การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

สถิติสำหรับจิตวิทยา 1

สันทัด พรประเสริฐมานิต

โครงร่างการนำเสนอ

- รูปแบบการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย
  - การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบเกี่ยวข้องกัน
  - การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบอิสระจากกัน
- การทดสอบสมมติฐาน
- ข้อตกลงเบื้องต้นก่อนการใช้สถิติ
- ช่วงเชื่อมั่น
- ขนาดอิทธิพล
- กำลังทดสอบทางสถิติและการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง
- การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยมากกว่า 2 กลุ่ม

แนะนำ

- ในครั้งที่ผ่านมา ได้กล่าวถึงการทดสอบสมมติฐานโดยนำค่าเฉลี่ยของกลุ่มเดียว ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ได้ตั้งเอาไว้
- ในครั้งนี้ จะเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสองกลุ่มด้วยกัน เช่น
  - เพศใดจะมีความอ่อนไหวทางอารมณ์มากกว่ากัน เกี่ยวข้องกับค่าเฉลี่ยของเพศหญิง และค่าเฉลี่ยของเพศชาย
  - กลุ่มที่ได้รับการฝึกอบรม กับกลุ่มควบคุม (ทิ้งเวลาไว้เฉยๆ) กลุ่มใดจะมีทักษะในการทำงานมากกว่ากัน
  - ก่อนลดน้ำหนัก และหลังลดน้ำหนัก จะมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันหรือไม่

รูปแบบการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

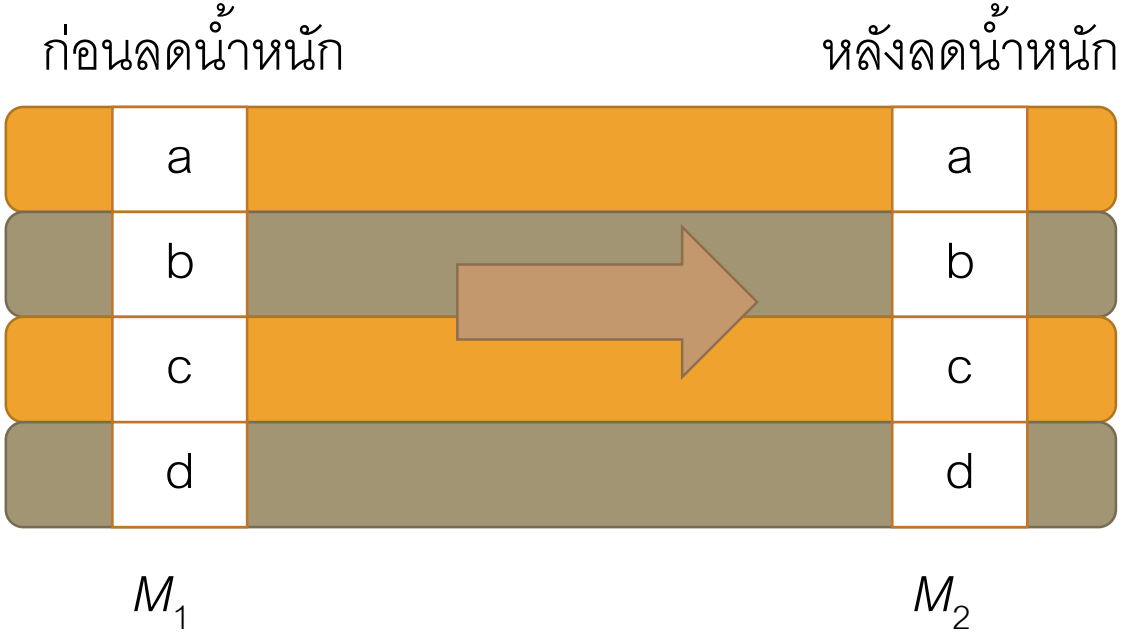
- การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบเกี่ยวข้องกัน เป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสองกลุ่ม โดยที่คะแนนของแต่ละกลุ่มจะมีการจับคู่กัน
  - เช่น เปรียบเทียบคะแนนก่อนหลัง คะแนนก่อนหลังของแต่ละคนจะจับคู่กัน
- การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบอิสระจากกัน เป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสองกลุ่ม แต่คะแนนภายในกลุ่มของแต่ละกลุ่มจะไม่จับคู่กัน
  - เช่น เปรียบเทียบความพึงพอใจในชีวิต จากกลุ่มตัวอย่างของสองหมู่บ้าน
  - เราไม่สามารถนำชาวบ้านคนที่ 1 ของหมู่บ้าน A ไปจับคู่กับชาวบ้านคนใด ในหมู่บ้าน B ได้เลย

รูปแบบการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

- การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสองกลุ่ม จะแบ่งการเปรียบเทียบออกเป็น 2 ประเภท คือ
  - ค่าเฉลี่ยแบบเกี่ยวข้องกัน (Dependent Mean)
  - ค่าเฉลี่ยแบบอิสระจากกัน (Independent Mean)
- ค่าเฉลี่ยแบบเกี่ยวข้องกัน หมายถึง คะแนนของของกลุ่มหนึ่ง**เกี่ยวข้อง**กับคะแนนของกลุ่มหนึ่ง

รูปแบบการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

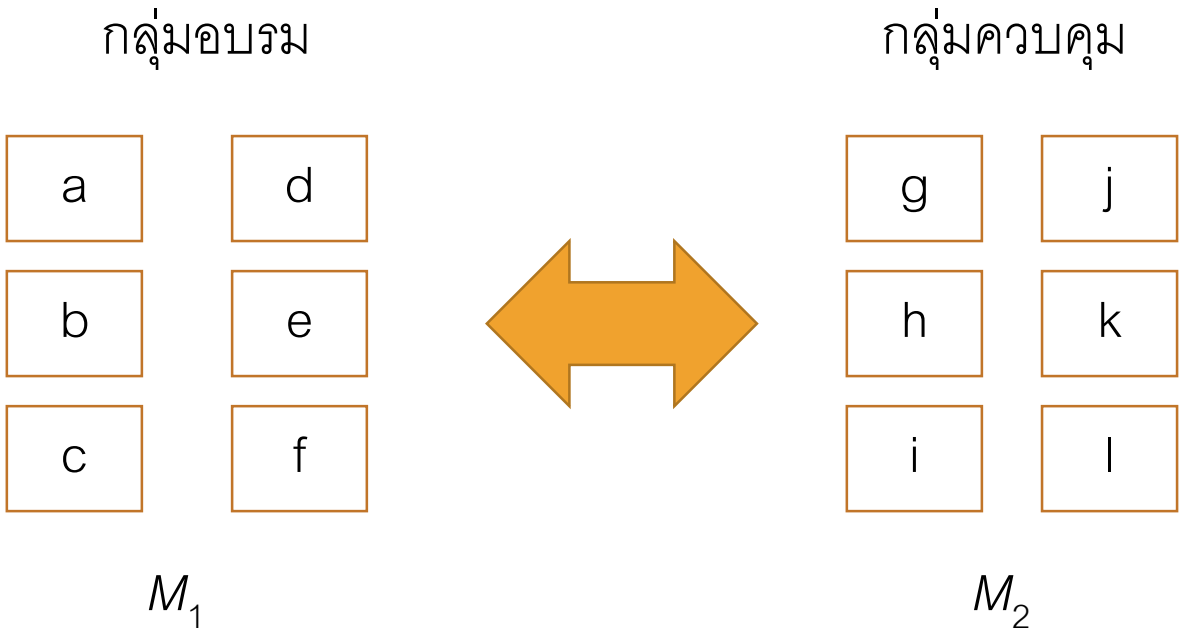
- ยกตัวอย่างเช่น การวัดก่อนลดน้ำหนักหนึ่งครั้ง แล้ววัดหลังลดอีกหนึ่งครั้ง ค่าเฉลี่ยของก่อนลด และหลังลดจะเกี่ยวข้องกัน
- เนื่องจาก ก่อนลดและหลังลด วัดจากคนเดียวกัน



ตัวแปรที่ใช้เปรียบเทียบ
คือ น้ำหนัก

รูปแบบการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

- ค่าเฉลี่ยที่เป็นอิสระจากกัน เช่น กลุ่มที่ผ่านการฝึกอบรม และกลุ่มควบคุม กลุ่มใดมีทักษะในการทำงานมากกว่ากัน
- คนที่อยู่ในกลุ่มที่อบรม และคนที่อยู่ในกลุ่มควบคุม จะไม่เกี่ยวข้องกัน



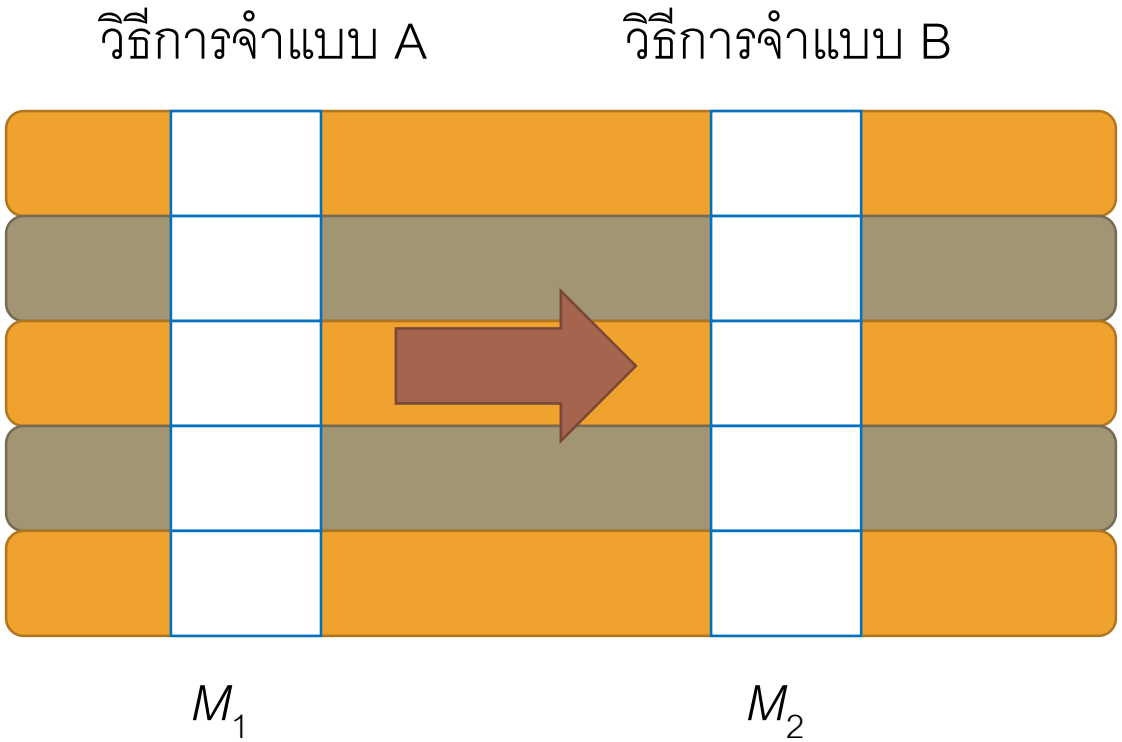
ตัวแปรที่ใช้เปรียบเทียบ
คือ ทักษะการทำงาน

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบเกี่ยวข้องกัน

- ค่าเฉลี่ยแบบเกี่ยวข้องกัน มักจะเจออยู่ใน 4 รูปแบบนี้ คือ
  - การวัดซ้ำจากคน หรือหน่วยที่ต้องการศึกษาเดียวกัน (Repeated Measure)
  - การสุ่มเข้าการทดลองเป็นแบบการจับคู่ (Matching) หรือการสุ่มจากบล็อก (Randomized Block Design)
  - การเปรียบเทียบระหว่างฝาแฝด (Twin Studies)
  - การจับคู่ตามธรรมชาติ เช่น คู่แข่งทางการค้า สามีภรรยา ญาติ

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบเกี่ยวข้องกัน

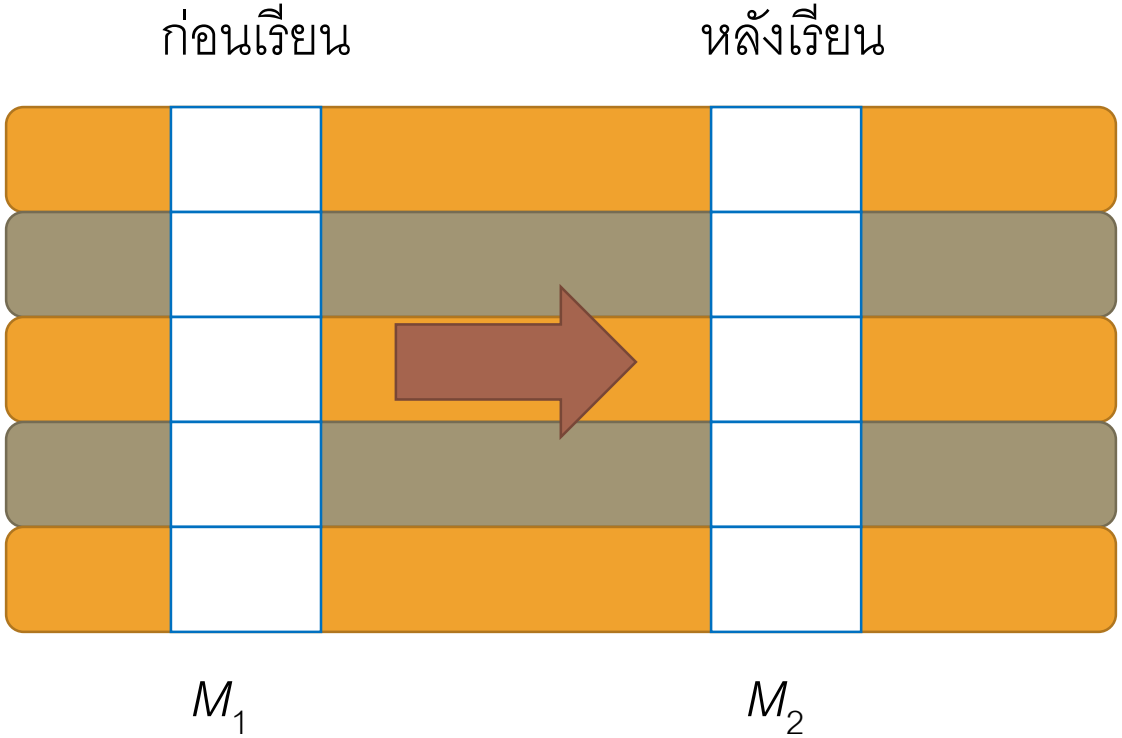
- การวัดซ้ำจากคน หรือหน่วยที่ต้องการศึกษาเดียวกัน (Repeated Measure) เช่น การทดลอง



