

การทดสอบความแปรปรวน แบบสองทาง

สถิติชั้นกลางสำหรับจิตวิทยา

สันหัตถ์ พรประเสริฐมานิต

โครงร่างการนำเสนอ

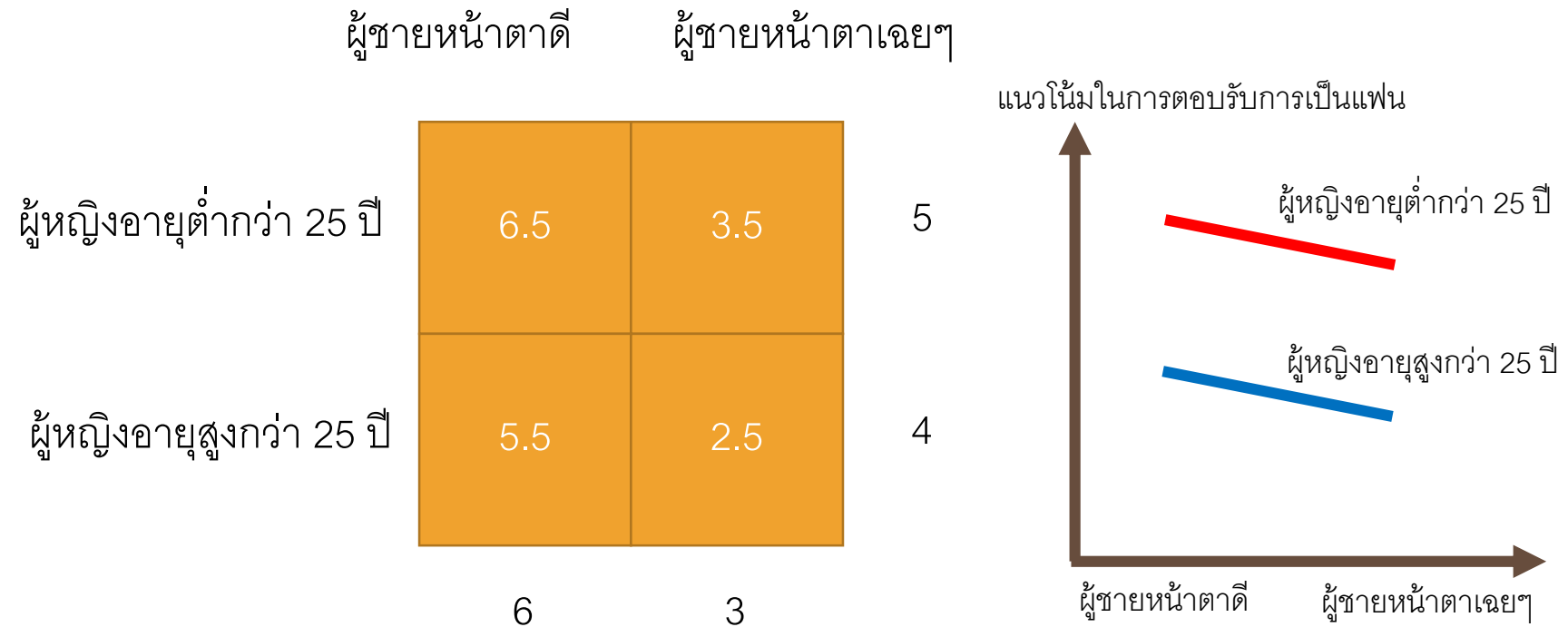
- การเกิดปฏิสัมพันธ์
- การทดสอบความแปรปรวนแบบสองทาง
- การทดสอบอิทธิพลหลักแบ่งย่อย
- ความสัมพันธ์กับการวิเคราะห์ความแตกต่าง
- จำนวนกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากัน

การเกิดปฏิสัมพันธ์

- ใน Independent t -test และ One-way ANOVA ได้ทดสอบความแตกต่างจากตัวแปรต้นเพียง 1 ตัว
 - เช่น ผลของยาประเภทต่างๆ ต่อระดับน้ำตาลในเลือด
 - ความแตกต่างระหว่างการเรียนรู้คณะต่างๆ ในเรื่องความคิดเห็นต่อรัฐบาล
- ในบทนี้จะทดสอบความแตกต่างจากตัวแปรต้น 2 ตัว
 - เช่น ผลของยาและผลของการควบคุมอาหาร ต่อระดับน้ำตาลในเลือด
 - ความแตกต่างเรื่องความคิดเห็นต่อรัฐบาล โดยแบ่งแยกตามคณะและเพศ
- เมื่อมองตัวแปรต้น 2 ตัวพร้อมกันแล้ว จะทำให้มองรายละเอียดได้มากกว่าการเปรียบเทียบตัวแปรต้นทีละตัว 2 ครั้ง

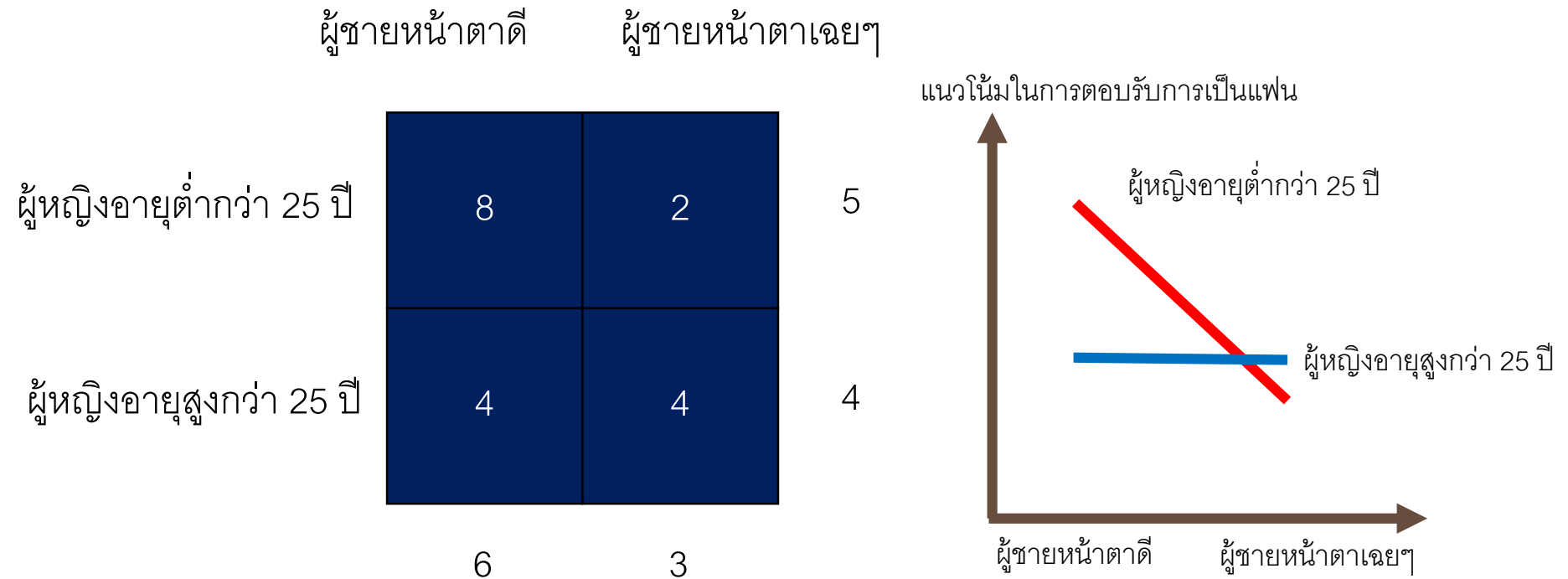
การเกิดปฏิสัมพันธ์

- เช่น แนวโน้มในการตอบรับการเป็นแฟนจากผู้หญิง



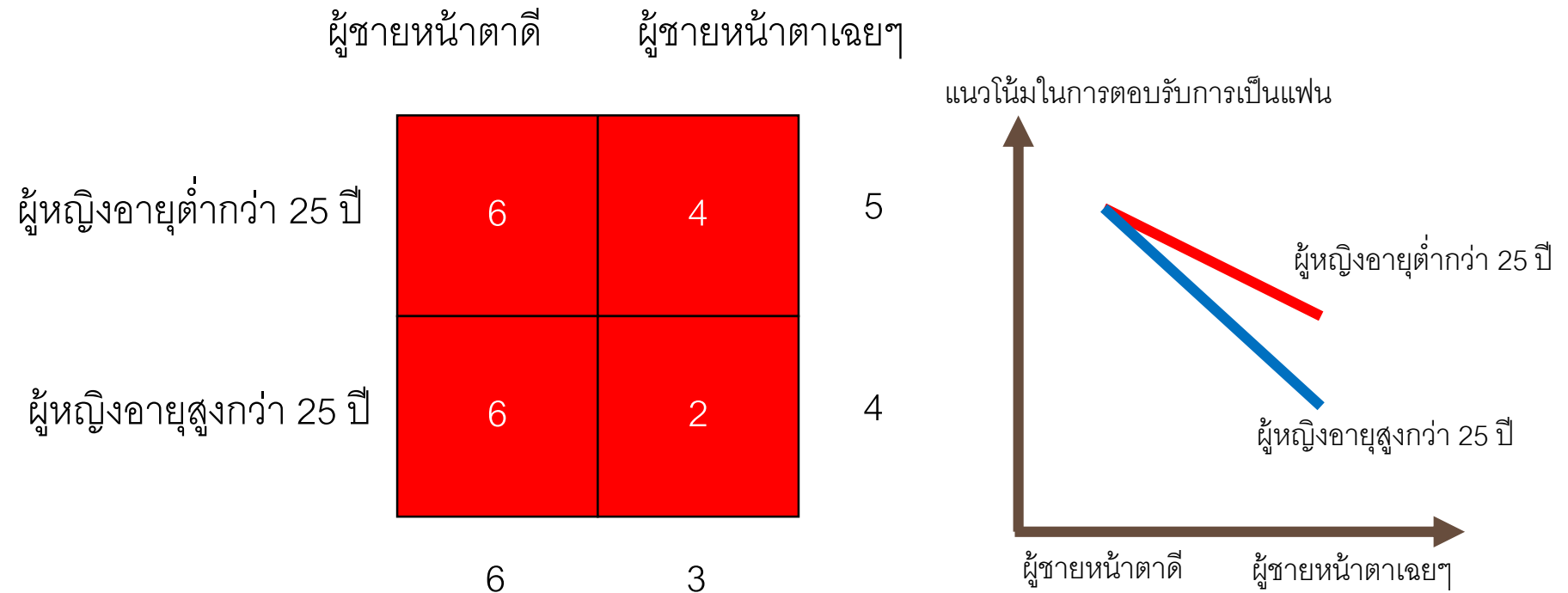
การเกิดปฏิสัมพันธ์

- เช่น แนวโน้มในการตอบรับการเป็นแฟนจากผู้หญิง



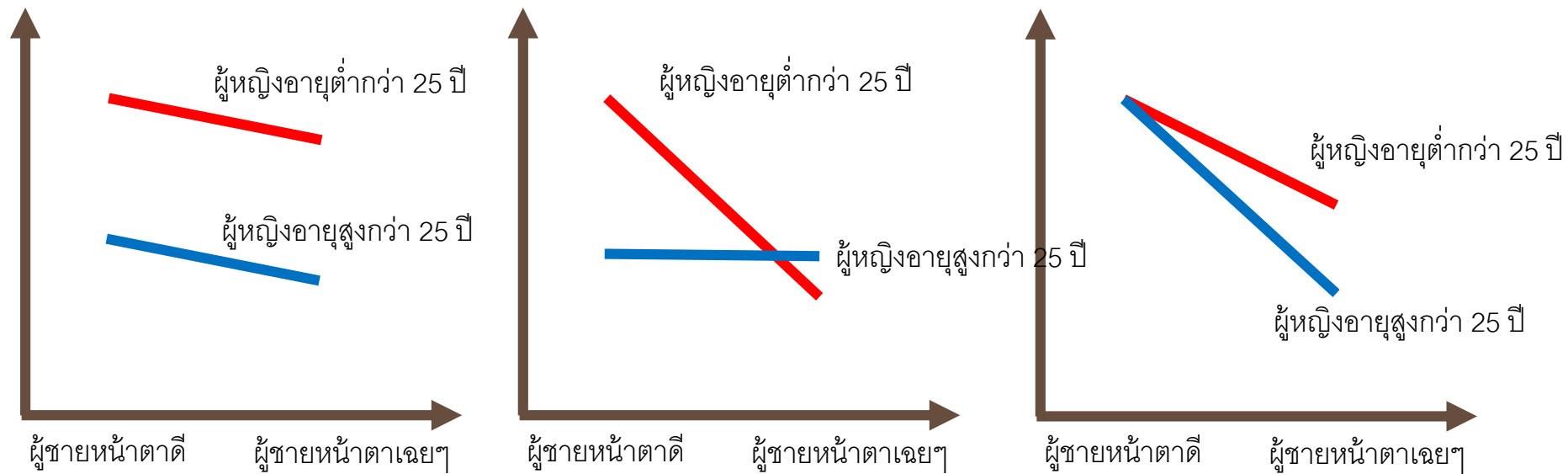
การเกิดปฏิสัมพันธ์

- เช่น แนวโน้มในการตอบรับการเป็นแฟนจากผู้หญิง



การเกิดปฏิสัมพันธ์

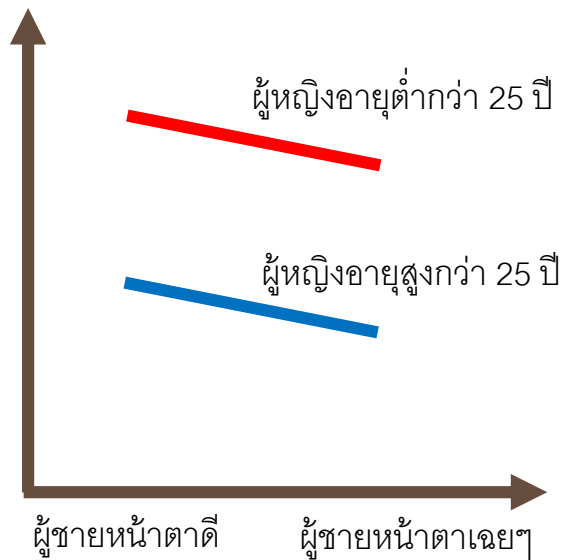
- สังเกตว่า แม้ความแตกต่างระหว่างตัวแปรต้นที่ละตัวจะเหมือนกัน รายละเอียดภายในอาจไม่เหมือนกัน



