

สถิติสำหรับเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการให้สิ่งแทรกแซงในงานวิจัยเชิงทดลอง

หัตถากร สำเร็จดี¹, สิริวิชญ์ สนโคก²

(วันที่รับบทความ: 12 กุมภาพันธ์ 2567; วันที่แก้ไข: 13 เมษายน 2567; วันที่ตอบรับ: 6 มิถุนายน 2567)

บทคัดย่อ

งานวิจัยเชิงทดลองที่มีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แบ่งเป็นกลุ่มที่ได้รับสิ่งแทรกแซง และไม่ได้รับสิ่งแทรกแซงที่กำหนด และมีการวัดผลซ้ำก่อนกับหลังเพื่อติดตามผลการเปลี่ยนแปลง มีการวัดผลลัพธ์ทั้งสิ้น 4 ตัวแปร สำหรับการให้สถิติเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลสร้างความสับสนแก่ผู้วิจัยได้เนื่องจากการเปรียบเทียบความแตกต่างภายในกลุ่ม และเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ซึ่งสถิติที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลที่มีการวัดตัวแปรผลลัพธ์เป็นแบบต่อเนื่องคือการวิเคราะห์แปรปรวนร่วม (Analysis of covariance; ANCOVA)

คำสำคัญ: การวัดผลก่อนและหลัง, สิ่งแทรกแซง, วิจัยเชิงทดลอง, การวิเคราะห์แปรปรวนร่วม

¹ นักจิตวิทยาคลินิกปฏิบัติการ, สาขาวิชาจิตเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น,

E-mail: hattakorn@kku.ac.th

² นักศึกษา, หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการระบาดและชีวสถิติ คณะสาธารณสุขศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น, E-mail: sirawich.so@kkumail.com

Corresponding author: หัตถากร สำเร็จดี, E-mail: hattakorn@kku.ac.th

Statistics for Comparing Results Before and After the Intervention in Experimental Research

Hattakorn Samretdee¹, Sirawich Sonsok²

(Received: 9th February 2024; Revised: 23rd April 2024; Accepted: 6th June 2024)

Abstract

In an experimental study, participants were divided into an experimental group that received a specified intervention and a control group that did not. Four outcome variables were measured before and after the intervention to track changes. Analyzing the data can be confusing for researchers due to the need to compare differences within and between groups. The appropriate statistical method for analyzing continuous data in this context is the analysis of covariance (ANCOVA).

Keywords: Pre- and post-test, Intervention, Experimental research, ANCOVA

¹ Clinical Psychologist, Practitioner Level, Department of Psychiatry, Faculty of Medicine, Khon Kaen University.

² Student, Doctor of Philosophy Program in Epidemiology and Biostatistics, Faculty of Public Health, Khon Kaen University.

Corresponding author: Hattakorn Samretdee, E-mail: hattakorn@kku.ac.th

บทนำ

งานวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) คือการวิจัยที่ศึกษาจากเหตุไปยังผลลัพธ์ ใช้ ประเมินผลของการให้ สิ่งแทรกแซง (Intervention)¹ เน้นกระบวนการค้นหาความเป็นจริงภายใต้การควบคุมสภาพการณ์บางอย่างที่ส่งผลต่อตัวแปรผลการทดลองคลาดเคลื่อนได้² การวิจัยเชิงทดลองมีลักษณะที่สำคัญ³ ประกอบด้วย มีการสุ่มตัวอย่าง มีการจัดกระทำ (Manipulate) ควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน สังเกตผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น ออกแบบการทดลอง และมีกลุ่มเปรียบเทียบผลการทดลอง โดยรูปแบบงานวิจัยที่สามารถตอบคำถามเกี่ยวกับประสิทธิผล ประสิทธิภาพ และความคุ้มค่าของการให้สิ่งแทรกแซงในกระบวนการแก้ไขปัญหาได้ดีที่สุด⁴ คือการทดลองแบบสุ่มตัวอย่างเปรียบเทียบ (Randomized controlled trial) และรองลงมาเป็นการทดลองไม่มีการสุ่มตัวอย่างเปรียบเทียบ (Non-randomized controlled trial) โดยการให้สิ่งแทรกแซง (Interventions) เป็นสิ่งที่ผู้วิจัยกำหนดให้กับกลุ่มทดลอง มีการจัดกระทำให้ตัวอย่างได้รับไม่ว่าจะเป็น ยา การบำบัดรักษา ด้วยรูปแบบต่างๆ อุปกรณ์ โปรแกรม การให้ความรู้ หรือกำหนดให้มนุษย์ทำพฤติกรรมบางอย่างโดยมีจุดหมายให้เกิดความเปลี่ยนแปลงอย่างมีประสิทธิภาพ⁵