ตัวแปรที่ใช้เปรียบเทียบ
คือ จำนวนคำที่จำได้

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบเกี่ยวข้องกัน

- การวัดซ้ำจากคน หรือหน่วยที่ต้องการศึกษาเดียวกัน (Repeated Measure) เช่น การวัดก่อนหลัง



ตัวแปรที่ใช้เปรียบเทียบ
คือ คะแนนสอบ

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบเกี่ยวข้องกัน

- การสุ่มเข้าการทดลองเป็นแบบการจับคู่ (Matching) หรือการสุ่มจากบล็อก (Randomized Block Design)
- เช่น ทดลองวิธีการสอนคอมพิวเตอร์ 2 แบบ โดยควบคุมตัวแปรความรู้ภาษาอังกฤษก่อนเข้าเรียน

อันดับแรก นำตัวแปรควบคุมมาเรียงก่อน (ในที่นี้คือภาษาอังกฤษ)

70	69	65	63	62	62	60	58	54	52

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบเกี่ยวข้องกัน

- การสุ่มเข้าการทดลองเป็นแบบการจับคู่ (Matching) หรือการสุ่มจากบล็อก (Randomized Block Design)
- เช่น ทดลองวิธีการสอนคอมพิวเตอร์ 2 แบบ โดยควบคุมตัวแปรความรู้ภาษาอังกฤษก่อนเข้าเรียน

อันดับที่สอง จับคู่กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

70	69	65	63	62	62	60	58	54	52
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
A		B		C		D		E	

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบเกี่ยวข้องกัน

- การสุ่มเข้าการทดลองเป็นแบบการจับคู่ (Matching) หรือการสุ่มจากบล็อก (Randomized Block Design)
- เช่น ทดลองวิธีการสอนคอมพิวเตอร์ 2 แบบ โดยควบคุมตัวแปรความรู้ภาษาอังกฤษก่อนเข้าเรียน

อันดับที่สาม นำนักเรียนภายในแต่ละคู่ สุ่มเข้าเงื่อนไขต่างๆ

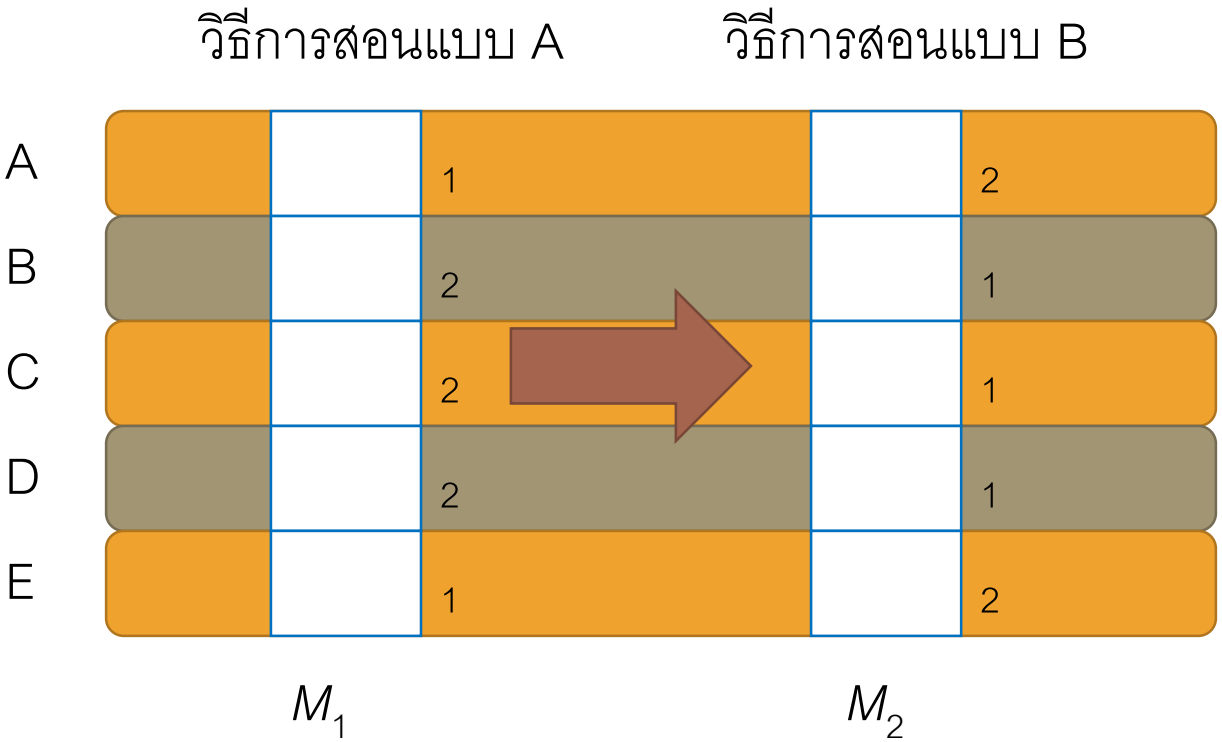
การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบเกี่ยวข้องกัน

- การสุ่มเข้าการทดลองเป็นแบบการจับคู่ (Matching) หรือการสุ่มจากบล็อก (Randomized Block Design)
- เช่น ทดลองวิธีการสอนคอมพิวเตอร์ 2 แบบ โดยควบคุมตัวแปรความรู้ภาษาอังกฤษก่อนเข้าเรียน

อันดับที่สาม นำนักเรียนภายในแต่ละคู่ สุ่มเข้าเงื่อนไขต่างๆ

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบเกี่ยวข้องกัน

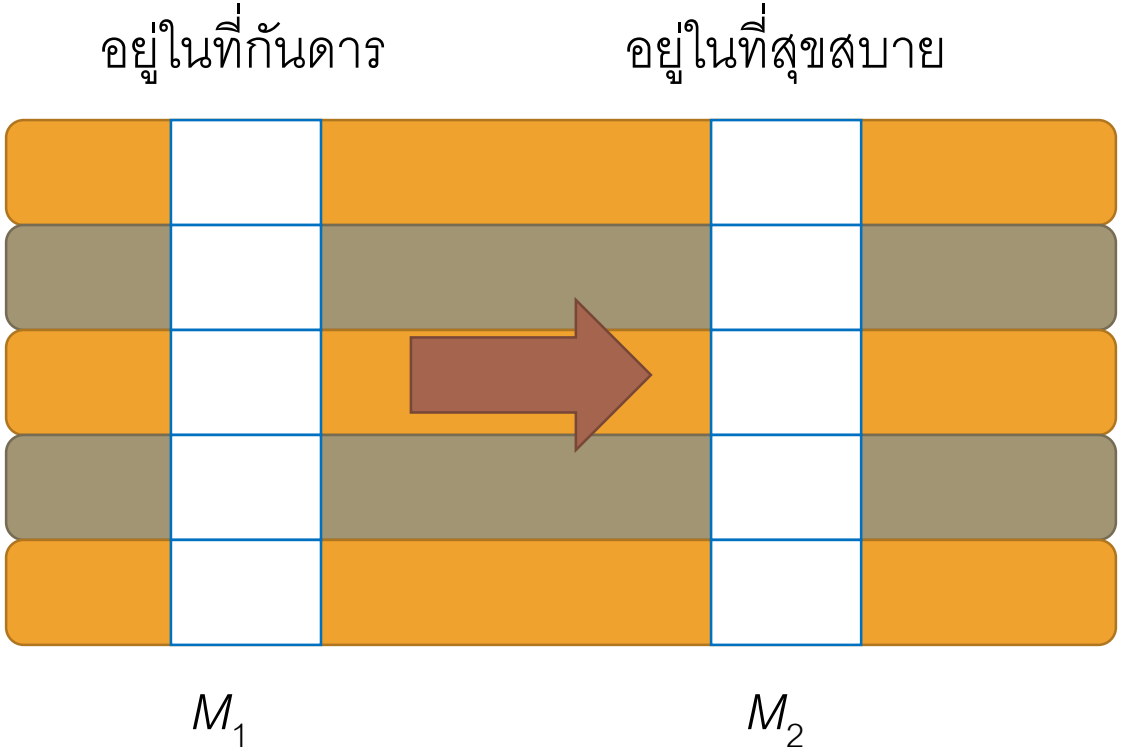
- การสุ่มเข้าการทดลองเป็นแบบการจับคู่ (Matching) หรือการสุ่มจากบล็อก (Randomized Block Design)



ตัวแปรที่ใช้เปรียบเทียบ
คือ คะแนนสอบคอมฯ

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบเกี่ยวข้องกัน

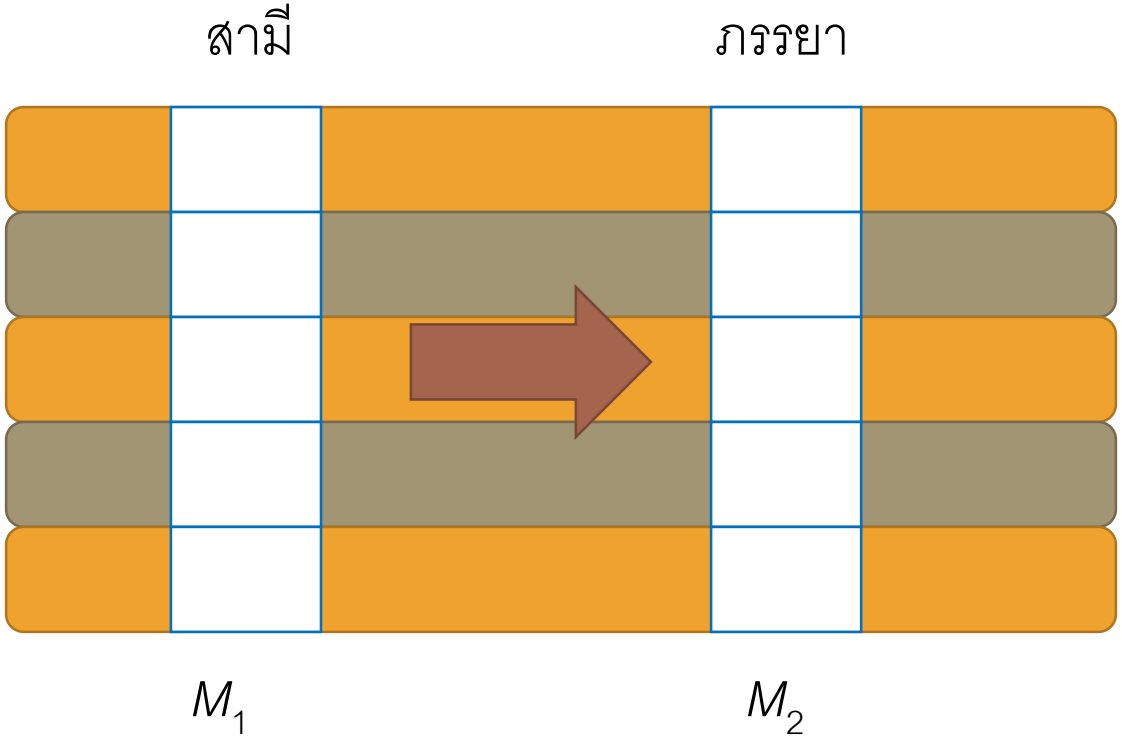
- การเปรียบเทียบระหว่างฝาแฝด (Twin Studies)



ตัวแปรที่ใช้เปรียบเทียบ
คือ IQ

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบเกี่ยวข้องกัน

- การจับคู่ตามธรรมชาติ เช่น คู่แข่งทางการค้า สามีภรรยา ญาติ



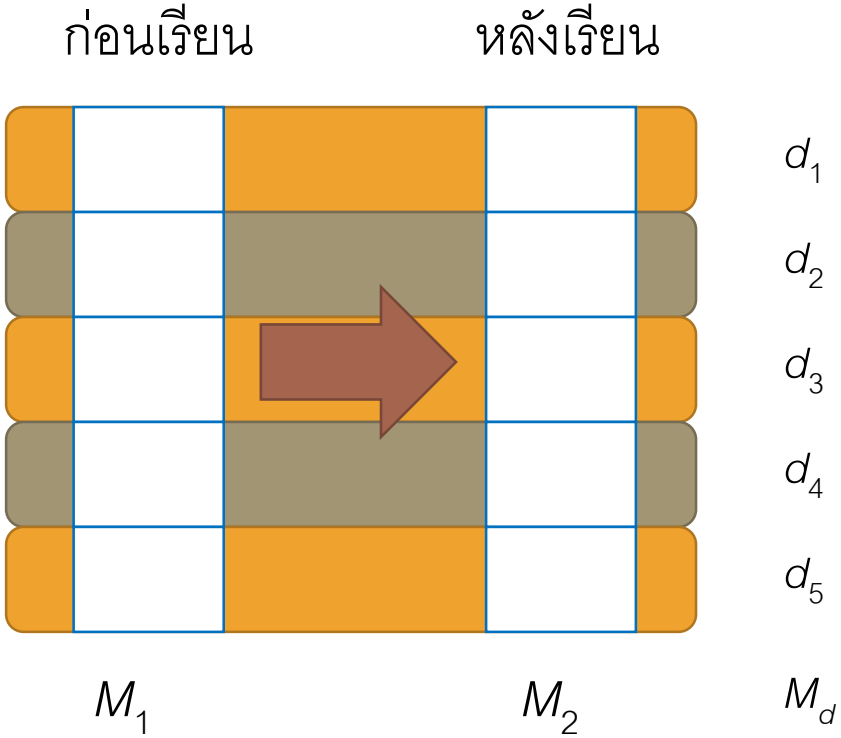
ตัวแปรที่ใช้เปรียบเทียบ
คือ ความรู้สึกรัก