การเกิดปฏิสัมพันธ์

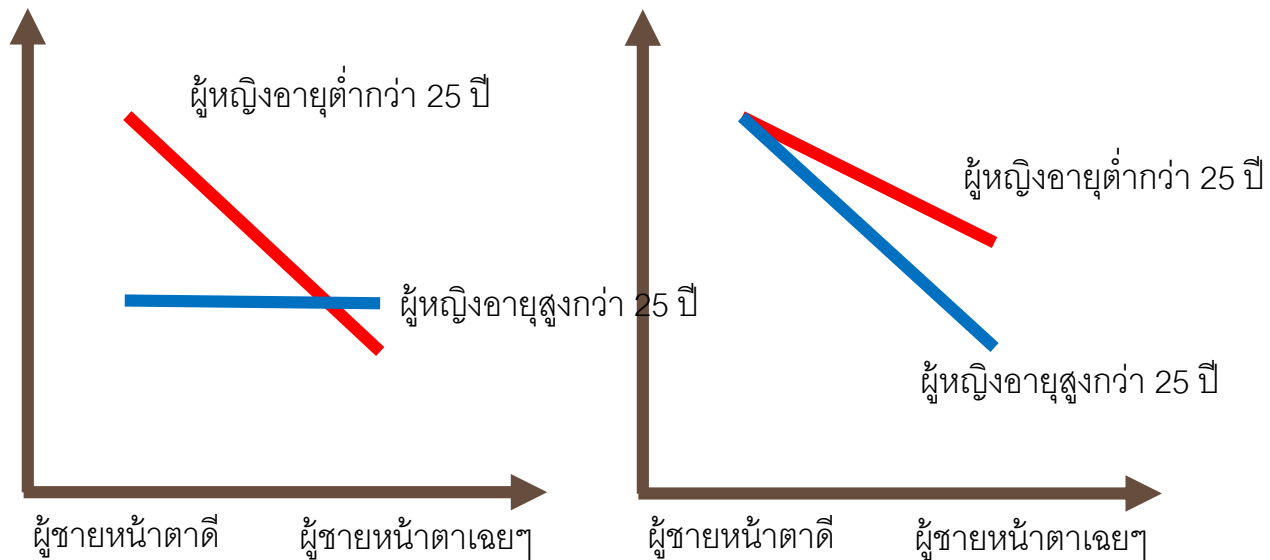
- ปฏิสัมพันธ์ (Interaction) คือ อิทธิพลของตัวแปรหนึ่ง ขึ้นอยู่กับอีกตัวแปรหนึ่ง
 - เช่น อิทธิพลของหน้าตาของผู้ชาย ขึ้นอยู่กับอายุของผู้หญิง

ไม่มีปฏิสัมพันธ์



เส้นขนานกัน

มีปฏิสัมพันธ์



เส้นไม่ขนานกัน

การเกิดปฏิสัมพันธ์

- อิทธิพลของตัวแปรแต่ละตัวจะเรียกว่า อิทธิพลหลัก (Main effect)
- อิทธิพลร่วมกันที่นอกเหนือไปจากตัวแปรแต่ละตัวเรียกว่า อิทธิพลปฏิสัมพันธ์ หรืออิทธิพลร่วม (Interaction effect)
- หากในประชากรไม่มีอิทธิพลร่วม กลุ่มตัวอย่างที่ถูกสุ่มออกมา อาจมีอิทธิพลร่วมเล็กน้อย เนื่องจากความผิดพลาดจากการสุ่ม (Sampling error)
- กล่าวคือ แทบเป็นไปไม่ได้ ที่กราฟที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างจะขนานกันแบบไม่มีตำหนิ เราจึงต้องมีการทดสอบสมมติฐานของอิทธิพลร่วม

การทดสอบความแปรปรวนสองทาง

สถิติสำหรับจิตวิทยา 1

สันหัตถ์ พรประเสริฐมานิต

การคำนวณค่า F

- ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง จะมีรูปแบบการแสดงผลค่า F ดังตารางนี้

$$SS_{\text{Total}} = SS_A + SS_B + SS_{A*B} + SS_{\text{Error}}$$

Effects	SS	df	MS	F	p
A	ทดสอบอิทธิพลหลักของตัวแปร A			F_A	p_A
B	ทดสอบอิทธิพลหลักของตัวแปร B			F_B	p_B
A*B	ทดสอบอิทธิพลร่วมของตัวแปร A และ B			F_{A*B}	p_{A*B}
Error	SS_{Error}	$N - ab$	MS_{Error}		
Total	SS_{Total}				

การคำนวณค่า F

- ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง จะมีรูปแบบการแสดงผลค่า F ดังตารางนี้

$$MS_X = SS_X/df_X \quad F_X = MS_X/MS_{\text{Error}}$$

Effects	SS	df	MS	F	p
A	SS_A	$a - 1$	MS_A	F_A	p_A
B	SS_B	$b - 1$	MS_B	F_B	p_B
A*B	SS_{A*B}	$(a - 1)(b - 1)$	MS_{A*B}	F_{A*B}	p_{A*B}
Error	SS_{Error}	$N - ab$	MS_{Error}		
Total	SS_{Total}				

การคำนวณค่า F

- ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง จะมีรูปแบบการแสดงผลค่า F ดังตารางนี้

Effects	SS	df	MS	F	p
ค่า F_A ใช้ $df = df_A, df_{Error}$ เพื่อหาค่า p_A				F_A	p_A
ค่า F_B ใช้ $df = df_B, df_{Error}$ เพื่อหาค่า p_B				F_B	p_B
ค่า F_{A*B} ใช้ $df = df_{A*B}, df_{Error}$ เพื่อหาค่า p_{A*B}				F_{A*B}	p_{A*B}
Error	SS_{Error}	$N - ab$	MS_{Error}		
Total	SS_{Total}				

การคำนวณค่า F

- หากอิทธิพลร่วมถึงระดับนัยสำคัญแล้ว หมายความว่าตัวแปรทั้งสองมีอิทธิพลร่วมกัน
 - อิทธิพลของ A ขึ้นอยู่กับกลุ่มของ B
 - อิทธิพลของ B ขึ้นอยู่กับกลุ่มของ A
 - ดังนั้น ไม่ควรวิเคราะห์อิทธิพลหลักของ A และ B
 - แต่ควรวิเคราะห์ละเอียดขึ้น ว่าในแต่ละกลุ่มของ B นั้น อิทธิพลของ A เป็นอย่างไรบ้าง (และเป็นแบบนี้ในทางกลับกัน)
 - สิ่งนี้จะเรียกว่า การวิเคราะห์อิทธิพลหลักแยกย่อย (Simple Main Effects)

วิเคราะห์อิทธิพลร่วม A*B

ไม่ถึงระดับนัยสำคัญ

ถึงระดับนัยสำคัญ

วิเคราะห์อิทธิพลหลัก

วิเคราะห์อิทธิพลหลักแยกย่อย

อิทธิพลหลัก A

ไม่ถึงระดับนัยสำคัญ

ถึงระดับนัยสำคัญ

จบ

ดูจำนวนกลุ่ม

2 กลุ่ม

มากกว่า 2 กลุ่ม

จบ

เปรียบเทียบรายคู่ ฯลฯ

$\alpha_{FW} = .05$

อิทธิพลหลัก B

ไม่ถึงระดับนัยสำคัญ

ถึงระดับนัยสำคัญ

จบ

ดูจำนวนกลุ่ม

2 กลุ่ม

มากกว่า 2 กลุ่ม

จบ

เปรียบเทียบรายคู่ ฯลฯ

$\alpha_{FW} = .05$

ปรับปรุงจาก Maxwell & Delaney (2004)

การคำนวณค่า F

- กล่าวคือ ถ้า $p_{A*B} < \alpha$ ไม่ต้องดู p_A และ p_B ให้วิเคราะห์อิทธิพลหลักแยกย่อยเพิ่มเติม
- ถ้า $p_{A*B} > \alpha$ จะดู p_A และ p_B

Effects	SS	df	MS	F	p
A	SS_A	$a - 1$	MS_A	F_A	p_A
B	SS_B	$b - 1$	MS_B	F_B	p_B
A*B	SS_{A*B}	$(a - 1)(b - 1)$	MS_{A*B}	F_{A*B}	p_{A*B}
Error	SS_{Error}	$N - ab$	MS_{Error}		
Total	SS_{Total}				

การทดสอบสมมติฐาน

- ให้ μ_{ab} แทนค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ a ในตัวแปร A และกลุ่มที่ b ในตัวแปร B
- เช่น A (1 = ชาย, 2 = หญิง) B (1 = รวย, 2 = ไม่รวย) ให้ความสำคัญในการเลือกคู่ครองที่หน้าตาแตกต่างกัน
- เช่น μ_{12} คือค่าเฉลี่ยจากผู้ชายที่ไม่รวย

การทดสอบสมมติฐาน

อิทธิพลร่วม

เน้นอิทธิพลของ A

		B	
		1	2
A	1	-	-
	2	-	-

หลักการ

H_0 : ผลของ A ในกลุ่มที่ 1 ของ B เท่ากับ ผลของ A ในกลุ่มที่ 2 ของ B

ตัวอย่าง

เช่น ความแตกต่างระหว่างชายรวยและหญิงรวย เท่ากับ ความแตกต่างระหว่างชายไม่รวยและหญิงไม่รวย

ตัวอย่างสัญลักษณ์

$$H_0: (\mu_{11} - \mu_{21}) = (\mu_{12} - \mu_{22})$$

การทดสอบสมมติฐาน

อิทธิพลร่วม

เน้นอิทธิพลของ B

		B	
		1	2
A	1	-	-
	2	-	-

หลักการ

H_0 : ผลของ B ในกลุ่มที่ 1 ของ A เท่ากับ ผลของ B ในกลุ่มที่ 2 ของ A

ตัวอย่าง

เช่น ความแตกต่างของชายรวยและชายไม่รวย เท่ากับ ความแตกต่างของหญิงรวยและหญิงไม่รวย

ตัวอย่างสัญลักษณ์

$$H_0: (\mu_{11} - \mu_{12}) = (\mu_{21} - \mu_{22})$$

จะอ่านแบบเน้นอิทธิพลของ A หรือ B ก็ได้ ขึ้นอยู่กับคำถามวิจัย

การทดสอบสมมติฐาน

อิทธิพลหลัก

อิทธิพลของ A

		B	
		1	2
A	1	+	+
	2	+	+

หลักการ

H_0 : ไม่มีผลของ A (ไม่ว่าจะกลุ่มไหนของ B)

ตัวอย่าง

เช่น ไม่มีความแตกต่างระหว่างชายและหญิง (เหมารวมทั้งคนรวยและไม่รวย)

ตัวอย่างสัญลักษณ์

$$H_0: \frac{1}{2}(\mu_{11} + \mu_{12}) = \frac{1}{2}(\mu_{21} + \mu_{22})$$

การทดสอบสมมติฐาน

อิทธิพลหลัก

อิทธิพลของ B

		B	
		1	2
A	1	+	+
	2	+	+

หลักการ

H_0 : ไม่มีผลของ B (ไม่ว่าจะกลุ่มไหนของ A)

ตัวอย่าง

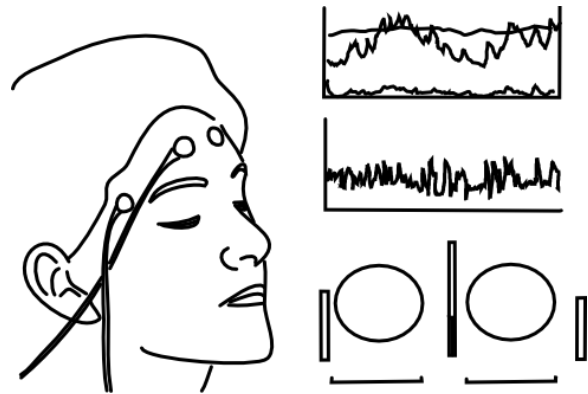
เช่น ไม่มีความแตกต่างระหว่างคนรวยและคนไม่รวย (เหมารวมทั้งชายและหญิง)