สถิติเป็นเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลและตอบคำถามในงานวิจัยเชิงปริมาณ จึงจำเป็นต้องเลือกใช้สถิติให้ถูกต้อง หากเลือกใช้สถิติที่ไม่ถูกต้องส่งผลให้การสรุปผลการวิจัยผิดพลาดไปด้วย⁶ สถิติมีจุดมุ่งหมายเพื่อต้องการสรุปลักษณะคำตอบของประชากรจากกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวัดผล สถิติที่ใช้ตอบคำถามงานวิจัยมีสองประเภทคือ สถิติทดสอบอ้างอิงพารามิเตอร์ (Parametric statistics) และสถิติทดสอบไม่อ้างอิงพารามิเตอร์ (Nonparametric statistics) ซึ่งก่อนทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติดังกล่าวควรตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบอ้างอิงพารามิเตอร์⁷ เช่น ข้อมูลมีการแจกแจงปกติ ได้จากการสุ่ม มีการตัดทอนค่าสูงหรือต่ำผิดปกติ (Outliers)

และมีความแปรปรวนของข้อมูลไม่แตกต่างกัน กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนน้อย ไม่สามารถสรุปลักษณะการแจกแจงของข้อมูล ไม่สามารถใช้สถิติทดสอบอ้างอิงพารามิเตอร์ในการสรุปผล นักสถิติจึงพัฒนาวิธีการวิเคราะห์สถิติทดสอบไม่อ้างอิงพารามิเตอร์เพื่อสรุปผลการวิจัย⁸

รูปแบบงานวิจัยวัดผลก่อนและหลัง⁶ (Before-after design) มักเปรียบเทียบระหว่าง 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลอง (Experimental group) และกลุ่มควบคุม (Control group) ก่อนที่จะให้สิ่งแทรกแซง ประเมินค่าข้อมูลพื้นฐาน (Baseline) วัดผลก่อนการทดลอง (Pre-test) และเมื่อให้สิ่งแทรกแซงเสร็จสิ้นจึงวัดซ้ำเพื่อประเมินผลลัพธ์ (Post-test) ในงานวิจัยเชิงทดลองมักมีกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง เปรียบเทียบประสิทธิผลของสิ่งแทรกแซง สรุป มี 2 กลุ่มเปรียบเทียบเป็นอิสระต่อกัน ได้ผลลัพธ์ 4 อย่าง คือกลุ่มทดลองก่อน (1) หลัง (2) และกลุ่มควบคุม ก่อน (3) หลัง (4)

จากการทบทวนวรรณกรรมในงานประเทศไทยเบื้องต้น พบการศึกษาของ ลลิตา วิบูลย์กุลและคณะ (2018)⁹ ทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบสืบค้นบทความวิจัยทางการแพทย์และสาธารณสุขของประเทศไทยที่มีการศึกษาถึงทดลองเปรียบเทียบ ประชากรสองกลุ่มอิสระต่อกัน และมีการวัดผลก่อนและหลังการทดลอง พบว่าบทความส่วนใหญ่ ร้อยละ 94.1 ใช้สถิติไม่เหมาะสมคือ Independent t-test และมีการใช้สถิติเหมาะสมเพียง ร้อยละ 5.9 ที่ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of covariance; ANCOVA) เนื่องจากงานวิจัยดังกล่าวไม่ได้กล่าวถึงข้อมูลไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบอิงพารามิเตอร์ หรือกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก ผู้เขียนจึงสนใจทบทวนวรรณกรรมสถิติทดสอบไม่อ้างอิงพารามิเตอร์ด้วย และผู้เขียนเห็นความจำเป็นในการให้ความรู้แก่นักวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์ทางสถิติกรณีเปรียบเทียบกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และมีการวัดผลก่อนหลัง หากเลือกใช้สถิติที่ถูกต้องเหมาะสมจะส่งผลให้ผลการวิจัยมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น และเป็นประโยชน์ต่อผู้นำผลวิจัยไปใช้ใน