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบเกี่ยวข้องกัน

- ค่าเฉลี่ยที่เกี่ยวข้องกันอาจจะมีรูปแบบอื่นอีก สังเกตง่ายๆ โดยดูว่าข้อมูลมีลักษณะจับคู่ระหว่างกลุ่ม
- จำนวนข้อมูลในแต่ละกลุ่มต้องเท่ากัน

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบเกี่ยวข้องกัน

- ในการทดสอบ จะมีการแปลงข้อมูลก่อนใช้ในการทดสอบ โดยหาค่าเปลี่ยนแปลง (Difference score) ของคะแนนแต่ละคู่ เช่น

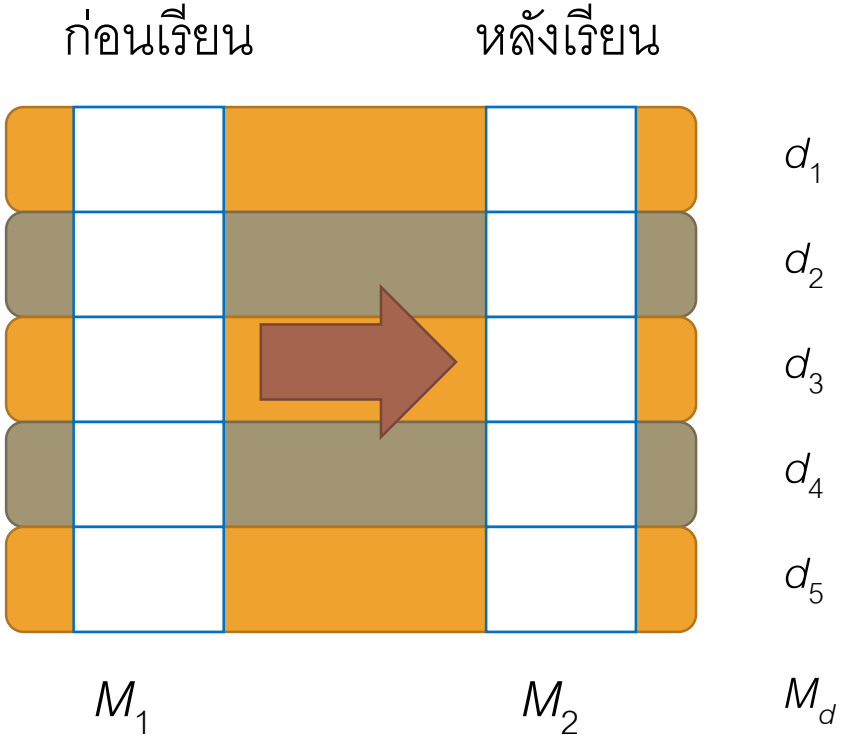


ค่าเปลี่ยนแปลง (d) = หลัง – ก่อน
(จะใช้เป็นก่อนลบหลังก็ได้)

$$M_d = M_2 - M_1$$

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบเกี่ยวข้องกัน

- ในการทดสอบ จะมีการแปลงข้อมูลก่อนใช้ในการทดสอบ โดยหาค่าเปลี่ยนแปลง (Difference score) ของคะแนนแต่ละคู่ เช่น



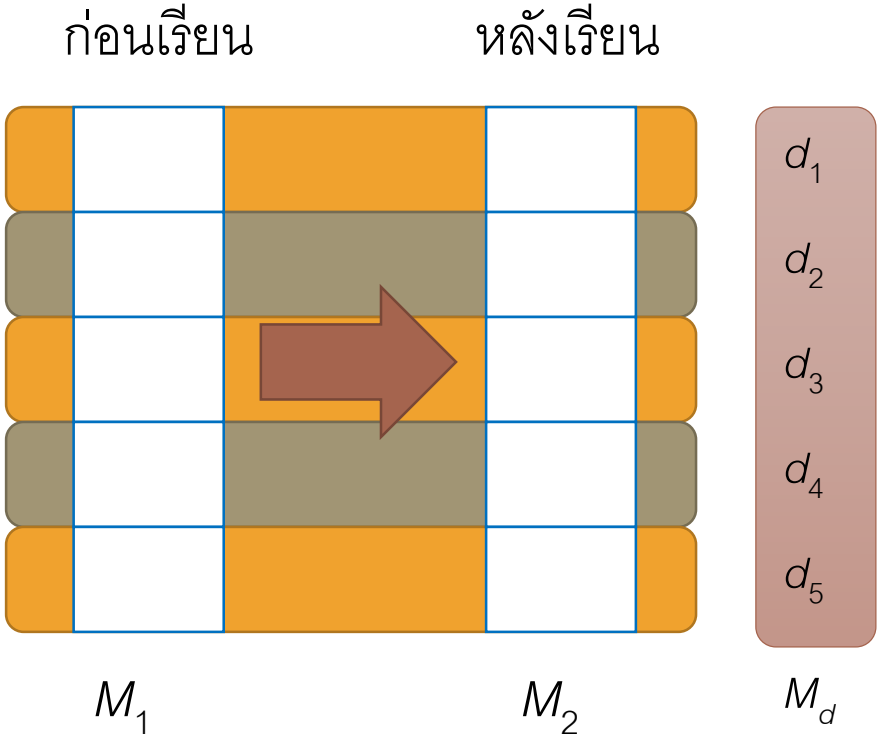
สมมติ ตั้งสมมติฐานว่า หลังเรียน จะมีคะแนนสอบมากกว่าก่อนเรียน

$$\mu_2 > \mu_1$$

$$\mu_d > 0$$

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบเกี่ยวข้องกัน

- ในการทดสอบ จะมีการแปลงข้อมูลก่อนใช้ในการทดสอบ โดยหาค่าเปลี่ยนแปลง (Difference score) ของคะแนนแต่ละคู่ เช่น



ดังนั้น ถ้าเรานำค่าเปลี่ยนแปลงมาทดสอบด้วย One-sample t test (โดยตั้งสมมติว่าง ว่า $\mu_d = 0$) ก็น่าจะตอบคำถามวิจัยได้

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบเกี่ยวข้องกัน

- การตั้งสมมติฐานทางสถิติ

สองทาง	ทางเดียว	
$H_0: \mu_1 = \mu_2; \mu_d = 0$	$H_0: \mu_1 \leq \mu_2; \mu_d \geq 0$	$H_0: \mu_1 \geq \mu_2; \mu_d \leq 0$
$H_1: \mu_1 \neq \mu_2; \mu_d \neq 0$	$H_1: \mu_1 > \mu_2; \mu_d < 0$	$H_1: \mu_1 < \mu_2; \mu_d > 0$

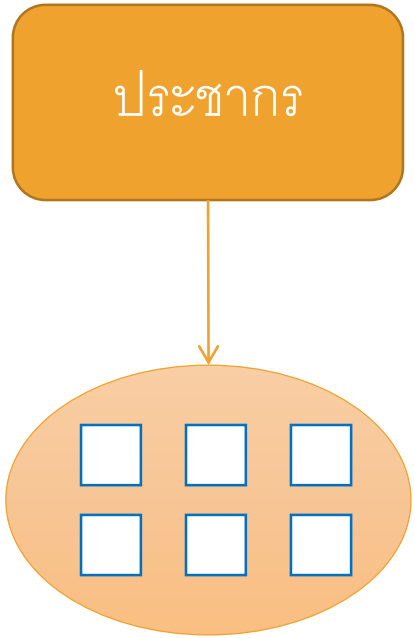
การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบอิสระจากกัน

- ค่าเฉลี่ยที่เป็นอิสระจากกัน มักจะเจออยู่ใน 2 รูปแบบ คือ
  - การสุ่มมาจากคนละประชากร
  - การแบ่งกลุ่มโดยผู้วิจัย