ตัวอย่างสัญลักษณ์

$$H_0: \frac{1}{2}(\mu_{11} + \mu_{21}) = \frac{1}{2}(\mu_{12} + \mu_{22})$$

การทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบผลของ biofeedback
(ใช้ vs. ไม่ใช้) และผลของยา
(ใช้ vs. ไม่ใช้) ในการลด
ความดันเลือด



$\alpha = .05$

นักวิจัยจึงนำผู้ป่วย 20 คน
สุ่มเข้ากลุ่ม กลุ่มละ 5 คน

สมมติฐาน คือ biofeedback และยา
ผลร่วมกันลดความดันเลือด

1. ทดสอบปฏิเสธสมมติฐาน

$$H_0: (\mu_{11} - \mu_{21}) = (\mu_{12} - \mu_{22})$$

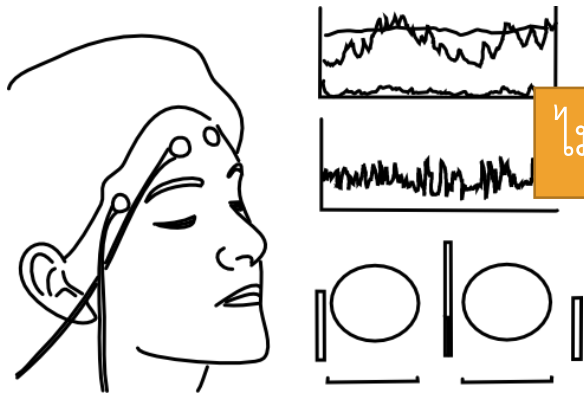
$$H_1: (\mu_{11} - \mu_{21}) \neq (\mu_{12} - \mu_{22})$$

ผลของ biofeedback เมื่อใช้ยา

ผลของ biofeedback เมื่อไม่ใช้ยา

การทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบผลของ biofeedback
(ใช้ vs. ไม่ใช้) และผลของยา
(ใช้ vs. ไม่ใช้) ในการลด
ความดันเลือด



*Untitled4 [DataSet3] - IBM SPSS Statistics Data Editor

	biofeedback	drug	bp	var
1	1.00	1.00	140.00	
2	1.00	1.00		
3	1.00	1.00		
4	1.00	1.00		
	1.00	1.00	142.00	
	1.00	2.00	160.00	
	1.00	2.00		
8	1.00	2.00		
9	1.00	2.00		
10	1.00	2.00	160.00	
11	2.00	1.00	159.00	
12	2.00	1.00	167.00	
13	2.00	1.00	161.00	
14	2.00	1.00	152.00	
	2.00	1.00	160.00	
	2.00	2.00	175.00	
17	2.00	2.00	174.00	
18	2.00	2.00	167.00	
19	2.00	2.00	184.00	
20	2.00	2.00	177.00	
21				
22				
23				

ความดันเลือด

ใช้ยา

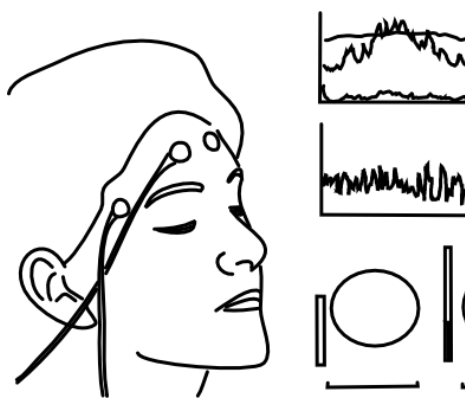
ใช้ Biofeedback

ไม่ใช้ยา

ไม่ใช้ Biofeedback

การทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบผลของ biofeedback
(ใช้ vs. ไม่ใช้) และผลของ
(ใช้ vs. ไม่ใช้) ในการ
ความดันเลือด

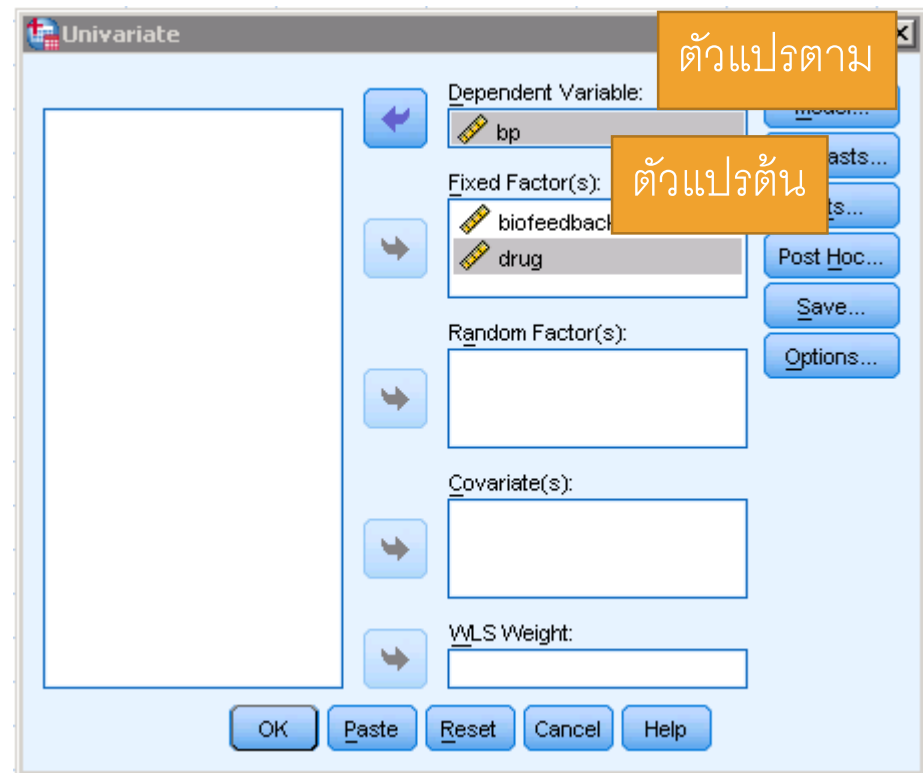
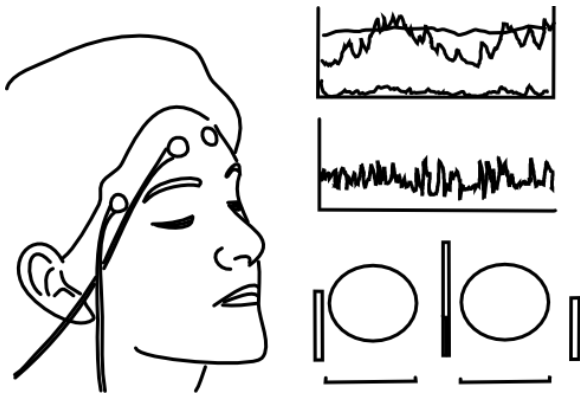


*Untitled4 [DataSet3] - IBM SPSS Statistics Data Editor

	biofeedback	drug			
1	1.00				
2	1.00				
3	1.00				
4	1.00				
5	1.00				
6	1.00				
7	1.00				
8	1.00				
9	1.00				
10	1.00				
11	2.00				
12	2.00				
13	2.00				
14	2.00				
15	2.00	1.00	152.00		
16	2.00	2.00	175.00		
17	2.00	2.00	174.00		
18	2.00	2.00	167.00		
19	2.00	2.00	184.00		
20	2.00	2.00	177.00		
21					

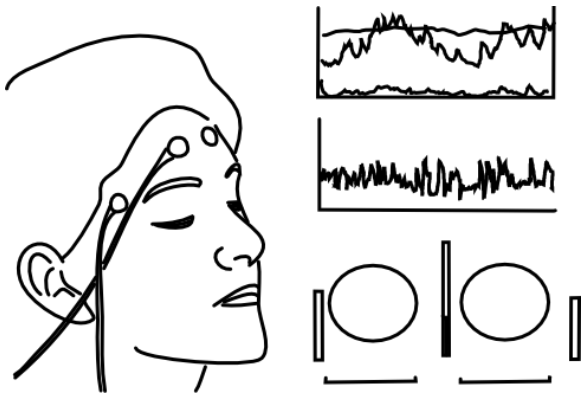
การทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบผลของ biofeedback
(ใช้ vs. ไม่ใช้) และผลของยา
(ใช้ vs. ไม่ใช้) ในการลด
ความดันเลือด

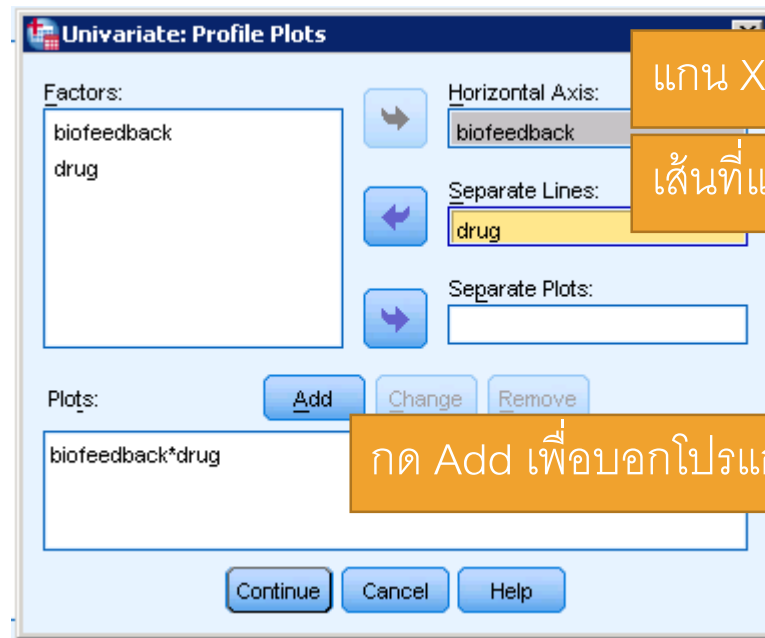


การทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบผลของ biofeedback
(ใช้ vs. ไม่ใช้) และผลของยา
(ใช้ vs. ไม่ใช้) ในการลด
ความดันเลือด



กดที่ **Plot...** เพื่อสร้างกราฟตรวจสอบปฏิสัมพันธ์



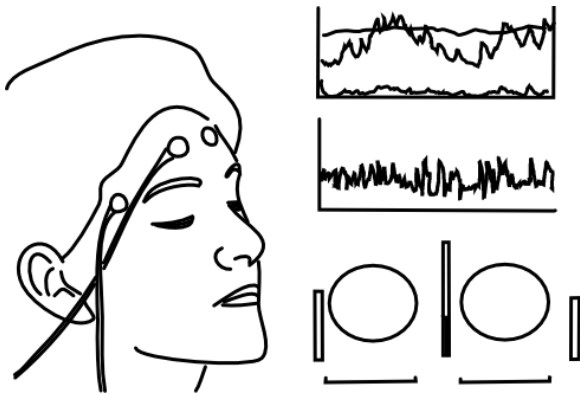
แกน X แสดงถึง

เส้นที่แตกต่างกันแสดงถึง

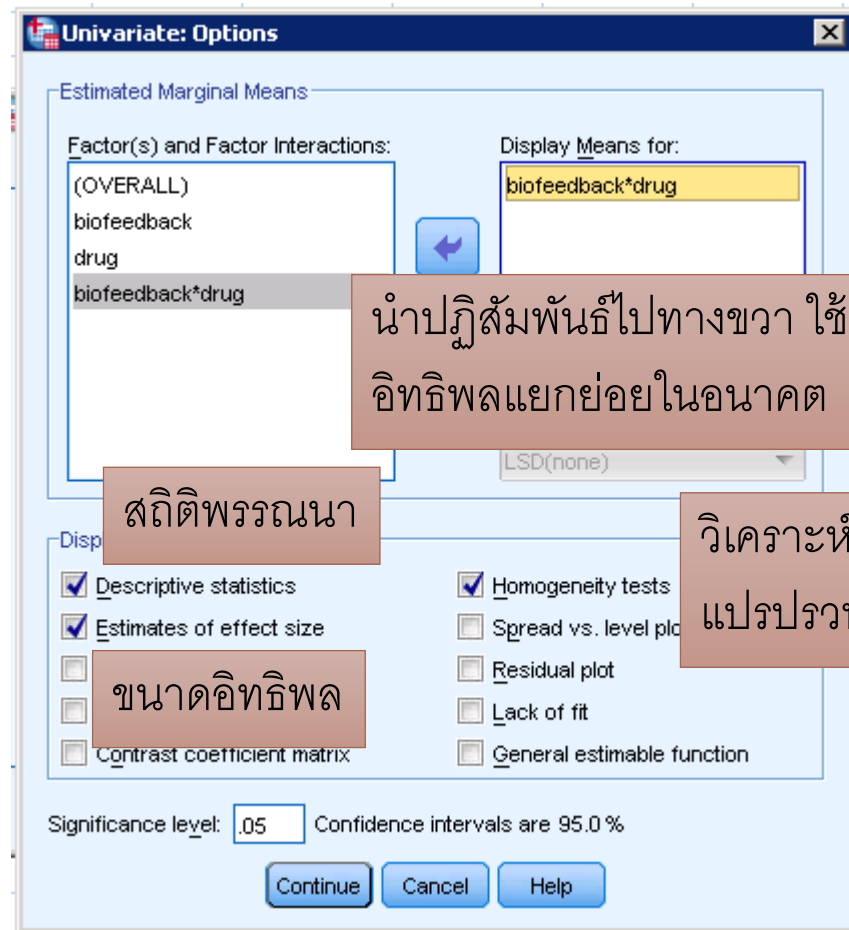
กด Add เพื่อบอกโปรแกรมให้วาดกราฟ

การทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบผลของ biofeedback
(ใช้ vs. ไม่ใช้) และผลของยา
(ใช้ vs. ไม่ใช้) ในการลด
ความดันเลือด