อนาคต อีกทั้งเป็นการปกป้องสิทธิ์อาสาสมัครหรือกลุ่มทดลองให้ได้รับสิ่งแทรกแซงที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

วัตถุประสงค์

เพื่อทบทวนวรรณกรรมการใช้สถิติสำหรับเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่เป็นข้อมูลต่อเนื่อง มีการวัดผลก่อนและหลังของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ข้อตกลงเบื้องต้นสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล และการนำเสนอผลลัพธ์การวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบตาราง

วิธีดำเนินการ

การทบทวนวรรณกรรมพบวิธีเปรียบเทียบผลลัพธ์การแทรกแซงระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง และดำเนินการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยก่อนและหลัง ทดสอบความแตกต่างว่ามีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ใช้สถิติที่เรียกว่า การวิเคราะห์แปรปรวนร่วม (Analysis of covariance; ANCOVA) ซึ่งเป็นวิธีการถดถอยรูปแบบหนึ่ง¹⁰ ถ้าหากผู้วิจัยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยก่อนหลังการทดลองด้วยสถิติ Independent t-test ทดสอบค่าเฉลี่ยสองกลุ่มที่เป็นอิสระจะส่งผลให้การวิเคราะห์ผิด ทำให้เกิดข้อมูลที่เข้าใกล้ค่าเฉลี่ย (Regression to the mean; RTM) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ทางสถิติเกิดขึ้นเมื่อมีวัดผลซ้ำในกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ ค่าเฉลี่ยที่ได้จะใกล้เคียงค่าเฉลี่ยของประชากร¹¹ ผลลัพธ์ที่ได้จะไม่พบความแตกต่างในแต่ละกลุ่มหรือให้ผลการทดสอบแบบมีนัยสำคัญทางสถิติ (Significant)⁶ ที่นำไปสู่ข้อสรุปที่ผิดพลาดได้

ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ด้วย ANCOVA¹² ประกอบด้วย 1) ค่าความคลาดเคลื่อนแจกแจงปกติ ทดสอบด้วยสถิติ Shapiro-Wilk W test และมีค่า p-value >0.05 และความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนทุกกลุ่มไม่แตกต่างกัน ทดสอบด้วยสถิติ Bartlett's test และมีค่า p-value >0.05 2) ความชันของเส้นถดถอยไม่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่มทดสอบด้วย Generalized Linear Modeling (GLM) 3) ความแปรปรวนไม่แตกต่างกันในทุกกลุ่มหรือ

ความแปรปรวนเท่ากัน (Equal variances) 4) ต้องมีความสัมพันธ์เส้นตรงระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรร่วม หรือกล่าวได้ว่าตัวแปรร่วมวัดผลก่อนการทดลอง (Pre-test) ต้องมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับตัวผลลัพธ์หลังการทดลอง (Post-test) 5) ตัวแปรอิสระทุกกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน และ 6) ตัวแปรร่วมต้องเป็นค่าคงที่ปราศจากความคลาดเคลื่อน (Error)