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบอิสระจากกัน

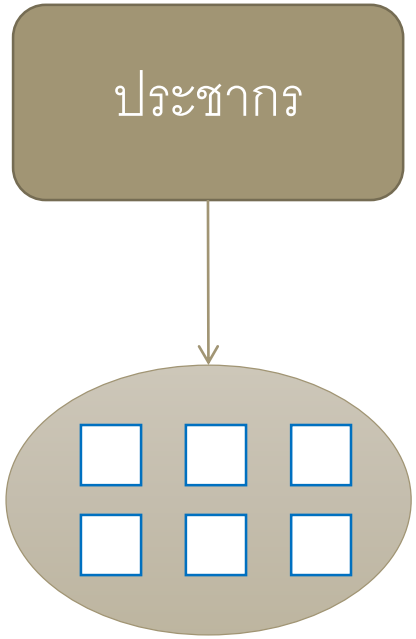
- การสุ่มมาจากคนละประชากร

คนที่มีถิ่นกำเนิดในเมือง



M_1

คนที่มีถิ่นกำเนิดในชนบท

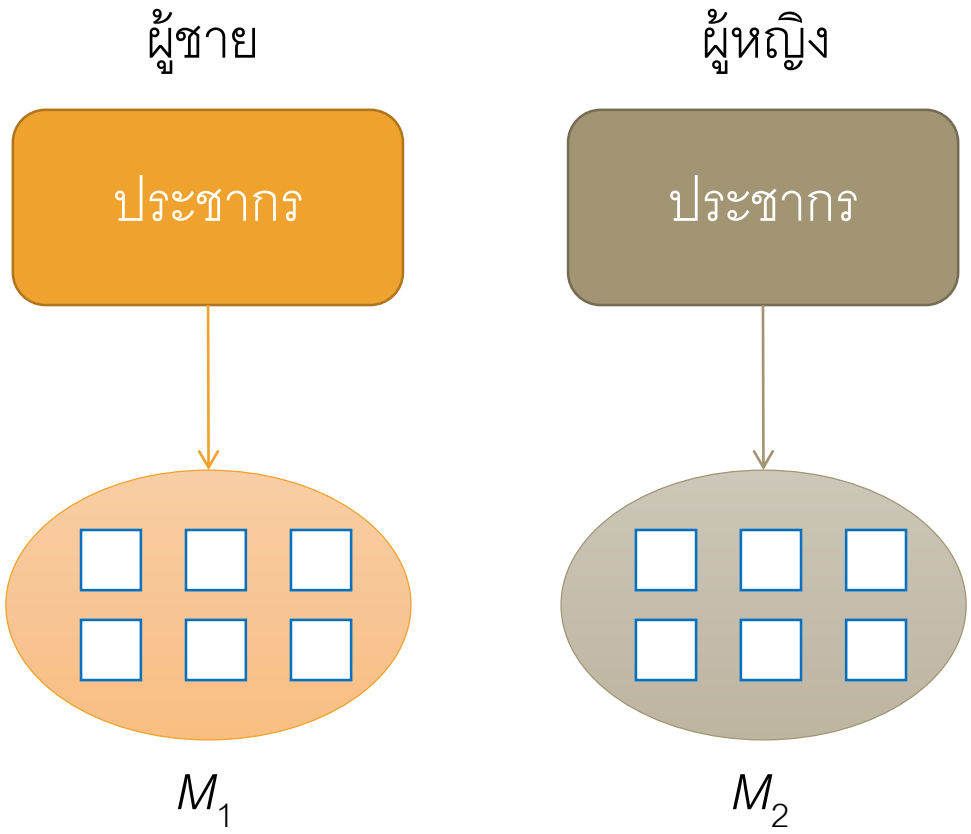


M_2

ตัวแปรที่ใช้เปรียบเทียบ
คือ ความอึดอัดเมื่ออยู่
ในที่แคบ

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบอิสระจากกัน

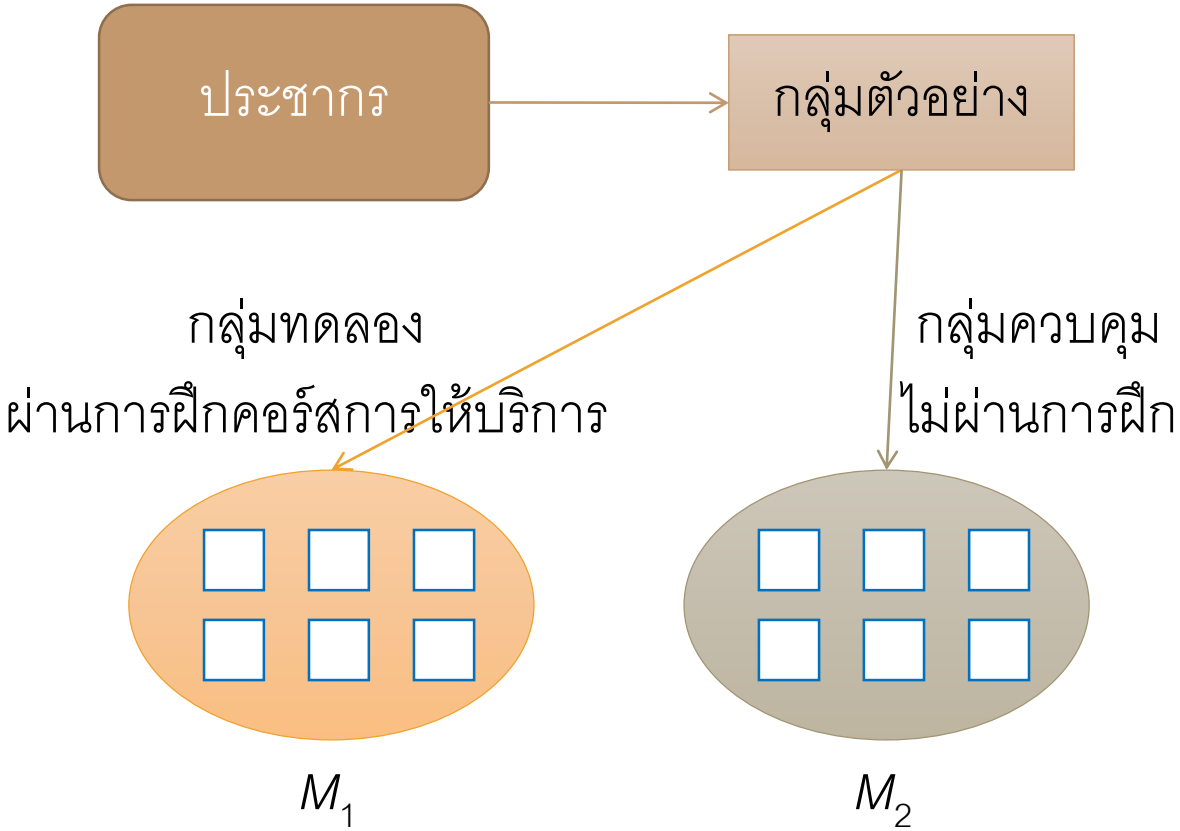
- การสุ่มมาจากคนละประชากร



ตัวแปรที่ใช้เปรียบเทียบ คือ
การให้ความสำคัญกับ
ความหล่อ/สวยของคู่ครอง

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบอิสระจากกัน

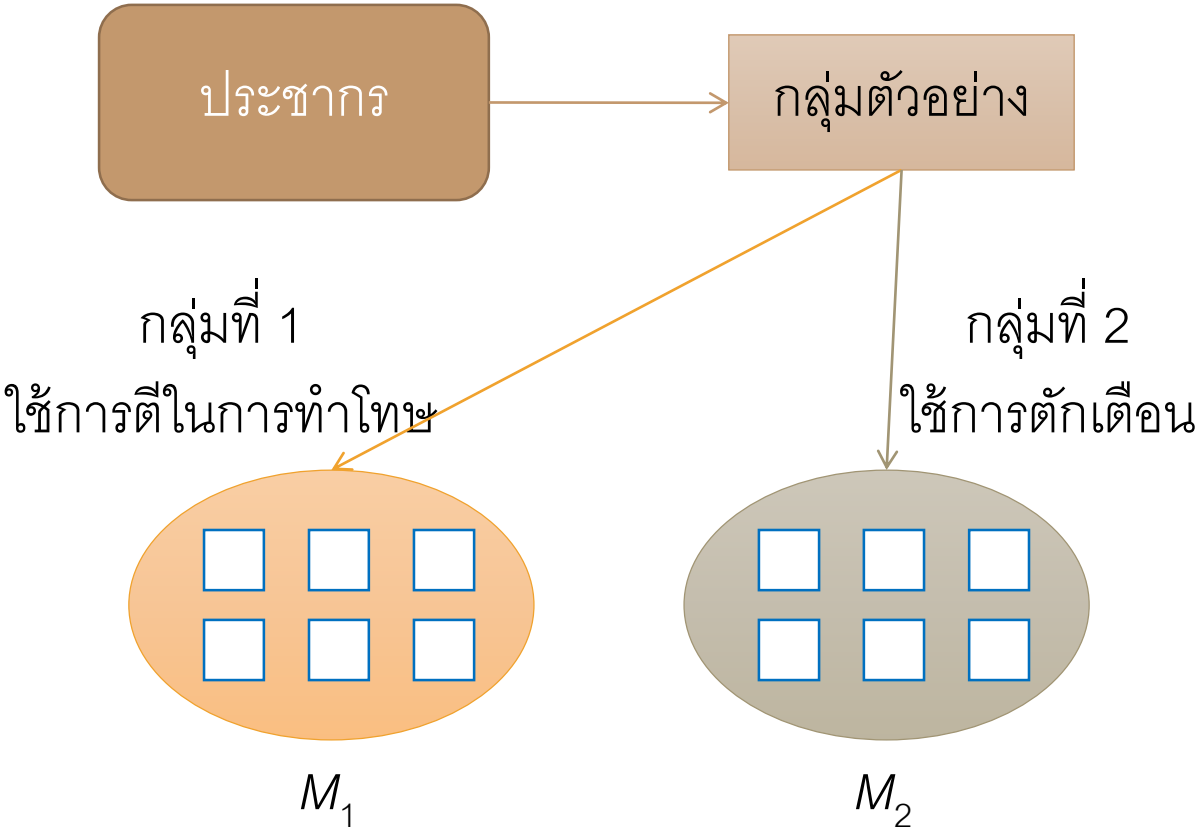
- การแบ่งกลุ่มโดยผู้วิจัย



ตัวแปรที่ใช้เปรียบเทียบ
คือ ผลการปฏิบัติงาน

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบอิสระจากกัน

- การแบ่งกลุ่มโดยผู้วิจัย

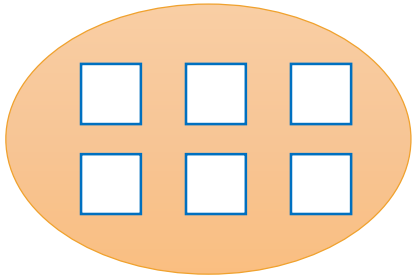


ตัวแปรที่ใช้เปรียบเทียบ
คือ ความก้าวร้าวในเด็ก

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบอิสระจากกัน

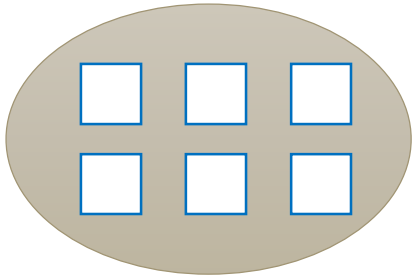
- การเปรียบค่าเฉลี่ยแบบอิสระ จะไม่สามารถสร้างค่าเปลี่ยนแปลงของคะแนนแต่ละคู่ได้ จะหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยรวมได้อย่างเดียว

ผ่านการฝึก



M_1

ไม่ได้ผ่านการฝึก



M_2

$$M_d = M_2 - M_1$$

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบอิสระจากกัน

- ค่าเฉลี่ยที่เป็นอิสระจากกันอาจจะมีรูปแบบอื่นอีก สังเกตง่ายๆ โดยดูว่าข้อมูลไม่สามารถจับคู่ได้ หรือไม่มีเหตุผลใดในการจับคู่ระหว่างกลุ่ม
- จำนวนข้อมูลในแต่ละกลุ่มไม่จำเป็นต้องเท่ากัน

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบอิสระจากกัน

- การเปรียบค่าเฉลี่ยแบบอิสระ จะไม่สามารถสร้างค่าเปลี่ยนแปลงของคะแนนแต่ละคู่ได้ จะหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยรวมได้อย่างเดียว
- ด้วยเหตุนี้ การทดสอบจึงไม่สามารถทำผ่านการทดสอบค่า *t* ในกลุ่มตัวอย่างเดียว (One-sample *t* test) ได้
- จะใช้การประมาณค่าแบบใหม่ แล้วเรียกว่าการทดสอบค่า t ระหว่างสองกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระจากกัน (Independent *t*-test)
- ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจากสองกลุ่มตัวอย่าง จะนำไปทดสอบว่า มีความแตกต่างจริงในประชากรหรือไม่

$$M_d = M_2 - M_1 \longrightarrow \mu_d = \mu_2 - \mu_1$$

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบอิสระจากกัน

- การตั้งสมมติฐานทางสถิติ

สองทาง	ทางเดียว	
$H_0: \mu_1 = \mu_2; \mu_d = 0$	$H_0: \mu_1 \leq \mu_2; \mu_d \geq 0$	$H_0: \mu_1 \geq \mu_2; \mu_d \leq 0$
$H_1: \mu_1 \neq \mu_2; \mu_d \neq 0$	$H_1: \mu_1 > \mu_2; \mu_d < 0$	$H_1: \mu_1 < \mu_2; \mu_d > 0$

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบอิสระจากกันเท่านั้น

การทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย

- สมมติแบ่งคนเป็นสองกลุ่ม กลุ่มที่ผ่านและไม่ผ่านการฝึกทำสมาธิ
- ถ้าการทำสมาธิไม่มีผลต่อผลการเรียน ก็ไม่ได้หมายความว่าทั้งสองกลุ่มจะไม่แตกต่างกัน
- ความแตกต่างอาจจะเกิดขึ้นจากการสุ่ม (Sampling Error)
  - เช่น บังเอิญสุ่มคนที่มีผลการเรียนดีเข้าในกลุ่มฝึก และคนที่ผลการเรียนไม่ดีเข้ากลุ่มไม่ได้ผ่านการฝึก

การทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย

- ค่า *p* (*p* value) คือ ค่าที่บอกว่าโอกาสที่สุ่มประชากรที่ไม่แตกต่างกัน แล้วได้ความแตกต่างขนาดนี้ มีโอกาสเท่าไร
- ถ้าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ จะปฏิเสธสมมติฐานว่าง (Reject H_0)
- ถ้ามากกว่าระดับนัยสำคัญ จะไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานว่าง (Fail to Reject H_0)

การทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย

- เช่น

นิสิตจิตวิทยาจะมีอารมณ์มั่นคงแตกต่างจากนิสิตคณะอื่น

อารมณ์มั่นคง วัดโดยแบบสอบถามคะแนนไล่ตั้งแต่ 0-100 คะแนน

นักวิจัยจึงสุ่มนิสิตจิตวิทยา 10 คน และนิสิตคณะอื่น 20 คน

สมมติฐาน คือ นิสิตจิตวิทยามีอารมณ์มั่นคงแตกต่างจากนิสิตคณะอื่น

$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

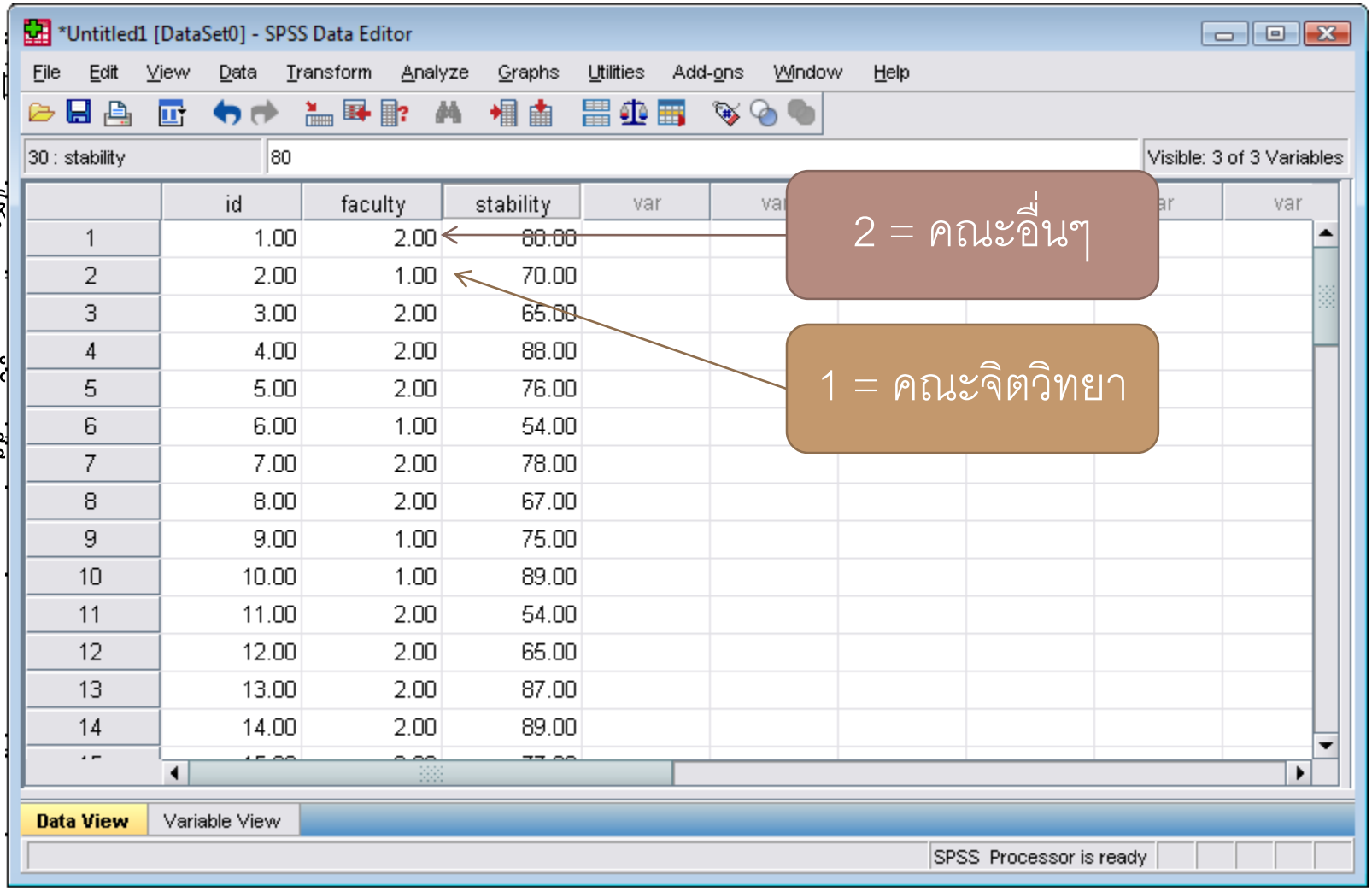
$\alpha = .05$

การทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย

- นิสิ

อาร

คะ



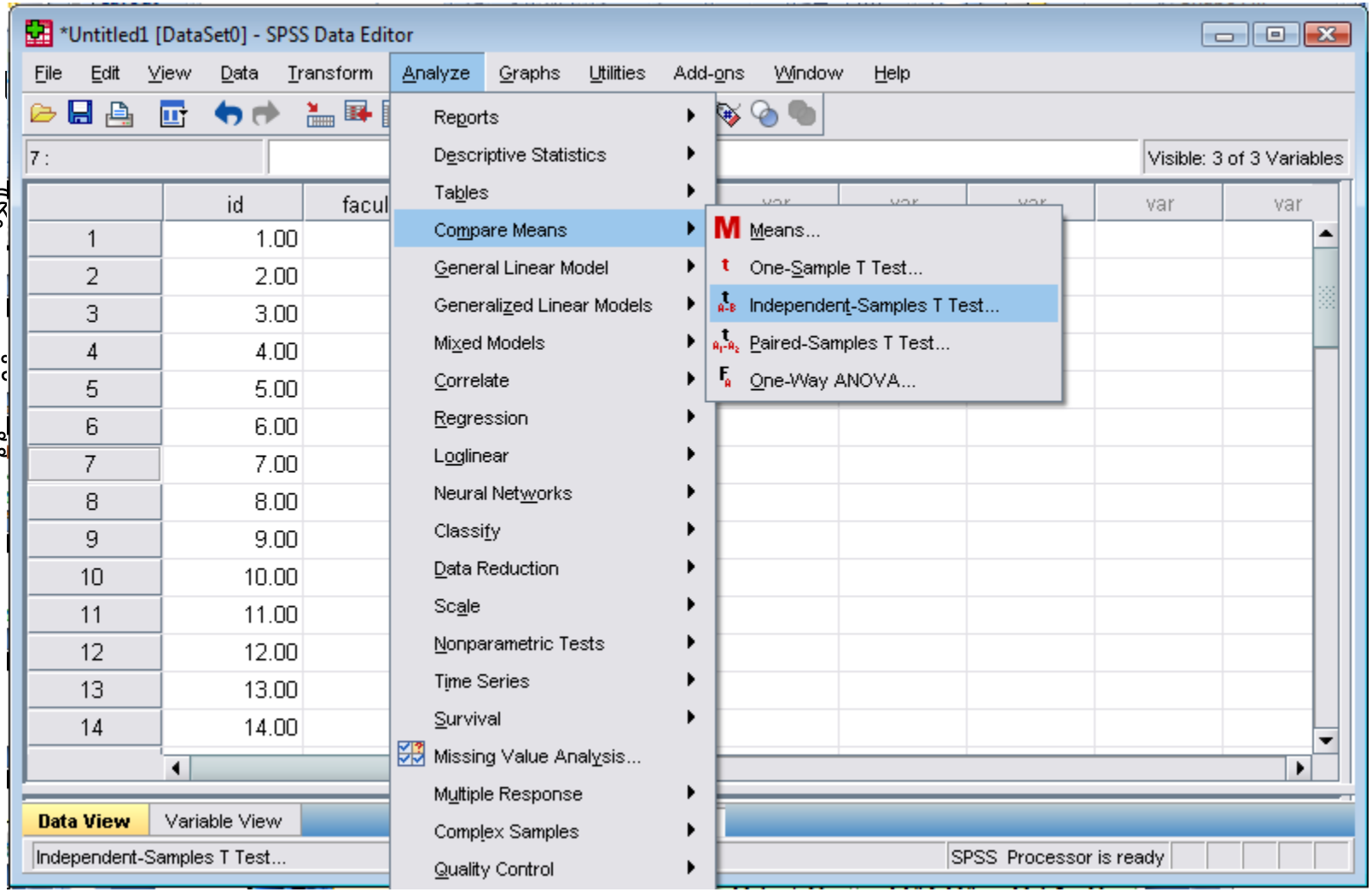
	id	faculty	stability
1	1.00	2.00	80.00
2	2.00	1.00	70.00
3	3.00	2.00	65.00
4	4.00	2.00	88.00
5	5.00	2.00	76.00
6	6.00	1.00	54.00
7	7.00	2.00	78.00
8	8.00	2.00	67.00
9	9.00	1.00	75.00
10	10.00	1.00	89.00
11	11.00	2.00	54.00
12	12.00	2.00	65.00
13	13.00	2.00	87.00
14	14.00	2.00	89.00

การทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย

- นิสิ

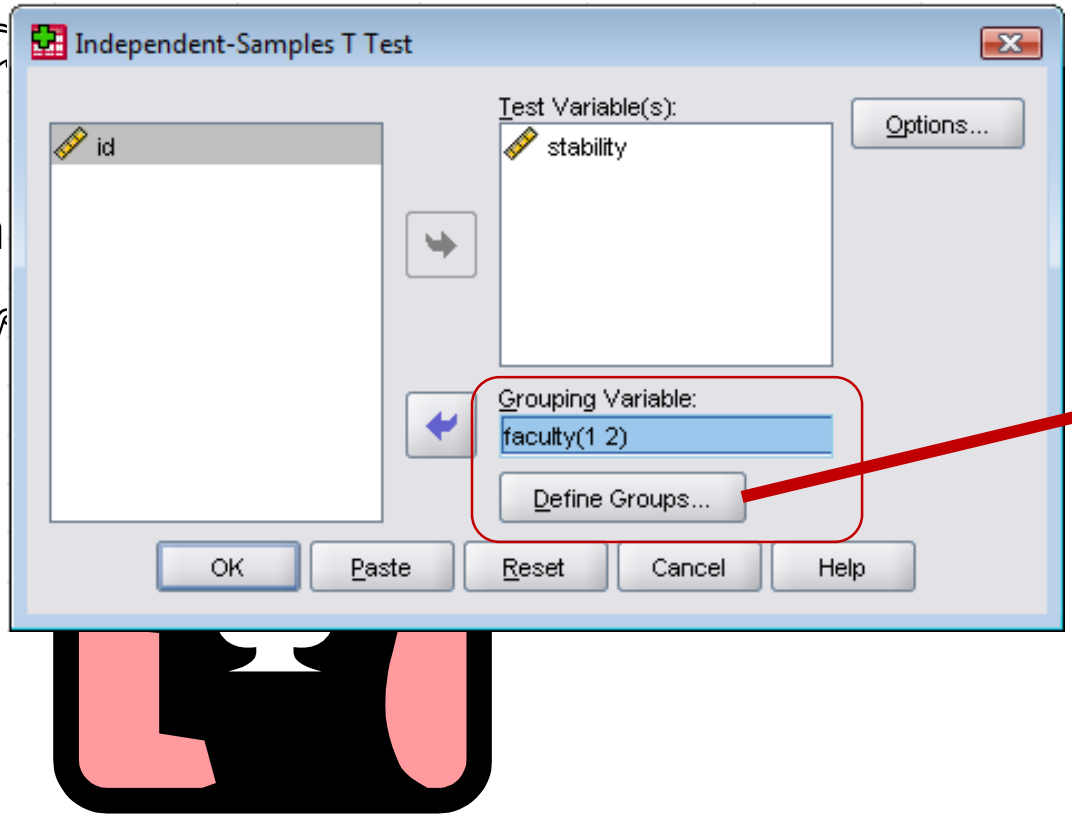
อาร

คะ

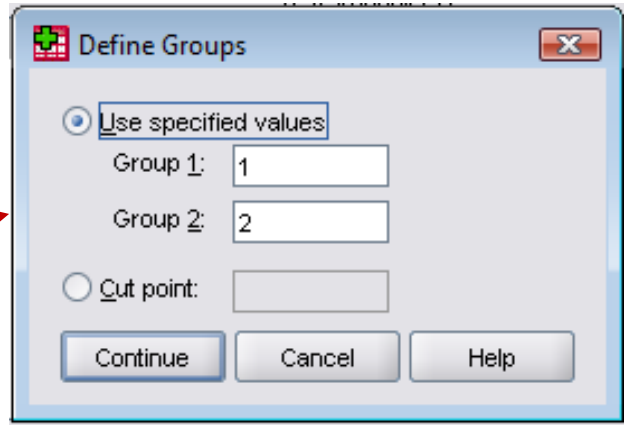


การทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย

- เช่น



ใส่กลุ่มที่ต้องการเปรียบเทียบ



การทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย

- เช่น

คณะจิตวิทยา

คณะอื่นๆ

Group Statistics

	faculty	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Emotional Stability	Psychology	10	74.0000	14.46067	4.57287
	Others	20	72.4000	13.19649	2.95083

การทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย

- เช่น

p(2-tailed) = .76

$t(28) = 0.30$, $p > .05$

Independent Samples Test

			t-test for Equality of Means					
							95% Confidence Interval of the Difference	
		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Emotional Stability	Equal variances assumed	.303	28	.764	1.60000	5.27332	-9.20190	12.40190
	Equal variances not assumed							

กล่าวถึงในภายหลัง

การทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย

- เช่น

นิสิตจิตวิทยาจะมีอารมณ์มั่นคงแตกต่างจากนิสิตคณะอื่น อารมณ์มั่นคง วัดโดยแบบสอบถาม คะแนนไล่ตั้งแต่ 0-100 คะแนน

$p = .76$

$\alpha = .05$

$p > \alpha$

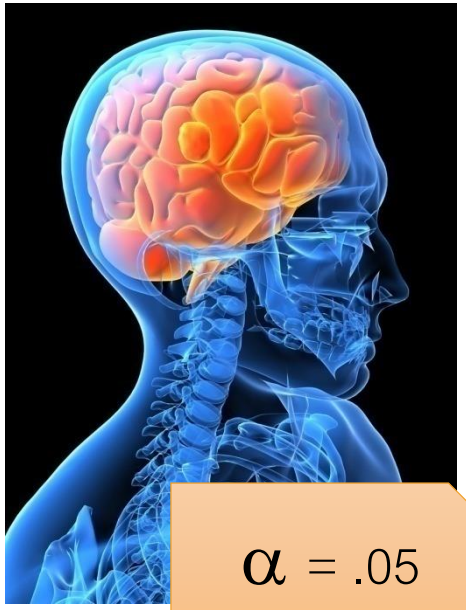
Fail to Reject H_0

ไม่สามารถสรุปได้ว่า นิสิตคณะจิตวิทยาจะมีอารมณ์มั่นคงแตกต่างจากนิสิตคณะอื่นๆ

การทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย

- เช่น

เด็กที่ดื่มซุปไก่ จะมีความฉลาดสูงกว่าเด็กที่ไม่ได้ดื่ม



$\alpha = .05$

นักวิจัยจึงสุ่มเด็กอายุ 12 ขวบ จำนวน 20 คน แล้วแบ่งเป็นกลุ่มที่ดื่ม และไม่ดื่มอย่างละ 10 คน

สมมติฐาน คือ เด็กดื่มซุปไก่ (μ_1) ฉลาดกว่าเด็กที่ไม่ได้ดื่ม (μ_2)

$H_0: \mu_1 - \mu_2 \leq 0$

$H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$

การทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย

- เช่น

ดื่มทุกวัน

ไม่ได้ดื่ม

Group Statistics

	Chicken ...	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
IQ	Daily	10	101.7000	10.36072	3.27635
	None	10	100.8000	11.77379	3.72320

การทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย

- เช่น

p(2-tailed) = .86

p(1-tailed) = .43

$t(18) = 0.18$, $p > .05$

Independent Samples Test

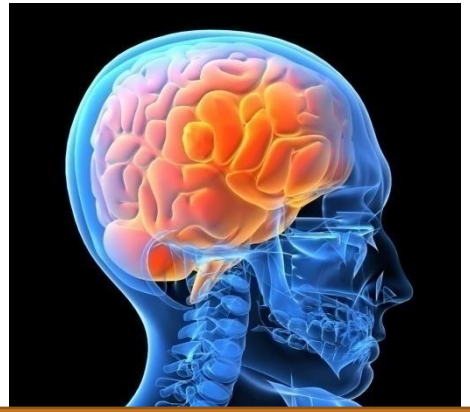
		[redacted]	t-test for Equality of Means						
								95% Confidence Interval of the Difference	
			t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
IQ	Equal variances assumed	[redacted]	.181	18	.858	.90000	4.95950	-9.51953	11.31953
	Equal variances not assumed	[redacted]							

กล่าวถึงในภายหลัง

การทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย

- เช่น

เด็กที่ดื่มซุปไก่ จะมีความฉลาด
สูงกว่าเด็กที่ไม่ได้ดื่ม



ไม่สามารถสรุปได้ว่า เด็กที่ดื่มซุปไก่จะมี
ความฉลาดสูงกว่าเด็กที่ไม่ได้ดื่ม

$p = .43$

$\alpha = .05$

$p > \alpha$

Fail to Reject H_0

ข้อตกลงเบื้องต้นก่อนการใช้สถิติ

- การกระจายของคะแนนในประชากรทั้งสองกลุ่มเป็นโค้งปกติ
  - การละเมิดไม่ค่อยมีผลกระทบ
- ในประชากร กลุ่มทั้งสองกลุ่มมีความแปรปรวนเท่ากัน (Homogeneity of Variance)
  - หากจำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน t-test แบบปกติจะไม่ได้รับผลกระทบจากความแปรปรวนที่แตกต่างกัน
  - ในกรณีกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มแตกต่างกันมาก หากอัตราส่วนของความแปรปรวนระหว่างสองกลุ่มมากกว่า 10 ต่อ 1 ค่า *p* ที่ได้จะผิดไปจากความเป็นจริง

ข้อตกลงเบื้องต้นก่อนการใช้สถิติ

- แก้ไขโดยใช้ Welch Test (บรรทัดที่ 2: Equal Variance Not Assumed)
- แต่ทว่า Welch Test มีข้อตกลงเบื้องต้นว่าการกระจายของประชากรต้องเป็นโค้งปกติ หากไม่เป็นจะส่งผลกระทบอย่างร้ายแรง

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
IQ	Equal variances assumed	.265	.613	.181	18	.858	.90000	4.95950	-9.51953	11.31953
	Equal variances not assumed			.181	17.714	.858	.90000	4.95950	-9.53162	11.33162

ข้อตกลงเบื้องต้นก่อนการใช้สถิติ

- วิธีการทดสอบว่ากลุ่มทั้งสองกลุ่มมีความแปรปรวนเท่ากัน

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$
$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

ทดสอบด้วย

Levene Test

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
IQ	Equal variances assumed	.265	.613	.181	18	.858	.90000	4.95950	-9.51953	11.31953
	Equal variances not assumed			.181	17.714	.858	.90000	4.95950	-9.53162	11.33162