กดที่ Options... เพื่อให้โปรแกรมแสดงผลเพิ่มเติม



นำปฏิสัมพันธ์ไปทางขวา ใช้เมื่อวิเคราะห์
อิทธิพลแยกย่อยในอนาคต

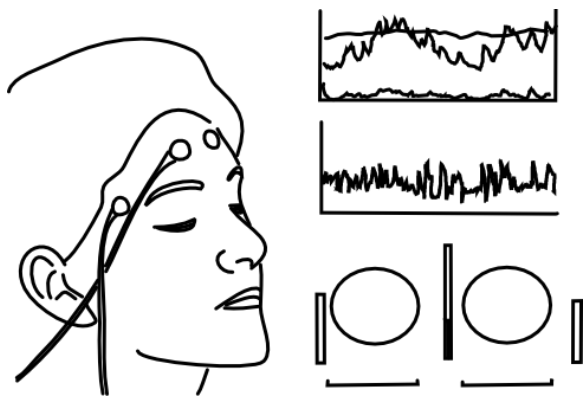
สถิติพรรณนา

ขนาดอิทธิพล

วิเคราะห์ว่าความ
แปรปรวนเท่ากันหรือไม่

การทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบผลของ biofeedback
(ใช้ vs. ไม่ใช้) และผลของยา
(ใช้ vs. ไม่ใช้) ในการลด
ความดันเลือด



ค่าเฉลี่ยของแต่ละช่อง (Cell means)

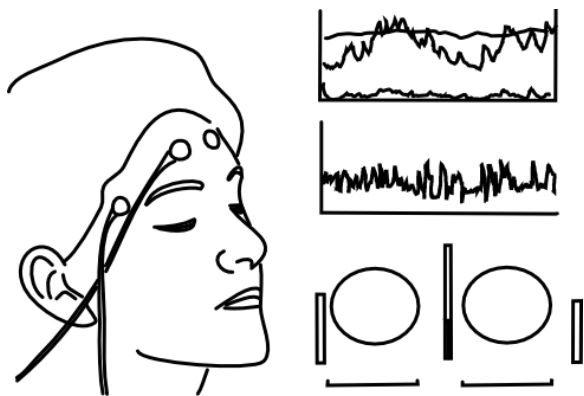
Descriptive Statistics

Dependent Variable: bp

biofeedback	drug	Mean	Std. Deviation	N
Yes	Yes	140.2000	5.76194	5
	No	159.8000	5.67450	5
	Total	150.0000	11.65237	10
No	Yes	159.8000	5.35724	5
	No	175.4000	6.10737	5
	Total	167.6000	9.84547	10
Total	Yes	150.0000	11.58543	10
	No	167.6000	9.92416	10
	Total	158.8000	13.84729	20

การทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบผลของ biofeedback
(ใช้ vs. ไม่ใช้) และผลของยา
(ใช้ vs. ไม่ใช้) ในการลด
ความดันเลือด



ค่าเฉลี่ยของขอบ (Marginal means)

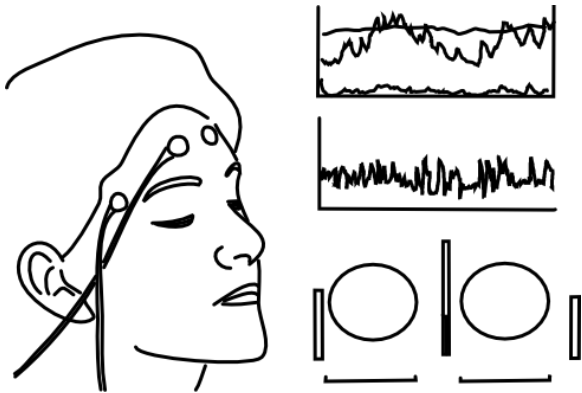
Descriptive Statistics

Dependent Variable: bp

biofeedback	drug	Mean	Std. Deviation	N
Yes	Yes	140.2000	5.76194	5
	No	159.8000	5.67450	5
	Total	150.0000	11.65237	10
No	Yes	159.8000	5.35724	5
	No	175.4000	6.10737	5
	Total	167.6000	9.84547	10
Total	Yes	150.0000	11.58543	10
	No	167.6000	9.92416	10
	Total	158.8000	13.84729	20

การทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบผลของ biofeedback
(ใช้ vs. ไม่ใช้) และผลของยา
(ใช้ vs. ไม่ใช้) ในการลด
ความดันเลือด



ผลการทดสอบว่าความแปรปรวนเท่ากันหรือไม่
(Homogeneity of variance test)

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: bp

F	df1	df2	Sig.
.032	3	16	.992

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + biofeedback + drug + biofeedback * drug

ความแปรปรวนไม่แตกต่างกันถึงระดับนัยสำคัญ
พูดเพิ่มเติมในเรื่องข้อตกลงเบื้องต้นก่อนการใช้สถิติ

การทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบผล

(ใช้ vs. ไม่ใช้

(ใช้ vs. ไม่

ความ

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: bp

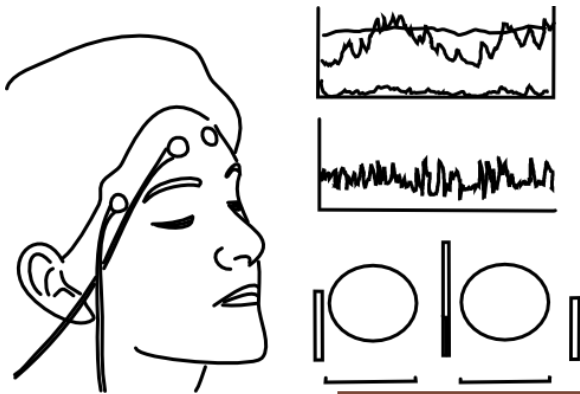
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
biofeedback	1548.800	1	1548.800	47.148	.000	.747
drug	1548.800	1	1548.800	47.148	.000	.747
biofeedback * drug	20.000	1	20.000	.609	.447	.037
Error	525.600	16	32.850			
Corrected Total	3643.200	19				

a. R Squared = .856 (Adjusted R Squared = .829)

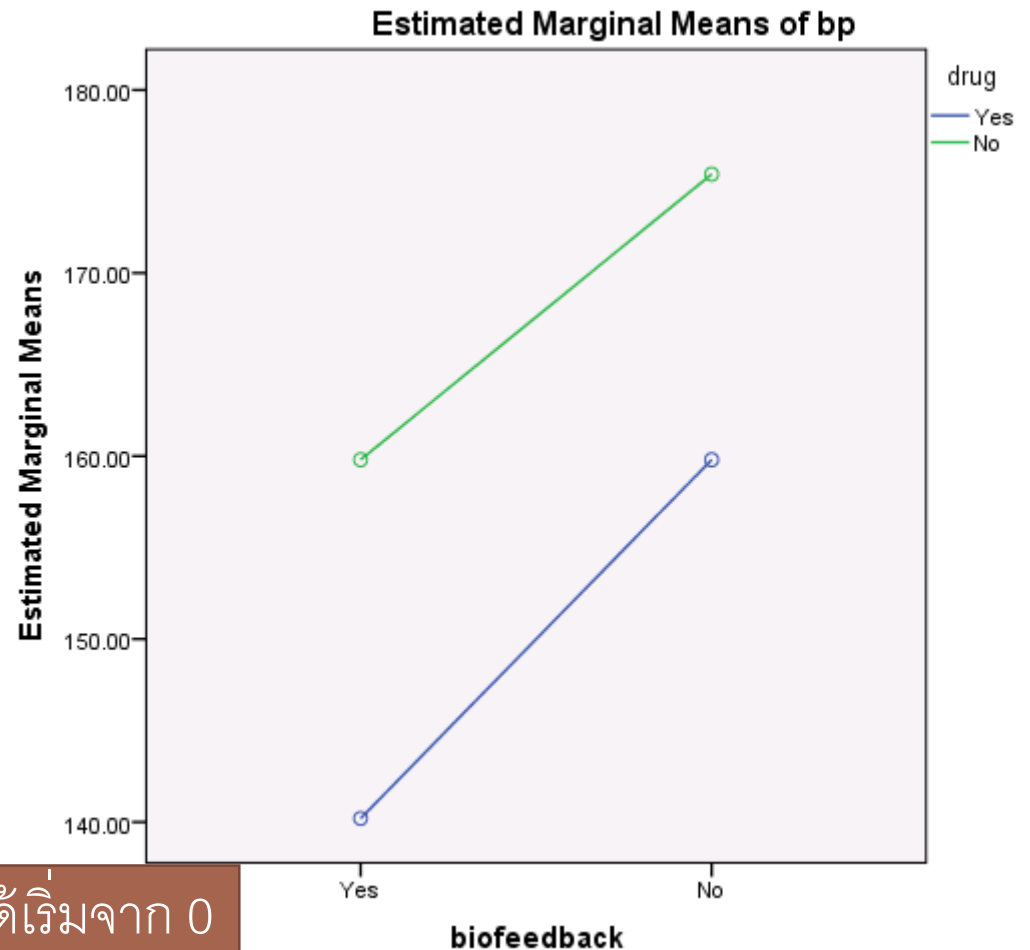
$$p_{A*B} = .447$$

การทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบผลของ biofeedback
(ใช้ vs. ไม่ใช้) และผลของยา
(ใช้ vs. ไม่ใช้) ในการลด
ความดันเลือด

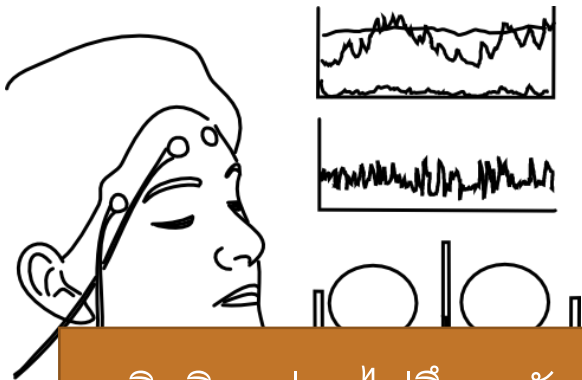


สังเกตแกน Y ไม่ได้เริ่มจาก 0

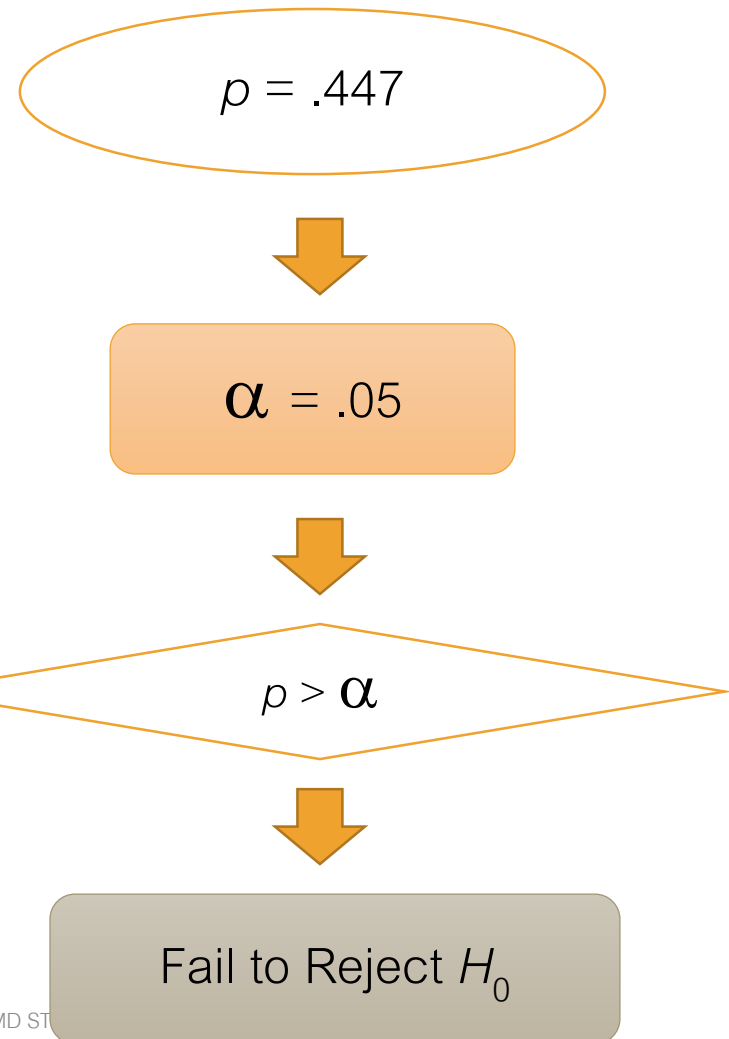


การทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบผลของ biofeedback
(ใช้ vs. ไม่ใช้) และผลของยา
(ใช้ vs. ไม่ใช้) ในการลด
ความดันเลือด