และหากพบว่าข้อมูลที่จะวิเคราะห์นั้นละเมิดข้อตกลงเบื้องต้นดังกล่าวแนะนำให้แปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงแบบปกติ⁷ (Transformations) ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น box-cox, $\log(x)$, X^2 , \sqrt{x} , $\frac{1}{X}$ เป็นต้น เป็นกระบวนการนำข้อมูลทุกชุดมาคำนวณใหม่ด้วยวิธีดังกล่าวอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อให้ข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบอื่นให้มีการแจกแจงปกติ หรือในกรณีที่แปลงข้อมูลแล้วค่าของข้อมูลยังไม่ปกติ มีการแจกแจงแบบอื่น หรือความแปรปรวนไม่เท่ากัน แนะนำให้ใช้สถิติทดสอบแบบไม่อ้างอิงพารามิเตอร์ เช่น Ranked ANCOVA¹² (ดังตารางที่ 1)

การนำเสนอผลลัพธ์การวิเคราะห์ข้อมูล¹⁰ ด้านบนของตารางนั้นควรนำเสนอค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean และ SD) ช่วงความเชื่อมั่น (95% Confidence interval) กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ความต่างของค่าเฉลี่ย (Difference between means) และค่า p-value ส่วนด้านซ้ายของตารางนำเสนอด้วย ค่าเฉลี่ยก่อนทดลอง (Baseline/pre-test) ค่าเฉลี่ยหลังทดลองหรือการติดตามผล (Follow up/post-test) คะแนนเฉลี่ยที่เปลี่ยนแปลง (Change score) ซึ่งเกิดจากการนำค่าเฉลี่ยหลังการทดลอง (After) ลบด้วยค่าเฉลี่ยก่อนการทดลอง (Before) แยกตามกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และแถวสุดท้ายเป็นการวิเคราะห์หลังและก่อนการทดลองทั้งสองกลุ่ม เปรียบเทียบตัวแปรร่วม ทดสอบด้วยสถิติ ANCOVA (ดังตารางที่ 2)

ผู้เขียนดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลจำลอง 19 ราย แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 10 ราย และกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับสิ่งแทรกแซง 9 ราย มีการวัดผลก่อนและ

หลังการทดลอง รายละเอียดข้อมูลจำลองดังตารางที่ 3 มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลลัพธ์การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ Independent t-test และ Oneway-ANCOVA และค่าเฉลี่ยของคะแนนในกลุ่มทดลองหลังได้รับสิ่งแทรกแซงแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยกำหนด 3 ตัวแปรหลัก ประกอบด้วย 1) ตัวแปรตามหรือตัวแปรผลลัพธ์ (y) คือ คะแนนหลังการทดลอง (Post-test) 2) กลุ่มตัวอย่าง (Group) 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง (รหัสหมายเลข 1) และกลุ่มควบคุม (รหัสหมายเลข 2) และ 3) ตัวแปรต้น (x) คือ คะแนนก่อนทดลอง (Pre-test) ซึ่งคะแนนก่อนและหลังการทดลองเป็นค่าต่อเนื่องทั้งหมด (Continuous data) ก่อนวิเคราะห์ข้อมูล ทำการตรวจสอบข้อตั้งเบื้องต้น (Assumptions) พบว่าเป็นไปตามข้อกำหนดทั้งหมดและไม่ขอกว่าในบทความนี้ ผลลัพธ์การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ Independent t-test พบว่าต้องทำการวิเคราะห์สองรอบ คือ เปรียบเทียบคะแนนก่อนการทดลอง (Pre-test) และคะแนนหลังการทดลอง (Post-test) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สรุปผลจากการวิเคราะห์ได้ว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความผิดพลาดไม่เกินร้อยละ 5 (p -value < 0.05) และค่าเฉลี่ยคะแนนหลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความผิดพลาดไม่เกินร้อยละ 5 (p -value < 0.05) ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ Oneway-ANCOVA สรุปได้ว่าหลังจากที่ได้นำค่าคะแนนก่อนการทดลองเข้ามาวิเคราะห์ร่วม คะแนนหลังการทดลองในกลุ่มทดลองแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติความผิดพลาดไม่เกินร้อยละ 5 (p -value < 0.01) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสถิติ STATA รายละเอียดดังภาพที่ 1-3 ถึงแม้ว่าผลจากการทดสอบดังกล่าวให้ผลลัพธ์ทางสถิติเหมือนกัน คือให้ผลแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ (Significantly) แต่กระบวนการวิเคราะห์และจัดกระทำกับข้อมูลต่างกันอย่างสิ้นเชิง ในกรณีที่ใช้ Independent t-test เป็นการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสองกลุ่มอิสระเป็นกลุ่มคะแนนก่อน หรือ กลุ่มคะแนนหลัง ไม่ได้วัดผลการเปลี่ยนแปลงของการให้สิ่งแทรกแซง ซึ่งการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ANCOVA ทดสอบความแตกต่างของตัวแปรร่วม (Baseline) ตัวแปรกลุ่ม และตัวแปรตามทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม อีกทั้งยังมีสถิติที่ใช้ได้สามารถควบคุมตัวแปรร่วม (Adjusted covariance) คือ Linear regression หากย้อนกลับไปคำถามวิจัยเพื่อหาคำตอบว่าการทดลองได้ผลหรือไม่เมื่อเปรียบเทียบทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จึงควรเลือกใช้สถิติที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการสรุปผลที่ผิดพลาดและป้องกันความเสียหายต่อไปในอนาคตต่อผู้ที่นำตัวเลขไปใช้