ข้อตกลงเบื้องต้นก่อนการใช้สถิติ

- วิธีการทดสอบว่ากลุ่มทั้งสองกลุ่มมีความแปรปรวนเท่ากัน

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$
$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

ไม่ปฏิเสธ Null Hypot

เหมารวมว่าข้อตกลงนี้ไม่

ผิด

ปฏิเสธ Null Hypothesis

ข้อตกลงนี้ถูกละเมิด

แบบปกติ

ใช้สถิติแบบพิเศษ

(Welch Test)

ข้อตกลงเบื้องต้นก่อนการใช้สถิติ

- กำลังในการทดสอบ Levene Test ขึ้นอยู่กับ
  - ความแตกต่างของความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม (ขนาดอิทธิพล)
  - ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
- บางครั้ง กลุ่มตัวอย่างน้อย Levene Test ไม่สามารถ Reject H_0 ได้ แม้ขนาดอิทธิพลจะสูงมาก
  - ทำให้ใช้แบบปกติทั้งที่ควรใช้ Welch Test
- บางครั้ง กลุ่มตัวอย่างสูง Levene Test ทำให้ Reject H_0 ตลอดเวลา แม้ขนาดอิทธิพลจะต่ำมาก
  - ทำให้ใช้ Welch Test ตลอดเวลา บางครั้งไม่ดีเพราะการกระจายประชากรไม่เป็นโค้งปกติ

การทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย

- เช่น

การทดสอบประสิทธิภาพของการสอนแบบเด็กเป็นศูนย์กลาง

$\alpha = .05$

นักวิจัยจึงเลือกนักเรียน 2 ห้อง ห้องละ 30 คน
ห้องแรกสอนแบบปกติ
ห้องที่สองสอนแบบเด็กเป็นศูนย์กลาง

สมมติฐาน คือ ห้องที่สองมีคะแนนสอบดีกว่าห้องที่หนึ่ง

$H_0: \mu_2 - \mu_1 \leq 0$

$H_1: \mu_2 - \mu_1 > 0$

การทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย

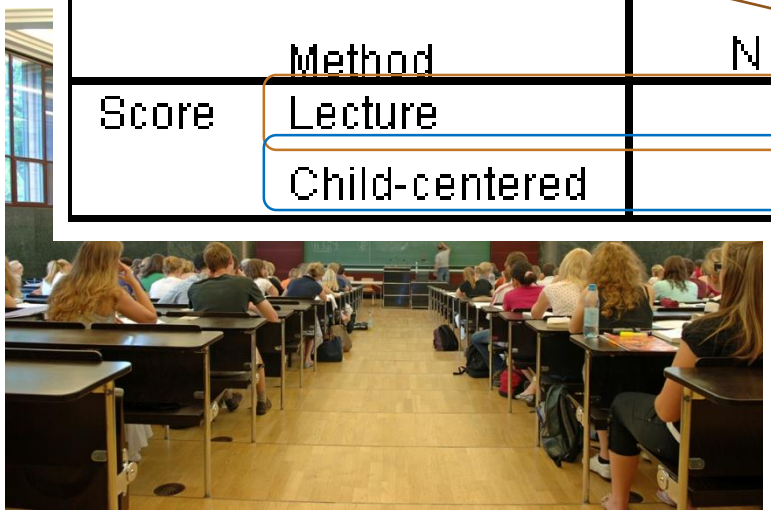
- เช่น

สอนแบบปกติ

สอนแบบนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

Group Statistics

	Method	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Score	Lecture	30	6.4000	1.10172	.20115
	Child-centered	30	6.5333	1.77596	.32424



กลุ่มตัวอย่างเท่ากัน ใช้ *t*-test แบบปกติ

ตรวจสอบขนาดความแปรปรวนที่แตกต่างกัน

$(1.776)^2/(1.102)^2 = 2.6$ (ใช้ *t*-test แบบปกติ)

การทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย

- เช่น p(2-tailed) = .72

  p(1-tailed) = .36

$t(58) = -0.35$, $p > .05$ (1-tailed)

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Score	Equal variances assumed	10.440	.002	-.349	58	.728	-.13333	.38157	-.89712	.63046
	Equal variances not assumed			-.349	48.441	.728	-.13333	.38157	-.90035	.63368

Levene Test: $p < .05$

ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มแตกต่างกัน

สังเกตว่าขนาดความแตกต่างยังไม่ถึง 10 ต่อ 1

การทดสอบสมมติฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย

- เช่น

การทดสอบประสิทธิภาพของ
การสอนแบบเด็กเป็นศูนย์กลาง

ไม่สามารถสรุปได้ว่า การสอนแบบเด็กเป็นศูนย์กลางมีประสิทธิภาพสูงกว่าการสอนปกติ

$p = .36$

$\alpha = .05$

$p > \alpha$

Fail to Reject H_0

การเขียนรายงาน

- เช่น งานวิจัยนี้ต้องการทดสอบประสิทธิภาพของการสอนแบบนักเรียนเป็นศูนย์กลาง การทดสอบนี้จึงใช้วิธีการสอนแบบปกติ และแบบนักเรียนเป็นศูนย์กลางกับแต่ละห้องเรียน ซึ่งมีนักเรียนห้องละ30 คน จากการทดสอบด้วยการทดสอบ *t* แบบอิสระจากกัน (Independent *t*-test) พบว่าห้องเรียนที่ใช้การสอนแบบปกติ (M = 6.40, SD = 1.10) ไม่แตกต่างจากห้องเรียนใช้การสอนแบบนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (M = 6.53, SD = 1.76) อย่างมีนัยสำคัญ ($t(58) = -0.35$, $p > .05$ [ทดสอบแบบทางเดียว])

การหาช่วงเชื่อมั่นของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย

- ผู้วิจัยอาจต้องการทราบว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในประชากรมีค่าเท่าไร
  - เช่น กลุ่มเด็กที่ดื่มนม จะมีความสูงมากกว่ากลุ่มเด็กที่ไม่ดื่มนมเท่าไร ในประชากร
- คำถามนี้จะสามารถใช้ช่วงเชื่อมั่นสำหรับค่าเปลี่ยนแปลงระหว่างกลุ่มสองกลุ่มในการตอบคำถามได้

การหาช่วงเชื่อมั่นของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย

- เช่น ผู้วิจัยอาจต้องการทราบว่าวิธีการบำบัดโดยใช้หมากฝรั่งและการหักดิบจะทำให้อาการสูบบุหรี่ลดลงอย่างไร
- เปรียบเทียบโดยการใช้มาตรวัดอาการติดบุหรี่ (Nicotine Dependence Scale) คะแนนตั้งแต่ 20-80 คะแนน
- ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากกลุ่มละ 24 คน และหาช่วงเชื่อมั่นของความแตกต่างของผลการบำบัดจากทั้งสองวิธี

การหาช่วงเชื่อมั่นของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย

เปรียบเทียบการลดบุหรี่
ด้วยหมากฝรั่งและการหักดิบ
จากกลุ่มละ 24 คน

ไม่ต้องกังวลเรื่องความแปรปรวนที่ต่างกันระหว่างกลุ่ม
เพราะจำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่ากัน

$M_1 - M_2 = 48.63 - 50.46 = -1.83$

การลดด้วยหมากฝรั่ง

การลดด้วยการหักดิบ

Group Statistics

	Treatment Condition	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Post-treatment Nicotine Dependence	Gum	24	48.6250	10.90597	2.22617
	Cold Turkey	24	50.4583	7.54107	1.53931

การหาช่วงเชื่อมั่นของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย

เปรียบเทียบการลดบุหรี่
ด้วยหมากฝรั่งและการหักดิบ
จากกลุ่มละ 24 คน

$CI_{.95}$ ของ $\mu_1 - \mu_2$
= (-7.28, 3.61)

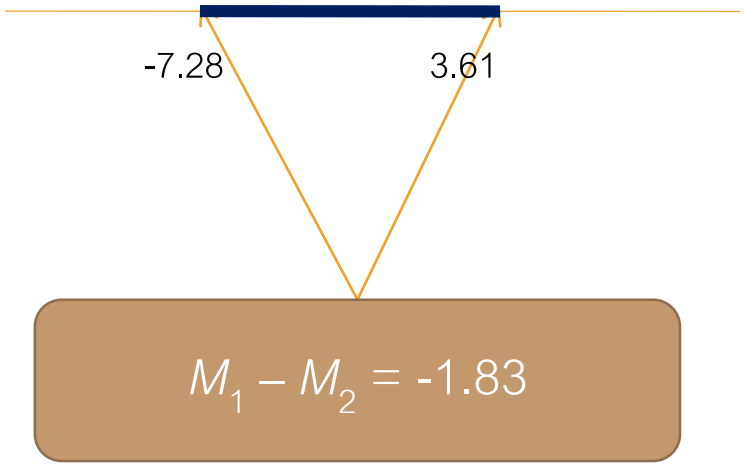
$M_1 - M_2 = -1.83$

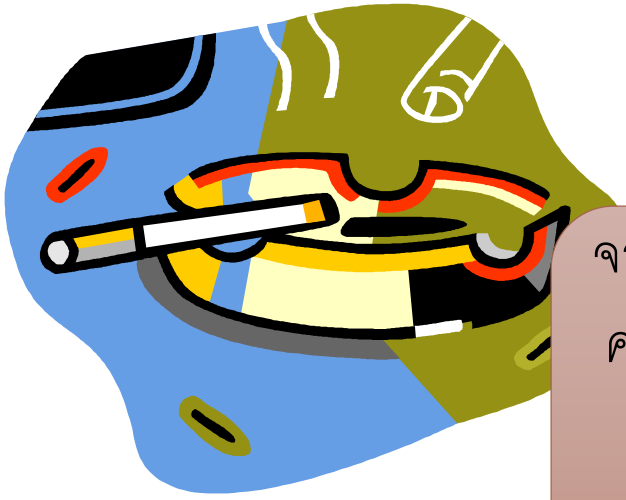
Independent Samples Test

Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
							95% Confidence Interval of the Difference	
F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
4.666	.036	-.677	46	.502	-1.83333	2.70654	-7.28131	3.61464
		-.677	40.901	.502	-1.83333	2.70654	-7.29969	3.63303

การหาช่วงเชื่อมั่นของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย

เปรียบเทียบการลดบุหรี่
ด้วยหมากฝรั่งและการหักดิบ
จากกลุ่มละ 24 คน





จากข้อมูลทำให้มีความเชื่อมั่นระดับ .95 ว่าประชากรของความแตกต่างระหว่างคะแนนอาการติดบุหรี่ อยู่ในช่วง -7.28 (หักดิบได้ผลมากกว่าประมาณ 7 แต้ม) ถึง 3.61 (หมากฝรั่งได้ผลมากกว่าประมาณ 4 แต้ม)

การหาขนาดอิทธิพล

- การหาขนาดอิทธิพล ใช้หลักการเดียวกับการหาอิทธิพลในการทดสอบ *z* คือ

$$\delta = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sigma}$$

$$d = \frac{M_1 - M_2}{SD_{pooled}}$$

- ค่าเฉลี่ยจะแทนด้วยค่าจากกลุ่มตัวอย่างจากคะแนนทั้งสองชุด
- ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะใช้ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุม (SD_C) หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม (SD_{Pooled})

$$SD_{\text{Pooled}} = \sqrt{\frac{SS_1 + SS_2}{df_1 + df_2}}; SS_k = df_k(SD_k^2)$$

การหาขนาดอิทธิพล

- เช่น วัดขนาดอิทธิพลของการสอนแบบนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

สอนแบบปกติ (ให้เป็นกลุ่มควบคุม)

สอนแบบนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

Group Statistics

	Method	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Score	Lecture	30	6.4000	1.10172	.20115
	Child-centered	30	6.5333	1.77596	.32424

การหาขนาดอิทธิพล

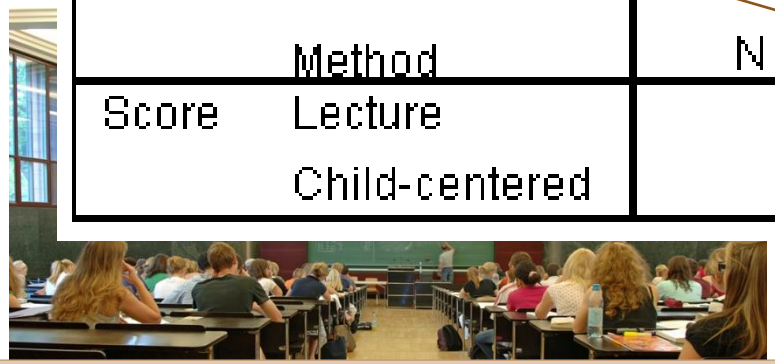
- เช่น วัดขนาดอิทธิพลของการสอนแบบนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

$SS_1 = 1.10 \times 1.10 \times 29 = 35.20$

$SS_2 = 1.78 \times 1.78 \times 29 = 91.47$

ics

	Method	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Score	Lecture	30	6.4000	1.10172	.20115
	Child-centered	30	6.5333	1.77596	.32424



$$SD_{\text{Pooled}} = \sqrt{\frac{35.20 + 91.47}{29 + 29}} = 1.48$$

$$d = \frac{6.53 - 6.40}{1.48} = 0.088$$

การหาขนาดอิทธิพล

- การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวมนั้น ขึ้นกับหลักการว่า ถ้าทั้งสองกลุ่มสุ่มมาจากการกระจายที่มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเดียวกัน
- ด้วยเหตุนี้จึงใช้ข้อมูลส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทั้งสองกลุ่มมารวมกัน
- แต่หากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทั้งสองกลุ่มในประชากรไม่เท่ากัน (Heterogeneity of Variance) แล้ว ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทั้งสองกลุ่มไม่ควรมาใช้รวมกัน