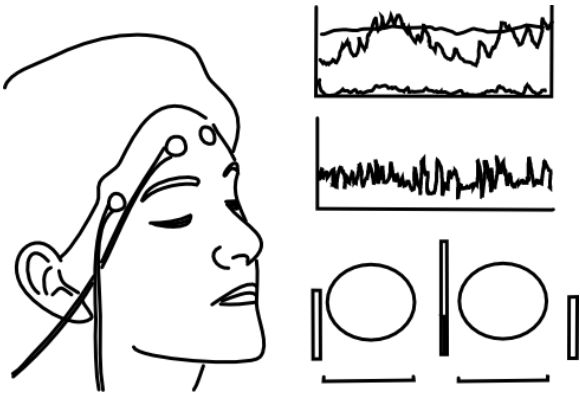


อิทธิพลรวมไม่ถึงระดับนัยสำคัญ
ดังนั้น วิเคราะห์อิทธิพลหลักต่อไป



การทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบผลของ biofeedback
(ใช้ vs. ไม่ใช้) และผลของยา
(ใช้ vs. ไม่ใช้) ในการลด
ความดันเลือด



2. ทดสอบอิทธิพลหลัก



2.1 อิทธิพลของ biofeedback

$$H_0: \frac{\mu_{11} + \mu_{12}}{2} = \frac{\mu_{21} + \mu_{22}}{2}$$

$$H_1: \frac{\mu_{11} + \mu_{12}}{2} \neq \frac{\mu_{21} + \mu_{22}}{2}$$

2.2 อิทธิพลของยา

$$H_0: \frac{\mu_{11} + \mu_{21}}{2} = \frac{\mu_{12} + \mu_{22}}{2}$$

$$H_1: \frac{\mu_{11} + \mu_{21}}{2} \neq \frac{\mu_{12} + \mu_{22}}{2}$$

การทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบผล

(ใช้ vs. ไม่ใช้

(ใช้ vs. ไม่

ความ

Tests of Between-Subjects Effects

$p_A < .001$

Dependent Variable: bp

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
biofeedback	1548.800	1	1548.800	47.148	.000	.747
drug	1548.800	1	1548.800	47.148	.000	.747
biofeedback * drug	20.000	1	20.000	.609	.447	.037
Error	525.600	16	32.850			
Corrected Total	3643.200	19				

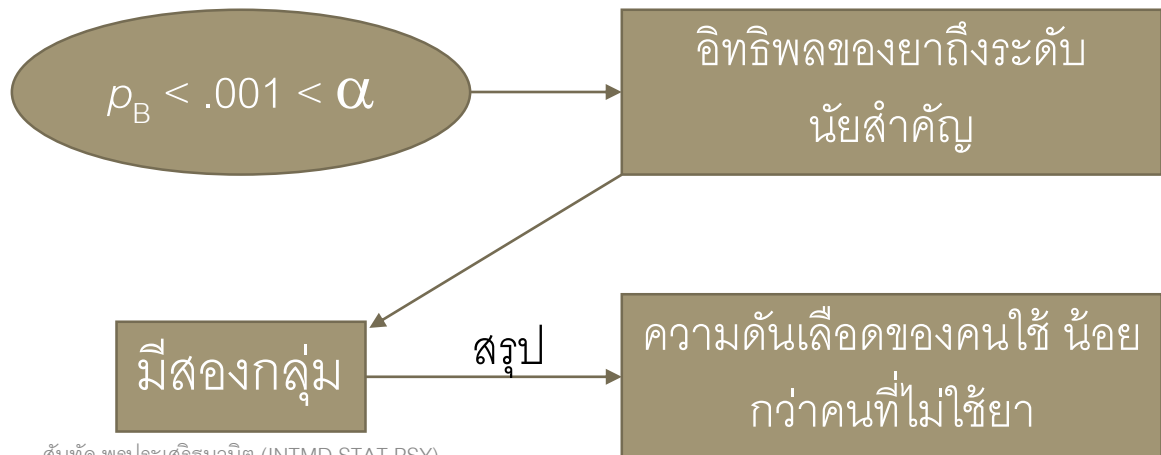
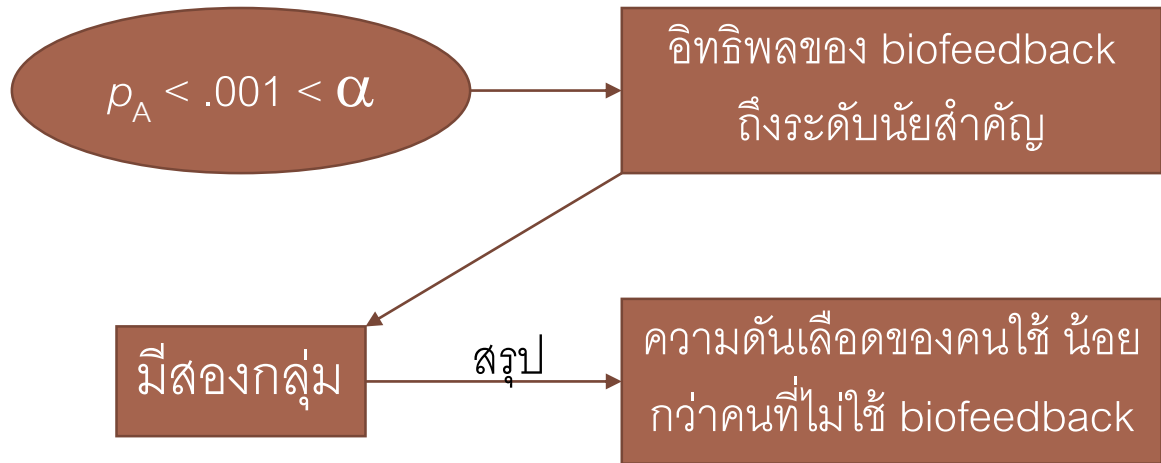
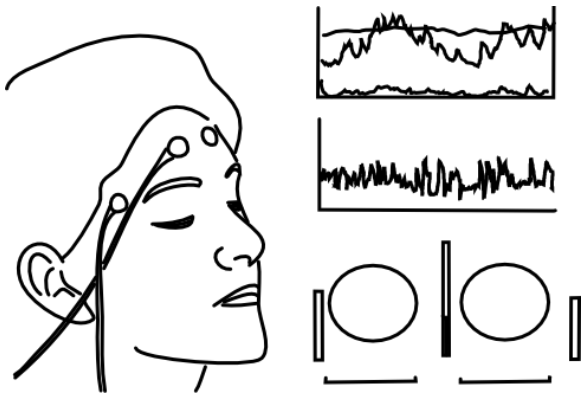
a. R Squared = .856 (Adjusted R Squared = .829)

$p_B < .001$



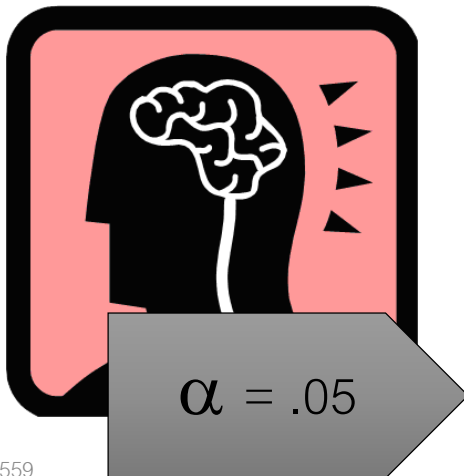
การทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบผลของ biofeedback
(ใช้ vs. ไม่ใช้) และผลของยา
(ใช้ vs. ไม่ใช้) ในการลด
ความดันเลือด



การทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบสิ่งแวดล้อมว่ามีผลต่อ
ความจำหรือไม่โดยเปิดเพลง
(1) Classic (2) Pop-dance
(3) Heavy-metal กับคน 2 กลุ่ม
คือ คนที่ฟังเพลงบ่อยและไม่บ่อย



นักวิจัยจึงนำนิสิตที่ฟังเพลงบ่อย 15 คน และ
ฟังเพลงไม่บ่อย 15 คน สุ่มเข้ากลุ่มฟังเพลงเท่าๆ กัน

สมมติฐาน คือ คนคุ้นเคยกับเพลงต่างกัน
ฟังเพลงแบบต่างๆ ส่งผลต่อความจำต่างกัน

1. ทดสอบปฏิเสธสมมติฐาน

H_0 : อิทธิพลของเพลงต่อ
ความจำมีระดับไม่แตกต่างกัน
จากพฤติกรรมการฟังเพลง

H_1 : อิทธิพลของเพลงต่อ
ความจำมีระดับแตกต่างกัน
จากพฤติกรรมการฟังเพลง

การทดสอบสมมติฐาน

ค่าเฉลี่ยของแต่ละช่อง (Cell means)

ทดสอบสิ่งแวดล้อมว่ามีผลต่อ
ความจำหรือไม่โดยเปิดเพลง
(1) Classic (2) Pop-dance
(3) Heavy-metal กับคน 2 กลุ่ม
คือ คนที่ฟังเพลงบ่อยและไม่บ่อย



Dependent Variable: memtest

song	frequency	Mean	Std. Deviation	N
classical	Frequently	7.0000	1.58114	5
	Occasionally	7.0000	1.58114	5
	Total	7.0000	1.49071	10
pop-dance	Frequently	6.0000	1.58114	5
	Occasionally	5.5000	1.58114	5
	Total	5.7500	1.51383	10
heavy-metal	Frequently	5.0000	1.58114	5
	Occasionally	4.5000	1.58114	5
	Total	4.7500	1.51383	10
Total	Frequently	6.0000	1.69031	15
	Occasionally	5.6667	1.80937	15
	Total	5.8333	1.72873	30

การทดสอบสมมติฐาน

ผลการทดสอบว่าความแปรปรวนเท่ากันหรือไม่
(Homogeneity of variance test)

ทดสอบสิ่งแวดล้อมว่ามีผลต่อ
ความจำหรือไม่โดยเปิดเพลง
(1) Classic (2) Pop-dance
(3) Heavy-metal กับคน 2 กลุ่ม
คือ คนที่ฟังเพลงบ่อยและไม่บ่อย



Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable: memtest

F	df1	df2	Sig.
.000	5	24	1.000

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + song + frequency
+ song * frequency

ความแปรปรวนไม่แตกต่างกันถึงระดับนัยสำคัญ
พูดเพิ่มเติมในเรื่องข้อตกลงเบื้องต้นก่อนการใช้สถิติ

การทดสอบสมมติฐาน

Tests of Between-Subjects Effects

ทดสอบ Dependent Variable: memtest

ความ
(1) CI
(3) Hea
คือ คนที่

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
song	25.417	2	12.708	5.083	.014	.298
frequency	.833	1	.833	.333	.569	.014
song * frequency	.417	2	.208	.083	.920	.007
Error	60.000	24	2.500			
Corrected Total	86.667	29				

a. R Squared = .308 (Adjusted R Squared = .163)

$p_{A*B} > \alpha \rightarrow \text{Fail to reject } H_0$
 $\rightarrow$ ดูอิทธิพลหลัก