การอภิปรายผล

การเปรียบเทียบประสิทธิผลของสิ่งแทรกแซงในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยสถิติที่สามารถเปรียบเทียบผลหรือตัวแปรตามในกลุ่มและระหว่างกลุ่มได้ภายในการวิเคราะห์ครั้งเดียว และปรับค่าผลกระทบที่เกิดจากความแปรปรวนร่วมของข้อมูล สถิติที่เหมาะสมคือการวิเคราะห์แปรปรวนร่วม (Analysis of covariance; ANCOVA) จึงควรเลือกใช้สถิติให้เหมาะสมเพื่อผลลัพธ์การวิจัยที่ต้องการ

เอกสารอ้างอิง

1. Crowther D, Lancaster G. Research methods. Oxfordshire: Routledge; 2012.
2. วาโร เฟ็งสวัสดิ์. การวิจัยเชิงทดลองทางการศึกษา. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. 2557; 6(11): 181-90.
3. พิษิต ฤทธิจรรยา. ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ ออฟ เดอร์ มีส์; 2554. หน้า 180-81.

4. กาญจนา จันทร์สูง. ABC in Research (ตอนที่ 1) : การออกแบบงานวิจัยเบื้องต้น. ศรีนครินทร์เวชสาร. 2546; 18(2): 118-22.
5. Fraser MW, Galinsky MJ. Steps in intervention research: Designing and developing social programs. Res Soc Work Pract. 2010; 20(5): 459-66.
6. ประภัสสร เอื้อลลิตชวงศ์, บัณฑิต ถิ่นคำรพ. การวิเคราะห์ข้อมูลที่มีรูปแบบการวิจัยเป็นการวัดผลก่อนและหลัง. Data Manag Biostat J. 2551; 4.
7. Verma JP, Abdel-Salam ASG. Testing statistical assumptions in research. New York: John Wiley & Sons; 2019.
8. Chirawatkul A. Statistic for health science research. 4th ed. Bangkok: Witthayaphat Co., Ltd; 2015.
9. ลลิตา วิบูลย์กุล, ศิริพร คำสะอาด, ประภัสรา ศิริกาญจน์. วิธีการทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบประชากรสองกลุ่ม แบบวัดก่อน-หลัง การศึกษากึ่งทดลอง. เอกสารที่นำเสนอในการประชุม: การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 19; 9 มี.ค 2561; ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
10. Vickers AJ, Altman DG. Statistics notes: Analysing controlled trials with baseline and follow up measurements. BMJ. 2001; 323(7321): 1123-4.
11. Ostermann T, Willich SN, Lüdtke R. Regression toward the mean - a detection method for unknown population mean based on Mee and Chua's algorithm. BMC Med Res Methodol. 2008; 8(1): 52.
12. CANGÜR Ş, SUNGUR MA, ANKARALI H. The methods used in nonparametric covariance analysis. Duzce Med J. 2018; 20(1): 1-6.