Levene Test ได้ $p < .05$ → ใช้ *SD* ของกลุ่มควบคุม

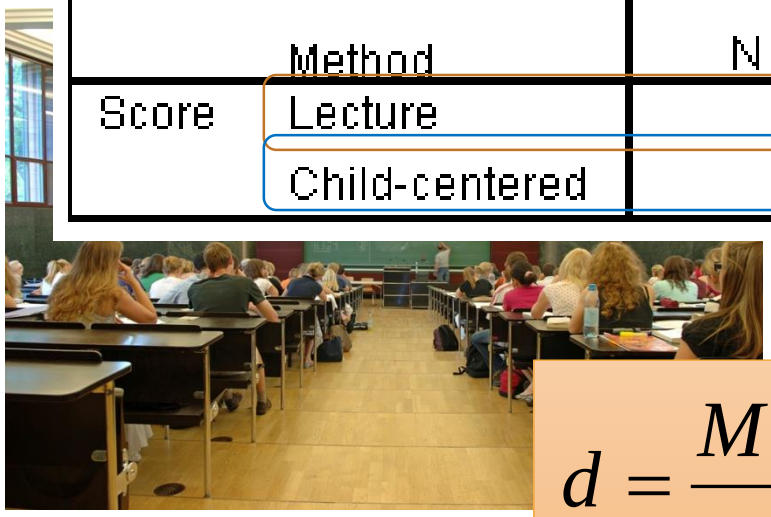
การหาขนาดอิทธิพล

- เช่น วัดขนาดอิทธิพลของการสอนแบบนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

Levene's Test: p = .002 → ใช้ *SD* กลุ่มควบคุม

Group Statistics

	Method	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Score	Lecture	30	6.4000	1.10172	.20115
	Child-centered	30	6.5333	1.77596	.32424



$$d = \frac{M_2 - M_1}{SD_1} = \frac{6.53 - 6.40}{1.10} = 0.12$$

การหาขนาดอิทธิพล

- ช่วงเชื่อมั่นสำหรับขนาดอิทธิพล สามารถคำนวณได้จาก MBESS Package in R

การหากำลัง

- ใช้โปรแกรม G*POWER 3 โดย
  - เลือกกลุ่มสถิติที่ต้องการทดสอบ คือ t-test
  - เลือกสถิติที่ใช้ทดสอบ คือ Means: Difference between two independent means (two groups)
  - เลือกว่าจะหากำลังในการทดสอบ คือ Post hoc: Compute achieved power – given α, sample size and effect size

การหากำลัง

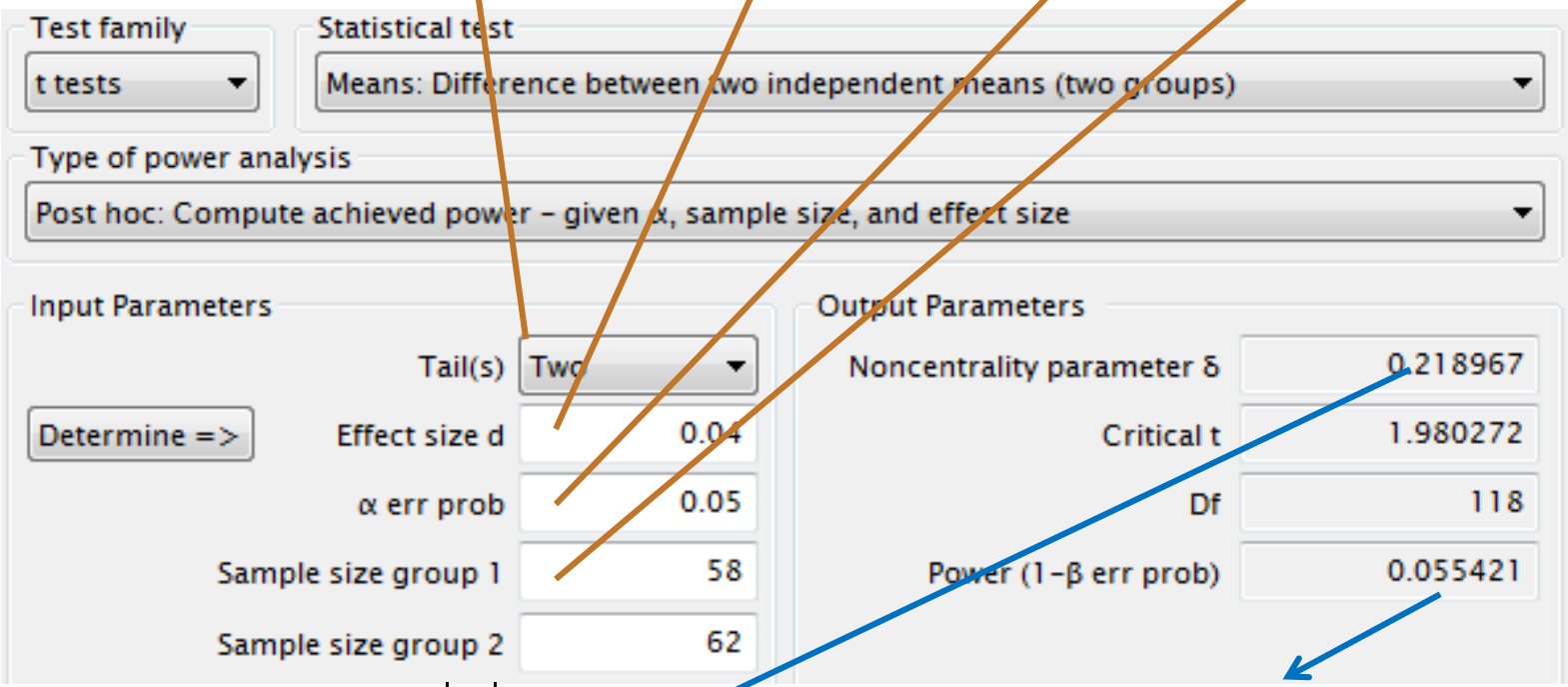
- เช่น

ทดสอบกี่ทาง

ขนาดอิทธิพล

ระดับนัยสำคัญ

ขนาดกลุ่มตัวอย่าง



ค่าพารามิเตอร์ที่เบี่ยงเบน

กำลังในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ

การหากำลัง

- ขนาดอิทธิพลสามารถใช้ได้ทั้งสองแบบ
- สามารถกด Determine แล้วใส่ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทั้งสองกลุ่มเพื่อขนาดอิทธิพลจากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวมได้

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง

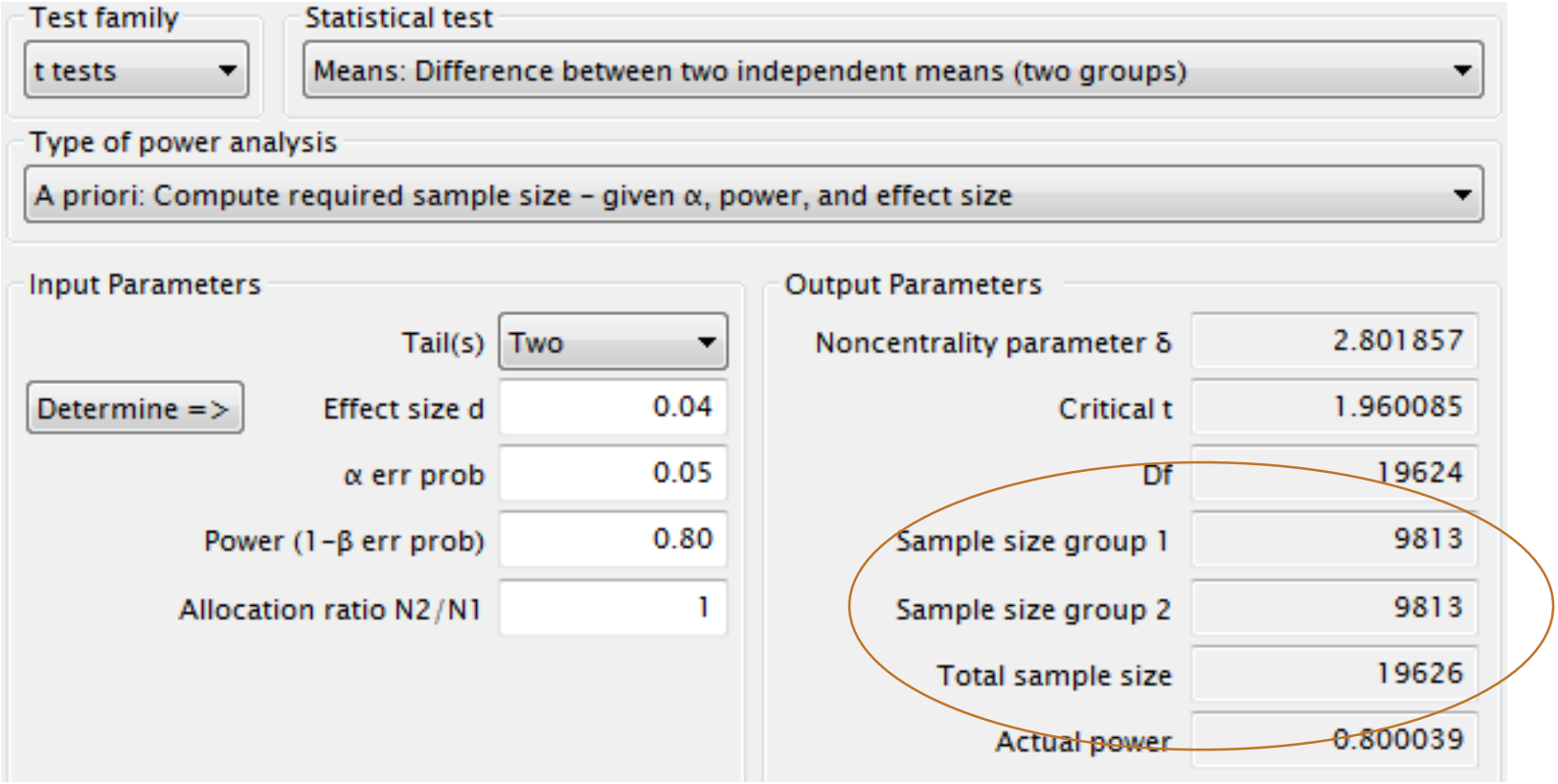
- การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง สามารถทำได้ 2 ประเภท คือ
  - การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากกำลังที่ต้องการ
  - การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากความผิดพลาดในการประมาณค่าพารามิเตอร์ (μ หรือ δ)
- ในที่นี้จะเน้นเฉพาะการหาจำนวนกลุ่มตัวอย่างจากกำลังเท่านั้น

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง

- การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างตามกำลังที่ต้องการ สามารถทำได้โดยใช้โปรแกรม G*POWER 3 ช่วย
  - เลือกกลุ่มสถิติที่ต้องการทดสอบ คือ t-test
  - เลือกสถิติที่ใช้ทดสอบ คือ Means: Difference between two independent means (two groups)
  - เลือกว่าจะหากำลังในการทดสอบ คือ A Priori: Compute required sample size – given α, power and effect size

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง

- เช่น จงหากลุ่มตัวอย่างที่จะทำให้กำลัง = .80 ในการทดสอบสองทาง และระดับนัยสำคัญเท่ากับ .05 เมื่อขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.04



การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง

- ในโปรแกรม หากกำหนด Allocation Ratio = 1 หมายความว่า ให้จำนวนกลุ่มตัวอย่างของทั้งสองกลุ่มเท่ากัน
- เราสามารถกำหนดให้ Allocation Ratio ไม่เท่ากับ 1 ได้
  - เช่น Allocation Ratio = 2 หมายความว่า กลุ่มหนึ่งมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างเป็นสองเท่าของอีกกลุ่มหนึ่ง

การเปรียบเทียบมากกว่า 2 กลุ่ม

- บางครั้งนักวิจัยต้องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยมากกว่า 2 กลุ่ม
  - เช่น การตรวจสอบประสิทธิภาพของยา โดยมีกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม กลุ่มแรกทานยาหลอก (Placebo) และกลุ่มที่สองไม่ได้รับยาอะไร
  - เช่น เปรียบเทียบความรู้ทางดนตรี ระหว่าง นักร้อง นักเต้น นักดนตรี และคนธรรมดา
- การเปรียบอาจสามารถทำด้วยการเปรียบเทียบรายคู่
  - 3 กลุ่ม เปรียบเทียบ 3 ครั้ง: 1-2, 1-3, 2-3
  - 4 กลุ่ม เปรียบเทียบ 4 ครั้ง: 1-2, 1-3, 1-4, 2-3, 2-4, 3-4

การเปรียบเทียบมากกว่า 2 กลุ่ม

- ถ้าเปรียบเทียบรายคู่ด้วย $\alpha_{PW} = .05$
- หากสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากประชากรเดียวกันออกมา 3 กลุ่ม
  - การเปรียบเทียบรายคู่ ควรจะไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เพราะสุ่มจากประชากรเดียวกัน ค่าเฉลี่ยของประชากรแต่ละกลุ่มต้องเท่ากัน
  - หากตั้ง $\alpha = .05$ แล้ว โอกาสที่ผลออกมาว่ามีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน ควรจะเท่ากับ 5%

การเปรียบเทียบมากกว่า 2 กลุ่ม

- แต่ทว่า

$p_{1\text{-}2}$(sig) = .05

$p_{1\text{-}3}$(sig) = .05

$p_{2\text{-}3}$(sig) = .05

$p_{1\text{-}2}$(not sig) = .95

$p_{1\text{-}3}$(not sig) = .95

$p_{2\text{-}3}$(not sig) = .95

หากการเกิดนัยสำคัญของแต่ละคู่เป็นอิสระจากกัน

โอกาสที่ทุกคู่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ = $(.95)^3 = .857$

โอกาสที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญอย่างน้อย 1 คู่ = 1 - .857 = .143

โอกาสที่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (แตกต่างอย่างน้อย 1 คู่) = 14% > 5%