การทดสอบสมมติฐาน

$$p_A < \alpha \rightarrow \text{Reject } H_0$$

→ มากกว่า 2 กลุ่ม → เปรียบเทียบรายคู่

ทดสอบ Dependent Variable: memtest

ความ

(1) CI

(3) Hea

คือ คนที่

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
song	25.417	2	12.708	5.083	.014	.298
frequency	.833	1	.833	.333	.569	.014
song * frequency	.417	2	.208	.083	.920	.007
Error	60.000	24	2.500			
Corrected Total	86.667	29				

a. R Squared = .308 (Adjusted R Squared = .163)

$$p_B > \alpha \rightarrow \text{Fail to reject } H_0$$

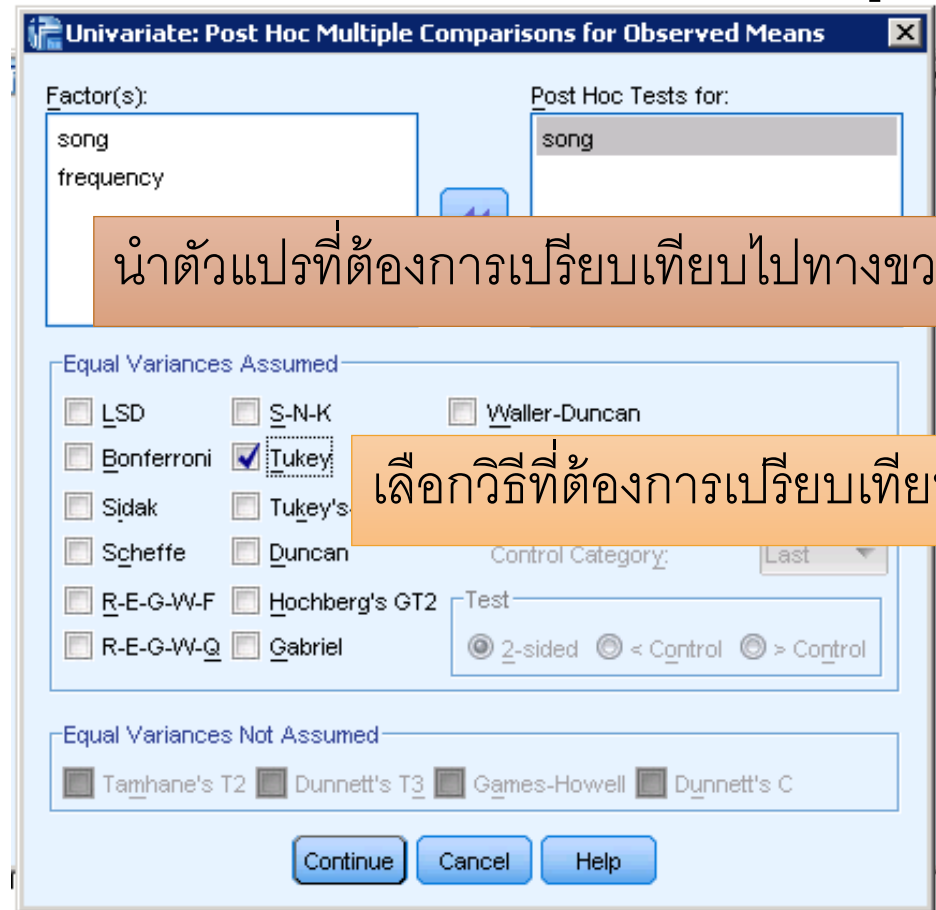
→ ผลความถี่การฟังเพลงในสถานการณ์นี้ไม่ถึงระดับนัยสำคัญ

การทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบสิ่งแวดล้อมว่ามีผลต่อ
ความจำหรือไม่โดยเปิดเพลง
(1) Classic (2) Pop-dance
(3) Heavy-metal กับคน 2 กลุ่ม
คือ คนที่ฟังเพลงบ่อยและไม่บ่อย



เลือก Post Hoc... เพื่อเปรียบเทียบรายคู่

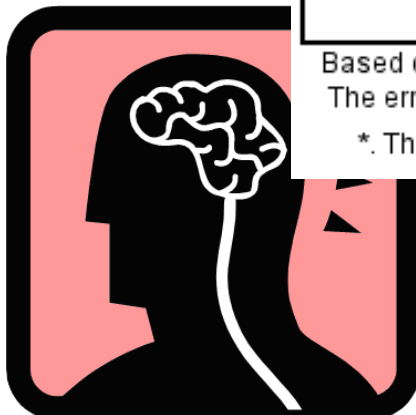


นำตัวแปรที่ต้องการเปรียบเทียบไปทางขวา

เลือกวิธีที่ต้องการเปรียบเทียบ

การทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบสิ่งแวดล้อม:
ความจำหรือไม่โด
(1) Classic (2) P
(3) Heavy-metal ใ
คือ คนที่ฟังเพลงบ่อ



Dependent Variable: memtest
Tukey HSD

		Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
(I) song	(J) song				Lower Bound	Upper Bound
pop-dance	classical	-1.2500	.70711	.202	-3.0158	.5158
heavy-metal	classical	-2.2500*	.70711	.011	-4.0158	-.4842
	pop-dance	-1.0000	.70711	.350	-2.7658	.7658

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 2.500.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

ผลของคนตรีแบบ Classical และ Heavy-metal แตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญ

การทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบสิ่งแวดล้อมว่ามีผลต่อ
ความจำหรือไม่โดยเปิดเพลง
(1) Classic (2) Pop-dance
(3) Heavy-metal กับคน 2 กลุ่ม
คือ คนที่ฟังเพลงบ่อยและไม่บ่อย



memtest

Tukey HSD^{a,b}

song	N	Subset	
		1	2
heavy-metal	10	4.7500	
pop-dance	10	5.7500	5.7500
classical	10		7.0000
Sig.		.350	.202

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 2.500.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

b. Alpha = .05.

ผลของคนตรีแบบ Classical และ Heavy-metal ไม่ได้อยู่
กลุ่มเดียวกัน จึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ข้อตกลงเบื้องต้นก่อนการใช้สถิติ

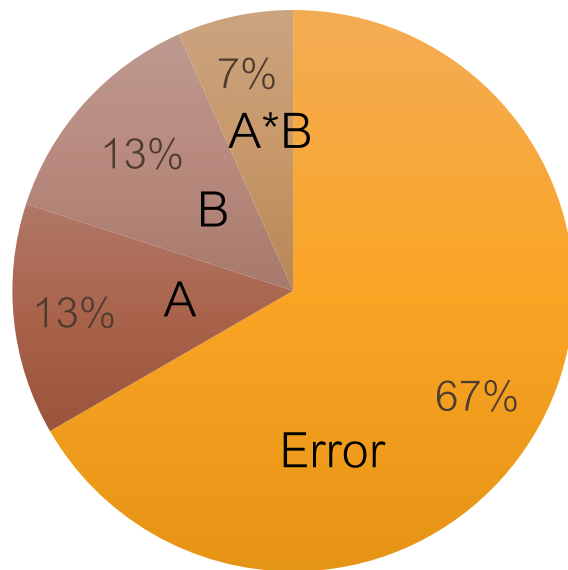
- การกระจายเป็นโค้งปกติ
 - ผลการวิเคราะห์คงทนต่อการละเมิดสมมติฐานนี้
- ความแปรปรวนของแต่ละช่องเท่ากัน
 - หากกลุ่มตัวอย่างแต่ละช่องเท่ากัน ผลการวิเคราะห์คงทนอยู่
 - หากกลุ่มตัวอย่างแต่ละช่องไม่เท่ากัน ผลการวิเคราะห์คงทนก็ต่อเมื่อ ความแปรปรวนช่องสูงสุดต่อต่ำสุดไม่เกิน 10 ต่อ 1
 - หากไม่ได้ตามเงื่อนไขนี้ให้ใช้ Welch test หรือ Brown-Forsythe test
 - การใช้ Levene test ในที่นี้จะเหมือนกับที่อธิบายไปใน Independent t -test และ One-way ANOVA

ขนาดอิทธิพล

- อิทธิพลรวม (Total effect; $R^2_{\text{Effect Size}}$) แสดงถึง ความแตกต่างระหว่างคะแนนทั้งหมดที่ถูกอธิบายโดยอิทธิพลของตัวแปรที่สนใจ โดยไม่ควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่น
 - เช่น จากระดับความดันเลือดทั้งหมด ขนาดของความแตกต่างที่อธิบายได้ด้วยการใช้ยาคิดเป็นร้อยละเท่าไร
- อิทธิพลบางส่วน (Partial effect; R^2_{Contrast}) แสดงถึง ความแตกต่างระหว่างคะแนนทั้งหมดที่ถูกอธิบายโดยอิทธิพลของตัวแปรที่สนใจ โดยควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่น
 - เช่น ภายในกลุ่ม biofeedback กลุ่มเดียวกัน ความแตกต่างของระดับความดันเลือดสามารถอธิบายได้ด้วยความแตกต่างจากการใช้ยาร้อยละเท่าไร

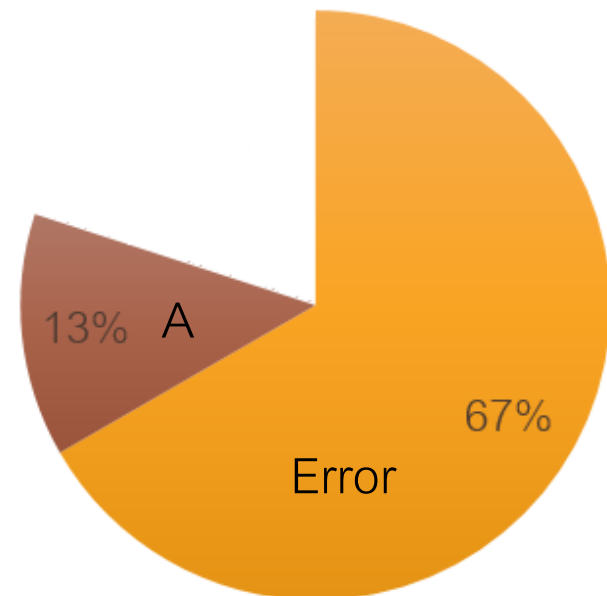
ขนาดอิทธิพล

อิทธิพลรวมของ A



$$A / (A + B + A*B + \text{Error})$$

อิทธิพลบางส่วนของ A



$$A / (A + \text{Error})$$

ขนาดอิทธิพล

อิทธิพลรวม

$$\eta_A^2 = SS_A / SS_{Total}$$

$$\eta_B^2 = SS_B / SS_{Total}$$

$$\eta_{A*B}^2 = SS_{A*B} / SS_{Total}$$

$$SS_{Total} = SS_A + SS_B + SS_{A*B} + SS_{Error}$$

อิทธิพลบางส่วน

$$\eta_{A,Partial}^2 = SS_A / (SS_A + SS_{Error})$$

$$\eta_{B,Partial}^2 = SS_B / (SS_B + SS_{Error})$$

$$\eta_{A*B,Partial}^2 = SS_{A*B} / (SS_{A*B} + SS_{Error})$$

ขนาดอิทธิพล

$$\eta_S^2 = \frac{25.417}{86.667} = 0.293$$

$$\eta_F^2 = \frac{0.833}{86.667} = 0.010$$

$$\eta_{S*F}^2 = \frac{0.417}{86.667} = 0.005$$

$$\eta_{S,Partial}^2 = \frac{25.417}{25.417 + 60} = 0.298$$

$$\eta_{F,Partial}^2 = \frac{0.833}{0.833 + 60} = 0.014$$

$$\eta_{S*F,Partial}^2 = \frac{0.417}{0.417 + 60} = 0.007$$

Effects	SS	df	MS
S (Song)	25.417	2	12.708
F (Frequency)	0.833	1	0.833
S * F	0.417	2	0.208
Error	60.000	24	2.500
Total	86.667	29	

ขนาดอิทธิพล

อิทธิพลรวม

$$\omega_A^2 = \sigma_A^2 / \sigma_{\text{Total}}^2$$

$$\omega_B^2 = \sigma_B^2 / \sigma_{\text{Total}}^2$$

$$\omega_{A*B}^2 = \sigma_{A*B}^2 / \sigma_{\text{Total}}^2$$

$$\sigma_{\text{Total}}^2 = \sigma_A^2 + \sigma_B^2 + \sigma_{A*B}^2 + \sigma_{\text{Error}}^2$$

อิทธิพลบางส่วน

$$\omega_{A,\text{Partial}}^2 = \sigma_A^2 / (\sigma_A^2 + \sigma_{\text{Error}}^2)$$

$$\omega_{B,\text{Partial}}^2 = \sigma_B^2 / (\sigma_B^2 + \sigma_{\text{Error}}^2)$$

$$\omega_{A*B,\text{Partial}}^2 = \sigma_{A*B}^2 / (\sigma_{A*B}^2 + \sigma_{\text{Error}}^2)$$

ขนาดอิทธิพล

$$\sigma_A^2 = (a - 1)(MS_A - MS_{\text{Error}})/nab$$

$$\sigma_B^2 = (b - 1)(MS_B - MS_{\text{Error}})/nab$$

$$\sigma_{A*B}^2 = (a - 1)(b - 1)(MS_{A*B} - MS_{\text{Error}})/nab$$

$$\sigma_{\text{Error}}^2 = MS_{\text{Error}}$$

หาก $\sigma_A^2, \sigma_B^2, \sigma_{A*B}^2$ มีค่าต่ำกว่า 0 ให้แทนค่าเป็น 0

ขนาดอิทธิพล

$$\sigma_A^2 = \frac{(3 - 1)(12.708 - 2.5)}{5 \times 2 \times 3} = 0.68$$

$$\sigma_B^2 = \frac{(2 - 1)(0.833 - 2.50)}{5 \times 2 \times 3} = -0.06 \rightarrow 0$$

$$\sigma_{A*B}^2 = \frac{(3 - 1)(2 - 1)(0.208 - 2.5)}{5 \times 2 \times 3} = -0.153 \rightarrow 0$$

$$\sigma_{\text{Error}}^2 = 2.5$$

$$\sigma_{\text{Total}}^2 = 0.68 + 0 + 0 + 2.5 = 3.18$$

Effects	SS	df	MS
Song	25.417	2	12.708
Freq	0.833	1	0.833
Song * Freq	0.417	2	0.208
Error	60.000	24	2.500
Total	86.667	29	