ตารางที่ 1 สรุปการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

ข้อมูล	ข้อมูลมีการแจกแจงปกติ	ข้อมูลไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ	
	สถิติอิงพารามิเตอร์	แปลงข้อมูลให้ปกติ	สถิติไม่อิงพารามิเตอร์
สถิติ	ANCOVA	ANCOVA	Ranked ANCOVA
ข้อตกลงเบื้องต้น	1) ตัวแปรตามเป็นข้อมูลต่อเนื่อง 2) ความคาดเคลื่อนแจกแจงปกติ 3) ความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน 4) ตัวแปรร่วมและตัวแปรตามมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง 5) ความชันของเส้นถดถอยมีค่าไม่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม	เหมือน ANCOVA	ตัวแปรตามเป็นข้อมูลต่อเนื่อง

ตารางที่ 2 การนำเสนอผลลัพธ์การวิเคราะห์ข้อมูล

Variables scores (mean and SD)		Difference between means (95% CI)	p-value
	Experimental group (n=X)	Control group (n=X)		
Baseline/Pre-test	X.XX (X.XX)	X.XX (X.XX)	X.XX (X.XX to X.XX)	0.XXX
Follow up/Post-test	X.XX (X.XX)	X.XX (X.XX)	X.XX (X.XX to X.XX)	0.XXX
Change score	X.XX (X.XX)	X.XX (X.XX)	X.XX (X.XX to X.XX)	0.XXX
ANCOVA			X.XX (X.XX to X.XX)	0.XXX

X คือ ตัวแทนของตัวแปร นำเสนอด้วยทศนิยมสองตำแหน่ง

ตารางที่ 3 ข้อมูลจำลอง 19 ราย

no	group	pre	post	no	group	pre	post
1	1	5	5	11	2	6	7
2	1	11	15	12	2	6	5
3	1	12	20	13	2	7	8
4	1	26	28	14	2	12	11
5	1	28	27	15	2	14	15
6	1	24	29	16	2	9	10
7	1	11	15	17	2	8	9
8	1	27	28	18	2	7	6
9	1	12	11	19	2	11	14
10	1	20	23				

ภาพที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลก่อนการทดลองด้วย Independent t-test

```
. ttest pre,by( group )
```

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
1	10	17.6	2.629744	8.315982	11.6511	23.5489
2	9	8.888889	.9493337	2.848001	6.699721	11.07806
combined	19	13.47368	1.749467	7.625749	9.798191	17.14918
diff		8.711111	2.921465		2.547358	14.87486

diff = mean(1) - mean(2) t = 2.9818
 Ho: diff = 0 degrees of freedom = 17

Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0
 Pr(T < t) = 0.9958 Pr(|T| > |t|) = 0.0084 Pr(T > t) = 0.0042

ภาพที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหลังการทดลองด้วย Independent t-test

```
. ttest post ,by( group )
```

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
1	10	20.1	2.6308	8.319322	14.14872	26.05128
2	9	9.444444	1.143959	3.431877	6.80647	12.08242
combined	19	15.05263	1.915577	8.349808	11.02815	19.07711
diff		10.65556	2.984198		4.359448	16.95166

diff = mean(1) - mean(2) t = 3.5707
 Ho: diff = 0 degrees of freedom = 17

Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0
 Pr(T < t) = 0.9988 Pr(|T| > |t|) = 0.0024 Pr(T > t) = 0.0012

ภาพที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบทางเดียวด้วย ANCOVA

. anova post group c.pre

Number of obs = 19 R-squared = 0.9303
 Root MSE = 2.33801 Adj R-squared = 0.9216

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	1167.4866	2	583.74329	106.79	0.0000
group	16.706406	1	16.706406	3.06	0.0996
pre	629.66144	1	629.66144	115.19	0.0000
Residual	87.46078	16	5.4662987		
Total	1254.9474	18	69.719298		