่วงก่อนและหลังการประกาศใช้นโยบายควบคุมการสั่งใช้ยา Esomeprazole ชนิดฉีดในแผนกผู้ป่วยในโรงพยาบาลมหาสารคาม ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2556 เป็นระยะเวลา 24 เดือน (ก่อนนโยบาย 14 เดือนและหลังนโยบาย 10 เดือน) การศึกษานี้วัดตัวแปรที่ศึกษาในแต่ละเดือนก่อนและหลังการควบคุมการใช้ยา Esomeprazole ชนิดฉีดดังนี้ 1) ปริมาณการใช้ยา Esomeprazole Pantoprazole และ Omeprazole ชนิดฉีดในแผนกผู้ป่วยในหน่วยเป็น Vial ที่ใช้ไปในแต่ละเดือน 2) มูลค่าการใช้ยา Esomeprazole Pantoprazole และ Omeprazole ชนิดฉีดในแผนกผู้ป่วยใน คิดมาจากมูลค่าที่ใช้คิดราคาในแต่ละเดือนหน่วยเป็นบาท และ 3) จำนวนผู้ป่วยโรคทางเดินอาหารที่เข้านอนรักษาในโรงพยาบาล (หน่วยเป็นคน) มีตัวแบบดังนี้

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \text{Time} + \beta_2 \text{Intervention} + \beta_3 \text{Time after Intervention} + \varepsilon_i$$

เมื่อ Time คือ เวลาเป็นเดือนในช่วงที่ศึกษา

Intervention คือ การมีนโยบายควบคุมการใช้ยา

Time after Intervention คือ เวลาหลังการมีนโยบายควบคุมการใช้ยา

$\beta_0$ คือ ค่าคงที่

$\beta_1$ คือ ค่าสัมประสิทธ์ของแนวโน้มตามเวลา (Secular Trend) บอกถึงแนวโน้มของการใช้ยาที่มีอยู่แล้ว

$\beta_2$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของระดับการเปลี่ยนแปลงตามนโยบาย (Level Change) บอกถึงปริมาณการใช้ยาที่เปลี่ยนแปลงไปหลังการมีนโยบาย

$\beta_3$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามนโยบาย (Trend Change) บอกถึงแนวโน้มการใช้ยาที่เปลี่ยนแปลงไปหลังการมีนโยบาย

$\varepsilon_i$ คือ ค่าความคลาดเคลื่อน

ผลการวิจัยพบว่าหลังการใช้นโยบายควบคุมการใช้ยาปริมาณและมูลค่าการใช้ยา Esomeprazole เฉลี่ยต่อผู้ป่วยลดลงจาก 6.2 เป็น 4.1 vial/GI patient/month (ลดลงร้อยละ 33.9) และ 2,198 เป็น 1,462 baht/GI patient/month (ลดลงร้อยละ 33.5) ตามลำดับแต่ปริมาณและมูลค่าการใช้ยา Omeprazole และ Pantoprazole เพิ่มขึ้น จากการวิเคราะห์แบบการถดถอยแบบแบ่งช่วงพบว่านโยบายควบคุมการใช้ยา Esomeprazole มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทั้งระดับ (Level Change) และแนวโน้ม (Trend Change) ของการใช้ยาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับปริมาณการใช้ยา Level Change เท่ากับ -1.79 Vial/GI Patient/Month และ Trend Change เท่ากับ -0.21 Vial/GI patient/month และมูลค่าการใช้ยา Level Change เท่ากับ -630.65 Baht/GI Patient/Patient และ Trend Change เท่ากับ -75.64 Baht/GI Patient/Month ดังนั้นนโยบายควบคุมการใช้ยามีผลต่อปริมาณและค่าใช้จ่ายในการใช้ยาที่ศึกษา

**บทสรุป**

รูปแบบ Interrupted Time Series (ITS) สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ และสาขาอื่น ๆ ที่ต้องการประเมินประสิทธิผลของ Intervention แต่ต้องพึงระวังในเรื่องการออกแบบการวิจัยเพื่อให้การวิจัยนั้น ๆ สามารถดำเนินการในการแสวงหาข้อมูลหรือสารสนเทศได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งหลักสำคัญของ ITS คือ 1) การให้ Intervention เป็นอิสระจากการเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ และผลลัพธ์ไม่ได้รับอิทธิพลจากตัวแปรแทรกซ้อนหรือเหตุการณ์ในอดีต ที่อาจส่งผลระหว่างการศึกษา 2) รายงานจุดที่เริ่มให้ Intervention จำนวนครั้งที่เก็บข้อมูลก่อนและหลังให้ Intervention และระยะห่างของช่วงเวลาอย่างชัดเจน 3) การให้ Intervention ไม่ส่งผลต่อการเก็บรวบรวมข้อมูล 4) ความสมบูรณ์ของข้อมูลคือจำนวนข้อมูลควรมีอย่างเพียงพอ ไม่มีการสูญหายหรือมีสูญหายน้อยที่สุด และระบุที่มาของขนาดตัวอย่าง และ 5) การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบของการมีแนวโน้มและการผันแปรตามฤดูกาล เช่น การวิเคราะห์ ถดถอยแบบแบ่งช่วง (Segmented Regression Analysis of Interrupted Time Series Analysis) อันจะเป็นแนวทางการในการหาคำตอบของปัญหาการวิจัยได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