ขนาดอิทธิพล

$$\omega_S^2 = \frac{0.68}{3.18} = 0.214$$

$$\omega_F^2 = \frac{0}{3.18} = 0$$

$$\omega_{S*F}^2 = \frac{0}{3.18} = 0$$

$$\omega_{S,Partial}^2 = \frac{0.68}{0.68 + 2.5} = 0.214$$

$$\omega_{F,Partial}^2 = \frac{0}{0 + 2.5} = 0$$

$$\omega_{S*F,Partial}^2 = \frac{0}{0 + 2.5} = 0$$

Effects	SS	df	MS
S (Song)	25.417	2	12.708
F (Frequency)	0.833	1	0.833
S * F	0.417	2	0.208
Error	60.000	24	2.500
Total	86.667	29	

การเขียนรายงาน

- งานวิจัยนี้ต้องการทดสอบผลของการใช้ biofeedback และการใช้ยาในการลดความดันเลือด ค่าสถิติพรรณนาแสดงไว้ดังตารางที่ 1 จากการทดสอบด้วย Two-way factorial ANOVA พบว่าผลปฏิสัมพันธ์ไม่ถึงระดับนัยสำคัญ, $F(1, 16) = 0.61, p = .45, \omega^2(\text{บางส่วน}) = 0$, ดังนั้นจึงทดสอบอิทธิพลหลัก ความดันเลือดในกลุ่มที่ใช้ biofeedback น้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้อย่างมีนัยสำคัญ, $F(1, 16) = 0.61, p = .45, \omega^2(\text{บางส่วน}) = .7$, ความดันเลือดในกลุ่มที่ใช้ยาน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้อย่างมีนัยสำคัญ, $F(1, 16) = 0.61, p = .45, \omega^2(\text{บางส่วน}) = .7$

การเขียนรายงาน

- ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความดันเลือด

กลุ่ม	ใช้ยา		ไม่ใช้ยา	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
ใช้ biofeedback	140.20	5.76	159.80	5.36
ไม่ใช้ biofeedback	159.80	5.67	175.40	6.11

การเขียนรายงาน

- งานวิจัยนี้ต้องการทดสอบอิทธิพลของเพลง 3 ประเภท คือ Classic, Pop-dance, และ Heavy-metal ในกลุ่มคนสองกลุ่มคือ คนฟังเพลงบ่อย และคนไม่ฟังเพลง ว่ามีผลต่อความสามารถในการจำหรือไม่ ค่าสถิติพรรณนาแสดงไว้ดังตารางที่ 2 จากการทดสอบด้วย Two-way factorial ANOVA พบว่าผลปฏิสัมพันธ์ไม่ถึงระดับนัยสำคัญ, $F(2, 24) = 0.08, p = .92, \omega^2(\text{บางส่วน}) = 0$, ดังนั้นจึงทดสอบอิทธิพลหลัก กลุ่มคนทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ, $F(1, 24) = 0.33, p = .57, \omega^2(\text{บางส่วน}) = .0$, แต่ประเภทของเพลงมีผลต่อความสามารถในการจำอย่างมีนัยสำคัญ, $F(2, 24) = 5.08, p = .014, \omega^2(\text{บางส่วน}) = .21$, จากการเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีของ Tukey พบว่าดนตรีแบบ Classical และ Heavy-metal แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$) แต่ดนตรีแบบ Pop-dance ไม่แตกต่างจากดนตรี Classical หรือ Heavy-metal อย่างมีนัยสำคัญ ($p > .05$)

การเขียนรายงาน

- ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการจำ

ดนตรี	คนฟังเพลงบ่อย		คนไม่ฟังเพลงบ่อย	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Classical	7.00	1.58	7.00	1.58
Pop-dance	6.00	1.58	5.50	1.58
Heavy-metal	5.00	1.58	4.50	1.58

กำลังในการทดสอบทางสถิติ

- ใช้โปรแกรม G*Power ในการหากำลังในการทดสอบทางสถิติ
 - Test family = F tests
 - Statistical test = ANOVA: Fixed effects, special, main effects and interactions
 - Type of power analysis = Post hoc: Compute achieved power – given α , sample size, and effect size

กำลังในการทดสอบทางสถิติ

- การหากำลังของอิทธิพลร่วม ในตัวอย่างเรื่องความจำ

กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ค่า Cohen's f ซึ่งสามารถคำนวณได้

จากการกด Determine

ระดับ Alpha

ค่า df ของอิทธิพล
ที่ต้องการทดสอบ

Input Parameters		Output Parameters	
Determine =>	Effect size f	Noncentrality parameter λ	0.2085002
	α err prob	Critical F	3.4028261
Total sample size	30	Denominator df	24
Numerator df	2	Power ($1 - \beta$ err prob)	0.0641230
Number of groups	6		

จำนวนกลุ่มทั้งหมด ($2 \times 3 = 6$)

กำลังในการทดสอบทางสถิติ

กำลังในการทดสอบทางสถิติ

- การหากำลังของอิทธิพลร่วม ในตัวอย่างเรื่องความจำ

หน้าต่างที่เกิดขึ้นจากการกด Determine

☒ From variances

Variance explained by special effect

Error variance

☐ Direct

Partial η^2

Effect size f

SS_{Effect}

SS_{Error}

Partial Eta-squared

ค่า Cohen's f ที่คำนวณได้

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง

- ใน Two-way factorial ANOVA การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจะสนใจเฉพาะการให้ได้ซึ่งกำลังที่ต้องการ
- ใช้โปรแกรม G*Power ในการหาลำกำลังในการทดสอบทางสถิติ
 - Test family = F tests
 - Statistical test = ANOVA: Fixed effects, special, main effects and interactions
 - Type of power analysis = A Priori: Compute required sample size – given α , power, and effect size

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง

- การหาขนาดกลุ่มตัวอย่างสำหรับอิทธิพลร่วม ที่มี Partial $\eta^2 = .05$, $\alpha = .05$, กำลังที่ต้องการ = .80 จำนวนกลุ่มที่มีคือ 6 กลุ่ม (2×3)

นำค่า Partial η^2 มาคำนวณหา Cohen's f

The screenshot shows a dialog box with two radio buttons. The 'From variances' option is unselected, and the 'Direct' option is selected. Under 'From variances', there are input fields for 'Variance explained by special effect' (0.417) and 'Error variance' (60). Under 'Direct', there is an input field for 'Partial η^2 ' (0.05). Below these fields are buttons for 'Calculate', 'Calculate and transfer to main window' (highlighted with a blue border), and 'Close'. The 'Effect size f' is displayed as 0.2294157.

Field	Value
Variance explained by special effect	0.417
Error variance	60
Partial η^2	0.05
Effect size f	0.2294157

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง

- การหาขนาดกลุ่มตัวอย่างสำหรับอิทธิพลร่วม ที่มี Partial $\eta^2 = .05$, $\alpha = .05$, กำลังที่ต้องการ = .80 จำนวนกลุ่มที่มีคือ 6 กลุ่ม (2×3)

df ของอิทธิพลร่วม

$$= (2 - 1)(3 - 1) = 2$$

จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด = 187

$$\text{จำนวนกลุ่มตัวอย่างต่อกลุ่ม} = 187/6 = 31.17 \rightarrow 32$$

Input Parameters		Output Parameters		
Determine =>	Effect size f	0.2294157	Noncentrality parameter λ	9.8421024
	α err prob	0.05	Critical F	3.0458663
	Power ($1 - \beta$ err prob)	0.80	Denominator df	181
	Numerator df	2	Total sample size	187
	Number of groups	6	Actual power	0.8019724

จำนวนกลุ่มทั้งหมด ($2 \times 3 = 6$)

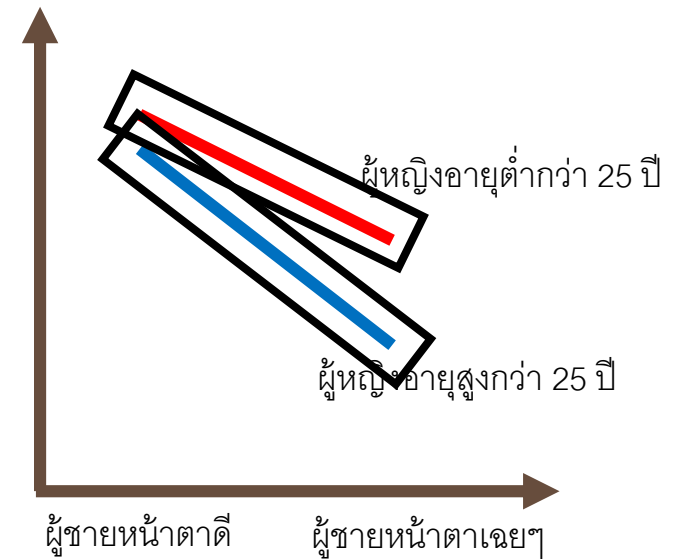
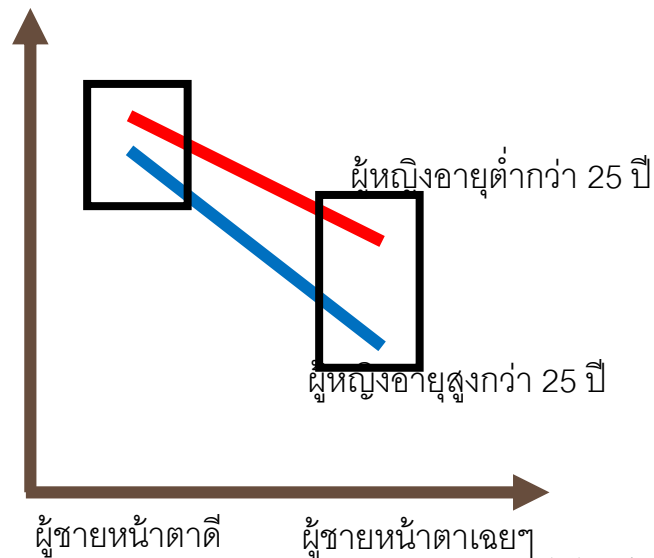
การทดสอบอิทธิพลหลักแยกย่อย

สถิติสำหรับจิตวิทยา 1

สันหัต พรประเสริฐมานิต

การทดสอบอิทธิพลหลักแยกย่อย

- เมื่ออิทธิพลร่วมถึงระดับนัยสำคัญแล้ว ต้องทดสอบว่าอิทธิพลร่วมมีลักษณะอย่างไรโดย
 - สร้างกราฟเพื่อดูรูปแบบของอิทธิพลร่วม
 - ทดสอบอิทธิพลหลักแยกย่อย



วิเคราะห์อิทธิพลร่วม A*B

ไม่ถึงระดับนัยสำคัญ

ถึงระดับนัยสำคัญ

วิเคราะห์อิทธิพลหลัก

อิทธิพลหลัก A

ไม่ถึงระดับนัยสำคัญ

ถึงระดับนัยสำคัญ

จบ

ดูจำนวนกลุ่ม

2 กลุ่ม

มากกว่า 2 กลุ่ม

จบ

เปรียบเทียบรายคู่ ฯลฯ

$$\alpha_{FW} = .05$$

อิทธิพลหลัก B

ไม่ถึงระดับนัยสำคัญ

ถึงระดับนัยสำคัญ

จบ

ดูจำนวนกลุ่ม

2 กลุ่ม

มากกว่า 2 กลุ่ม

จบ

เปรียบเทียบรายคู่ ฯลฯ

$$\alpha_{FW} = .05$$

วิเคราะห์อิทธิพลหลักแยกย่อย

อิทธิพล A ในแต่ละกลุ่มของ B

ในแต่ละกลุ่มของ B
 α เท่ากับ $.05/b$

ไม่ถึงระดับนัยสำคัญ

ถึงระดับนัยสำคัญ

จบ

ดูจำนวนกลุ่ม

2 กลุ่ม

มากกว่า 2 กลุ่ม

จบ

เปรียบเทียบรายคู่ ฯลฯ

$$\alpha_{FW} = .05/b$$

อิทธิพล B ในแต่ละกลุ่มของ A

ในแต่ละกลุ่มของ A
 α เท่ากับ $.05/a$

ไม่ถึงระดับนัยสำคัญ

ถึงระดับนัยสำคัญ

จบ

ดูจำนวนกลุ่ม

2 กลุ่ม

มากกว่า 2 กลุ่ม

จบ

เปรียบเทียบรายคู่ ฯลฯ

$$\alpha_{FW} = .05/a$$

ปรับปรุงจาก Maxwell & Delaney (2004)