การเปรียบเทียบมากกว่า 2 กลุ่ม

- โอกาสที่เจอความแตกต่างอย่างน้อย 1 คู่ทั้งที่ Null Hypothesis เป็นจริง จะเรียกว่า โอกาสเจอความผิดพลาดทั้งกลุ่ม (Familywise Error Rate; α_{FW})
- หากการเกิดนัยสำคัญของแต่ละคู่เป็นอิสระจากกัน

$$\alpha_{FW} = 1 - (1 - \alpha)^{C}$$

- โอกาสที่แต่ละคู่เป็นอิสระจากกัน แทบเป็นไปไม่ได้
  - เช่น หากกลุ่มที่ 1 คะแนนเท่ากับกลุ่มที่ 2 การเปรียบเทียบคู่ 1-3 และคู่ 2-3 แทบจะสอดคล้องไปด้วยกัน
  - ดังนั้นสูตรข้างบนจึงไม่ถูกต้องทีเดียว

การเปรียบเทียบมากกว่า 2 กลุ่ม

- ประเด็นสำคัญคือ เราขนาดการเกิด Familywise Error Rate ได้อย่างไร และจะควบคุมอย่างไร
- ในวันนี้ จะแสดงการควบคุม โดยการเปลี่ยน α ในการเปรียบเทียบรายคู่ เพื่อให้ $\alpha_{FW} < .05$ (หรือค่าอื่น)
- ในบทต่อไป จะพัฒนาสถิติใหม่เรียกว่าการวิเคราะห์การแปรปรวน (Analysis of variance) เพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มมากกว่า 2 กลุ่ม

การเปรียบเทียบมากกว่า 2 กลุ่ม

- การแก้ไขแบบ Sidak
- การแก้ไขแบบ Bonferroni
- การแก้ไขแบบ Holm
- การแก้ไขแบบ Hochberg

การเปรียบเทียบมากกว่า 2 กลุ่ม

- การแก้ไขแบบ Sidak

$$\alpha_{FW} = 1 - (1 - \alpha)^C$$

$$\Downarrow$$

$$\alpha = 1 - \sqrt[C]{1 - \alpha_{FW}}$$

- เช่น ในการเปรียบเทียบ 4 กลุ่ม มีการเปรียบเทียบรายคู่ 6 คู่ ดังนั้นแต่ละคู่ใช้ $\alpha = 1 - \sqrt[C]{1 - 0.05} = .0085$
- การแก้ไขนี้ ใช้ข้อตกลงเบื้องต้นว่า การเปรียบเทียบรายคู่เป็นอิสระจากกัน
- การแก้ไขแบบ Hochberg เป็นอีกทางเลือกที่ใกล้เคียงกับของ Sidak

การเปรียบเทียบมากกว่า 2 กลุ่ม

- การแก้ไขแบบ Bonferroni

$$\alpha = \frac{\alpha_{FW}}{C} < .05 \text{ (หรือค่าอื่น)}$$

- เช่น ในการเปรียบเทียบ 4 กลุ่ม มีการเปรียบเทียบรายคู่ 6 คู่ ดังนั้นแต่ละคู่ใช้ α = .05/6 = .0083
- การแก้ไขนี้ การเปรียบเทียบรายคู่อาจเกี่ยวข้องกันได้

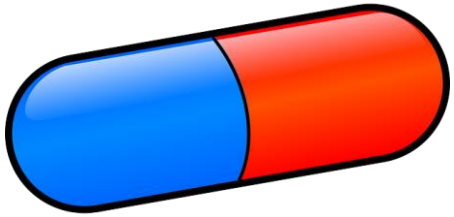
การเปรียบเทียบมากกว่า 2 กลุ่ม

- การแก้ไขแบบ Holm
  - นำ p-values ของการเปรียบเทียบทุกคู่ มาเรียงจากน้อยไปหามาก
  - นำ p-value ที่มีค่าน้อยที่สุด มาเปรียบเทียบกับ α/C
  - หากไม่ถึงระดับนัยสำคัญ หยุด --- หากถึงระดับนัยสำคัญ เปรียบเทียบกับ p-value ที่มีค่าน้อยที่สุดลำดับที่ 2 ด้วย $\alpha/(C-1)$
  - หากไม่ถึงระดับนัยสำคัญ หยุด --- หากถึงระดับนัยสำคัญ เปรียบเทียบกับ p-value ที่มีค่าน้อยที่สุดลำดับที่ 3 ด้วย $\alpha/(C-2)$
  - ทำแบบนี้ไปเรื่อยๆ จนครบทุกคู่
- การเปรียบเทียบรายคู่อาจเกี่ยวข้องกันได้ มีกำลังทางสถิติมากกว่าวิธีของ Bonferroni

การเปรียบเทียบมากกว่า 2 กลุ่ม

- เช่น

เปรียบเทียบการลดน้ำหนัก ด้วยยาลดน้ำหนักแบบใหม่, ยาลดน้ำหนักแบบเก่า, ยาหลอก, และไม่ทานยา กลุ่มละ 10 คน



$\alpha = .05$

นำอาสาสมัคร 40 คน สุ่มเข้ากลุ่มต่างๆ

สมมติฐาน คือ ประสิทธิภาพของวิธีการลดน้ำหนักทั้งสาม แตกต่างกัน

H_0: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

H_1: ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง

การเปรียบเทียบมากกว่า 2 กลุ่ม

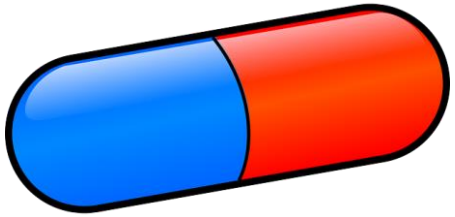
- เช่น

เปรียบเทียบการลดน้ำหนัก
ด้วยยาลดน้ำหนักแบบใหม่,
ยาลดน้ำหนักแบบเก่า, ยาหลอก,
และไม่ทานยา กลุ่มละ 10 คน

Report

weight

group	N	Mean	Std. Deviation
New Drug	10	75.8000	10.10830
Old Drug	10	78.1000	8.14385
Placebo	10	94.4000	12.32162
No Drug	10	87.7000	12.10188
Total	40	84.0000	12.85022

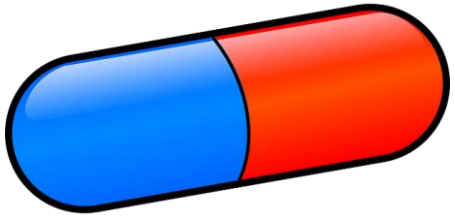


$\alpha = .05$

การเปรียบเทียบมากกว่า 2 กลุ่ม

- เช่น

เปรียบเทียบการลดน้ำหนักด้วยยาลดน้ำหนักแบบใหม่, ยาลดน้ำหนักแบบเก่า, ยาหลอก, และไม่ทานยา กลุ่มละ 10 คน



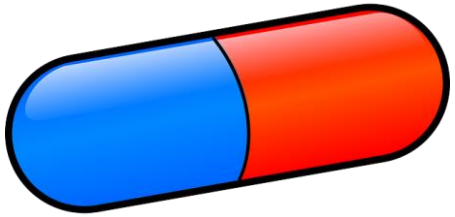
คู่	*t*	*df*	*p*
1-2	-0.56	18	.582
1-3	-3.69	18	.002
1-4	-2.39	18	.028
2-3	-3.49	18	.003
2-4	-2.08	18	.052
3-4	1.23	18	.236

$\alpha = .05$

การเปรียบเทียบมากกว่า 2 กลุ่ม

- เช่น

เปรียบเทียบการลดน้ำหนักด้วยยาลดน้ำหนักแบบใหม่, ยาลดน้ำหนักแบบเก่า, ยาหลอก, และไม่ทานยา กลุ่มละ 10 คน



α = .05

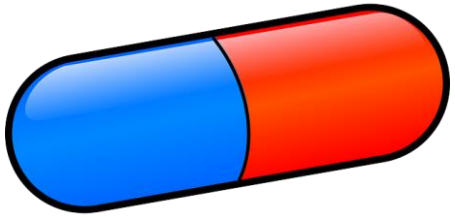
No Correction

คู่	*p*	α	Sig
1-2	.582	.05	NO
1-3	.002	.05	YES
1-4	.028	.05	YES
2-3	.003	.05	YES
2-4	.052	.05	NO
3-4	.236	.05	NO

การเปรียบเทียบมากกว่า 2 กลุ่ม

- เช่น

เปรียบเทียบการลดน้ำหนักด้วยยาลดน้ำหนักแบบใหม่, ยาลดน้ำหนักแบบเก่า, ยาหลอก, และไม่ทานยา กลุ่มละ 10 คน



$\alpha = .05$

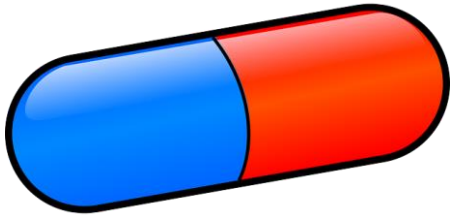
Sidak Correction

คู่	*p*	α	Sig
1-2	.582	.0085	NO
1-3	.002	.0085	YES
1-4	.028	.0085	NO
2-3	.003	.0085	YES
2-4	.052	.0085	NO
3-4	.236	.0085	NO

การเปรียบเทียบมากกว่า 2 กลุ่ม

- เช่น

เปรียบเทียบการลดน้ำหนักด้วยยาลดน้ำหนักแบบใหม่, ยาลดน้ำหนักแบบเก่า, ยาหลอก, และไม่ทานยา กลุ่มละ 10 คน



α = .05

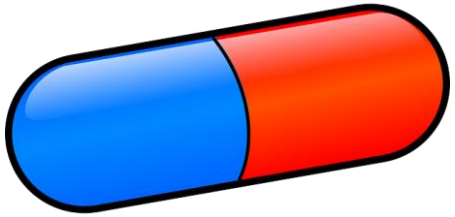
Bonferroni Correction

คู่	*p*	α	Sig
1-2	.582	.0083	NO
1-3	.002	.0083	YES
1-4	.028	.0083	NO
2-3	.003	.0083	YES
2-4	.052	.0083	NO
3-4	.236	.0083	NO

การเปรียบเทียบมากกว่า 2 กลุ่ม

- เช่น

เปรียบเทียบการลดน้ำหนักด้วยยาลดน้ำหนักแบบใหม่, ยาลดน้ำหนักแบบเก่า, ยาหลอก, และไม่ทานยา กลุ่มละ 10 คน



α = .05

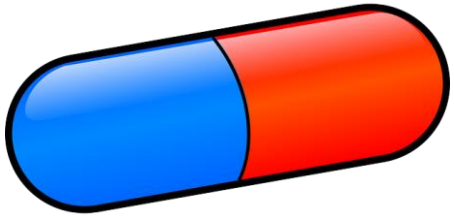
Holm Correction

คู่	*p*	Rank	α	Sig
1-2	.582	6		NO
1-3	.002	1	.05/6 = .0083	YES
1-4	.028	3	.05/4 = .0125	NO
2-3	.003	2	.05/5 = .01	YES
2-4	.052	4		NO
3-4	.236	5		NO

การเปรียบเทียบมากกว่า 2 กลุ่ม

- เช่น

เปรียบเทียบการลดน้ำหนักด้วยยาลดน้ำหนักแบบใหม่, ยาลดน้ำหนักแบบเก่า, ยาหลอก, และไม่ทานยา กลุ่มละ 10 คน



$\alpha = .05$

สรุป

คู่	No	Sidak	Bonferroni	Holm
1-2	NO	NO	NO	NO
1-3	YES	YES	YES	YES
1-4	YES	NO	NO	NO
2-3	YES	YES	YES	YES
2-4	NO	NO	NO	NO
3-4	NO	NO	NO	NO

การทานยาลดน้ำหนักใหม่และยาลดน้ำหนักเก่าดีกว่ายาหลอก

การเปรียบเทียบมากกว่า 2 กลุ่ม

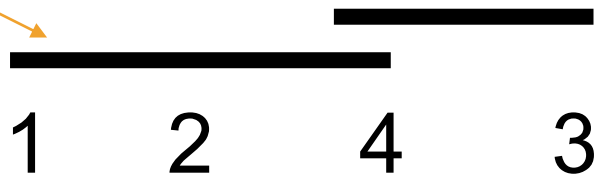
- การเขียนรายงาน
  - การวิจัยครั้งนี้ ต้องการประสิทธิภาพของยาลดน้ำหนักใหม่ เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม 3 กลุ่ม คือ ยาลดน้ำหนักเก่า ยาหลอก และไม่ได้รับยา ทดสอบกลุ่มละ 10 คนด้วยการทดสอบ *t* แบบอิสระโดยปรับระดับนัยสำคัญด้วยวิธีของ Holm พบว่า การทานยาลดน้ำหนักใหม่ (M = 75.80, SD = 10.11) และการทานยาลดน้ำหนักเก่า (M = 78.10, SD = 8.14) ลดน้ำหนักได้มากกว่าการทานยาหลอก (M = 94.40, SD = 12.32) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่กลุ่มไม่ได้รับยา (M = 87.70, SD = 12.10) ไม่แตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ

การเปรียบเทียบมากกว่า 2 กลุ่ม

- การเขียนสรุปการเปรียบเทียบรายคู่แบบแผนภูมิ
  - เรียงลำดับค่าเฉลี่ยของกลุ่มจากน้อยไปหามาก
  - ขีดเส้นแสดงว่า ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในเส้นเดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

1-2, 1-4, 2-4 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

3-4 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



เหลือ 1-3 และ 2-3 ที่ไม่ได้อยู่เส้นเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

การเปรียบเทียบมากกว่า 2 กลุ่ม

- วิธีการของ Sidak, Bonferroni, Holm สามารถประยุกต์ใช้ในการทำการทดสอบหลายๆ แบบพร้อมกัน เช่น เปรียบเทียบตัวแปรตามหลายตัว

บุคลิกภาพ	ชาย	หญิง	*p*	Rank	α	Sig
Neuroticism	45	50	.008	2	.05 / 4 = .0125	YES
Extroversion	55	49	.005	1	.05 / 5 = .01	YES
Agreeableness	49	50	.28	4		NO
Conscientiousness	48	51	.025	3	.05 / 3 = .0167	NO
Openness to experience	49	50	.31	5		NO

คาบต่อไป

- ส่งการบ้านที่ 7
- เรียนคาบปฏิบัติการครั้งที่ 5