**เอกสารอ้างอิง**

นิพิฐพร โกมลกิติศักดิ์. (2553). *การวิเคราะห์ผลของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานกลุ่มและการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น: การทดลองแบบอนุกรมเวลา.* วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรศักดิ์ ไชยสงค์ และ ชุติมาภรณ์ ไชยสงค์. (2557, พฤษภาคม-สิงหาคม). ผลกระทบของนโยบายควบคุมการใช้ยา Esomeprazole ชนิดฉีดต่อปริมาณและค่าใช้จ่ายของการใช้ยาในโรงพยาบาลมหาสารคาม. *วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน, 10*(2), 161-172.

องอาจ นัยพัฒน์. (2554). *การออกแบบการวิจัย: วิธีการเชิงปริมาณ เชิงคุณภาพ และผสมผสานวิธีการ.* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อดิศร บาลโสง. (2557). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมเชิงพุทธิปัญญาและแนวคิดการวางแผนยุทธศาสตร์ชีวิต เพื่อเสริมสร้างการกำกับตนเองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสุขศึกษาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.*ปริญญานิพนธ์ ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรพินทร์ ชูชม. (2552). การวิจัยกึ่งทดลอง**.** *วารสารพฤติกรรมศาสตร์, 15* (1), 1-15.

เอกพล กาละดี. (2555). *รายงานวิจัย Pharmacy Interventions ที่ใช้รูปแบบการศึกษา Interrupted Time Series ในวารสารทางการแพทย์และสาธารณสุข: การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ.*วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาชีวสถิติ. มหาวิทยาลัยขอนแก่น**.**

Draper,N.R., & Smith, H. (1998). *Applied regression analysis.* 3rd ed. John Wiley & Sons.

Jiang, M., Hughes.D.R., & Duszak, R. (2015). Screening Mammography Rates in the Medicare Population before and after the 2009 U.S. Preventive Services Task Force Guideline Change: An Interrupted Time Series Analysis. *Women's Health Issues*, *25*(3), 239–245.

Lagarde M. (2012). How to do (or not to do): Assessing the impact of a policy change with routine longitudinal data. *Health Policy Plan, 27*, 76-83.

Melnyk,B.M.,&Beedy,D.M.(2012). *Intervention Research: Designing, Conducting, Analyzing, and Funding.* New York: Springer Publishing Company.

Penfold R.B., & Zhang F. (2013). Use of interrupted time series analysis in evaluating health care quality improvements. *Acad Pediatr, 13,* S38-44.

Ramsay, C.R., Matowe, L., Grilli, R., Grimshaw, J.M., & Thomas, R.E. (2003). Interrupted timeseries designs in health technology assessment: lessons from two systematic reviews ofbehavior change strategies. *International Journal of Technology Assessment in HealthCare*, *19*(4), 613-623.

Ryan, S. E.; Porth, & L. S. (2007). *A tutorial on the piecewise regression approach applied to bedload transport data.* Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-189. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.

Shadish, W.R., Cook, T.D., & Campbell, D.T. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference***.** Boston: Houghton Mifflin.

Szatkowski, L., Coleman, T., McNeill, A., & Lewis, S. (2011). *The impact of the introduction of smoke-free legislation on prescribing of stop-smoking medications in England*. Retrieved from http://www.ncbi.nlm. nih.gov/pubmed/21561500.

Vandaele, W. (1983). *Applied time series and box-jenkins models*. New York: Academic Press.

Wagner, A.K., Soumerai, S.B., Zhang, F., & Ross-Degnan, D. (2002). Segmented regression analysisof interrupted time series studies in medication use research. *Journal of ClinicalPharmacy and Therapeutics, 27*(4), 299-309.

West, S.G., Biesanz, J.C., & Pitts, S.C. (2000). Causal inference and generalization in field settings: Experimental and quasi-experimental designs. In H.T. Reis & C.M. Judd (Eds.), *Handbook of research methods in social and personality psychology*. New York: Cambridge University Press.

BSRI
THAILAND
SWU