การทดสอบอิทธิพลหลักแยกย่อย

อิทธิพลหลักแยกย่อย

อิทธิพลของ B ในกลุ่มที่ 1 ของ A

		B	
		1	2
A	1	●	●
	2		

หลักการ

H_0 : ไม่มีผลของ B ในกลุ่มที่ 1 ของ A

ตัวอย่าง

เช่น ไม่มีความแตกต่างระหว่างชายรวยและชายไม่รวย

ตัวอย่างสัญลักษณ์

$H_0: \mu_{11} = \mu_{12}$

การทดสอบอิทธิพลหลักแยกย่อย

อิทธิพลหลักแยกย่อย

อิทธิพลของ B ในกลุ่มที่ 2 ของ A

		B	
		1	2
A	1		
	2	●	●

หลักการ

H_0 : ไม่มีผลของ B ในกลุ่มที่ 2 ของ A

ตัวอย่าง

เช่น ความแตกต่างระหว่างหญิงรวยและหญิงไม่รวย

ตัวอย่างสัญลักษณ์

$H_0: \mu_{21} = \mu_{22}$

การทดสอบอิทธิพลหลักแยกย่อย

อิทธิพลหลักแยกย่อย

อิทธิพลของ A ในกลุ่มที่ 1 ของ B

		B	
		1	2
A	1		
	2		

หลักการ

H_0 : ไม่มีผลของ A ในกลุ่มที่ 1 ของ B

ตัวอย่าง

เช่น ความแตกต่างระหว่างชายรวยและหญิงรวย

ตัวอย่างสัญลักษณ์

$H_0: \mu_{11} = \mu_{21}$

การทดสอบอิทธิพลหลักแยกย่อย

อิทธิพลหลักแยกย่อย

อิทธิพลของ A ในกลุ่มที่ 2 ของ B

		B	
		1	2
A	1		●
	2		●

หลักการ

H_0 : ไม่มีผลของ A ในกลุ่มที่ 2 ของ B

ตัวอย่าง

เช่น ความแตกต่างระหว่างชายไม่รวยและหญิงไม่รวย

ตัวอย่างสัญลักษณ์

$H_0: \mu_{12} = \mu_{22}$

การทดสอบอิทธิพลหลักแยกย่อย: การทดสอบสมมติฐาน

เปรียบเทียบแนวโน้มในการส่งต่อ
Forward mail ที่แหล่งข้อมูลไม่
ชัดเจน โดยแบ่งคนเป็นกลุ่มตาม
เพศ (ชายและหญิง) และอายุ
(วัยรุ่น, ผู้ใหญ่, และผู้สูงอายุ)



สุ่มคนจากทั้ง 6 กลุ่ม กลุ่มละ 100 คน

สมมติฐาน คือ กลุ่มคนที่แตกต่างกันมี
แนวโน้มส่งต่อ Forward Mail แตกต่างกัน

1. ทดสอบปฏิเสธสมมติฐาน

H_0 : อิทธิพลของเพศต่อแนวโน้ม
การส่งต่อ Forward Mail ไม่
แตกต่างกันในแต่ละช่วงวัย

H_1 : อิทธิพลของเพศต่อแนวโน้ม
การส่งต่อ Forward Mail
แตกต่างกันในแต่ละช่วงวัย

การทดสอบอิทธิพลหลักแยกย่อย: การทดสอบสมมติฐาน

ค่าเฉลี่ยของแต่ละช่อง (Cell means)

เปรียบเทียบแนวโน้มในการส่งต่อ
Forward mail ที่แหล่งข้อมูลไม่
ชัดเจน โดยแบ่งคนเป็นกลุ่มตาม
เพศ (ชายและหญิง) และอายุ
(วัยรุ่น, ผู้ใหญ่, และผู้สูงอายุ)



Descriptive Statistics

Dependent Variable: tendency

sex	age	Mean	Std. Deviation	N
male	adolescents	30.73	10.826	100
	adults	40.90	10.188	100
	elders	66.67	9.070	100
	Total	46.10	18.165	300
female	adolescents	29.65	9.297	100
	adults	59.18	11.647	100
	elders	74.73	9.611	100
	Total	54.52	21.327	300
Total	adolescents	30.19	10.080	200
	adults	50.04	14.251	200
	elders	70.70	10.159	200
	Total	50.31	20.236	600

การทดสอบอิทธิพลหลักแยกย่อย: การทดสอบสมมติฐาน

Tests of Between-Subjects Effects

เปรียบเทียบ Dependent Variable: tendency

Forward n

ชัดเจน โดย

เพศ (ชาย/

วัยรุ่น, ผู้เ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
sex	10634.460	1	10634.460	103.291	.000	.148
age	164127.880	2	82063.940	797.075	.000	.729
sex * age	9379.960	2	4689.980	45.553	.000	.133
Error	61156.040	594	102.956			
Corrected Total	245298.340	599				

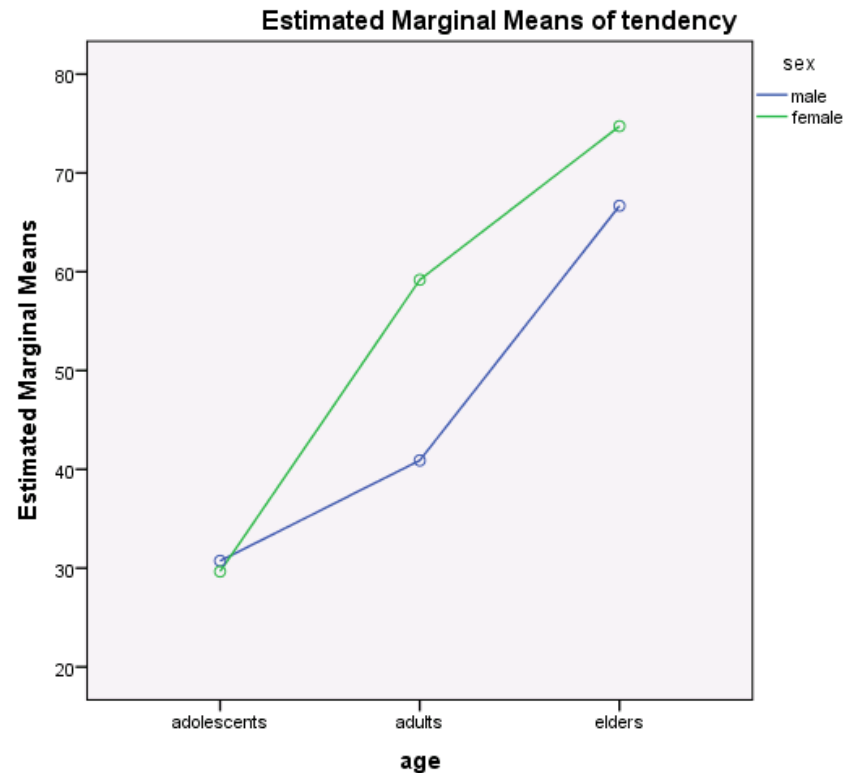
a. R Squared = .751 (Adjusted R Squared = .749)

$$p_{\text{sex*age}} < .001$$

ดูแต่อิทธิพลร่วม ไม่ต้องดูอิทธิพลหลัก

การทดสอบอิทธิพลหลักแยกย่อย: การทดสอบสมมติฐาน

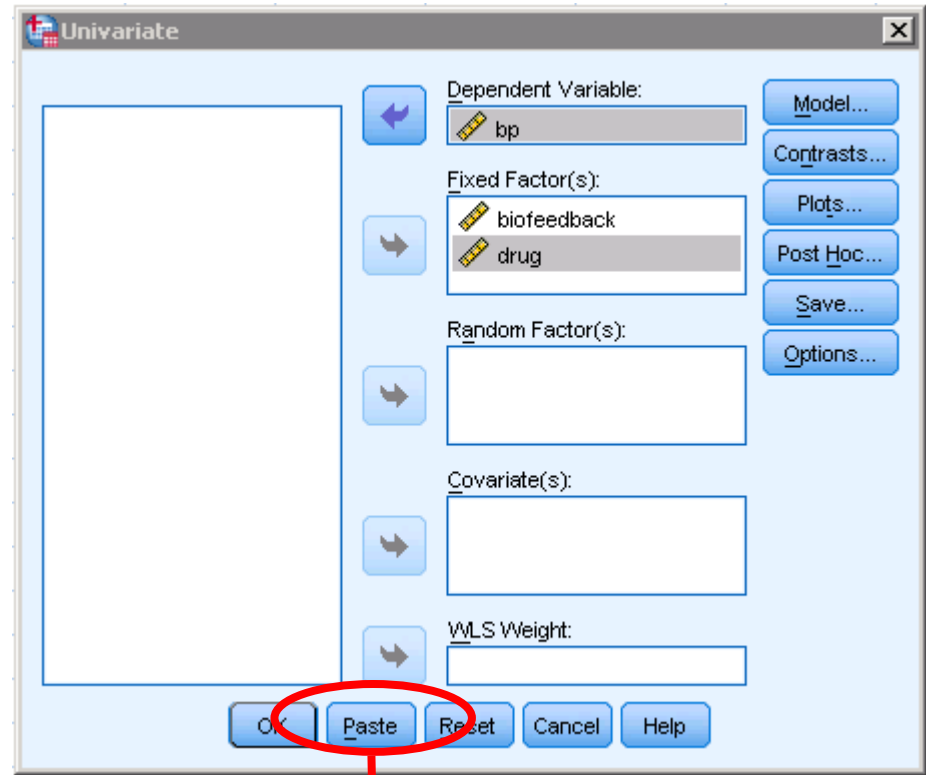
เปรียบเทียบแนวโน้มในการส่งต่อ
Forward mail ที่แหล่งข้อมูลไม่
ชัดเจน โดยแบ่งคนเป็นกลุ่มตาม
เพศ (ชายและหญิง) และอายุ
(วัยรุ่น, ผู้ใหญ่, และผู้สูงอายุ)



ดูเหมือนว่า ความแตกต่างระหว่างเพศจะไม่เกิดใน
วัยรุ่น แต่จะเกิดในวัยผู้ใหญ่ขึ้นไป

การทดสอบอิทธิพลหลักแยกย่อย: การทดสอบสมมติฐาน

เปรียบเทียบแนวโน้มในการส่งต่อ
Forward mail ที่แหล่งข้อมูลไม่
ชัดเจน โดยแบ่งคนเป็นกลุ่มตาม
เพศ (ชายและหญิง) และอายุ
(วัยรุ่น, ผู้ใหญ่, และผู้สูงอายุ)



ปรับการวิเคราะห์ทุกอย่างให้เรียบร้อย
แล้วกด Paste เพื่อขึ้นหน้า Syntax

การทดสอบอิทธิพลหลักแยกย่อย: การทดสอบสมมติฐาน

เปรียบเทียบแนวโน้มในการส่งต่อ
Forward mail ที่แหล่งข้อมูลไม่
ชัดเจน โดยแบ่งคนเป็นกลุ่มตาม
เพศ (ชายและหญิง) และอายุ
(วัยรุ่น, ผู้ใหญ่, และผู้สูงอายุ)



Syntax เดิม

```
► DATASET ACTIVATE DataSet5.  
UNIANOVA tendency BY sex age  
/METHOD=SSTYPE(3)  
/INTERCEPT=INCLUDE  
/EMMEANS=TABLES(sex*age)  
/PRINT=ETASQ HOMOGENEITY DESCRIPTIVE  
/CRITERIA=ALPHA(.05)  
/DESIGN=sex age sex*age.
```

Syntax ใหม่

```
► DATASET ACTIVATE DataSet5.  
UNIANOVA tendency BY sex age  
/METHOD=SSTYPE(3)  
/INTERCEPT=INCLUDE  
/EMMEANS=TABLES(sex*age) COMPARE(sex)  
/EMMEANS=TABLES(sex*age) COMPARE(age)  
/PRINT=ETASQ HOMOGENEITY DESCRIPTIVE  
/CRITERIA=ALPHA(.05)  
/DESIGN=sex age sex*age.
```

เปรียบเทียบเพศ
ในแต่ละกลุ่มอายุ

เปรียบเทียบอายุ
ในแต่ละเพศ

การทดสอบอิทธิพลหลักแยกย่อย: การทดสอบสมมติฐาน

ผลการทดสอบอิทธิพลของเพศ ในแต่ละกลุ่มอายุ

เปรียบเทียบแนวโน้มในการส่งต่อ

Forward

ชัดเจน โดย

เพศ (ชาย

(วัยรุ่น, ผู้

Univariate Tests

ใช้ α เท่ากับ $.05/3 = .0167$

Dependent Variable: tendency

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
age	adolescents Contrast	58.320	1	58.320	.566	.452	.001
	Error	61156.040	594	102.956			
adults	Contrast	16707.920	1	16707.920	162.282	.000	.215
	Error	61156.040	594	102.956			
elders	Contrast	3248.180	1	3248.180	31.549	.000	.050
	Error	61156.040	594	102.956			

Each F tests the simple effects of sex within each level combination of the other effects shown. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

ค่า p ของการทดสอบอิทธิพลแยกย่อย

การทดสอบอิทธิพลหลักแยกย่อย: การทดสอบสมมติฐาน

ผลการทดสอบรายคู่ของอิทธิพลของเพศ ในแต่ละกลุ่มอายุ

เปรียบเทียบ

Pairwise Comparison ใช้ α_{FW} เท่ากับ $.05/3 = .0167$

Forward

ชัดเจน

เพศ (ช

วัยรุ่น

Dependent Variable: tendency

			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
age	(I) sex	(J) sex				Lower Bound	Upper Bound
adolescents	male	female	1.080	1.435	.452	-1.738	3.898
	female	male	-1.080	1.435	.452	-3.898	1.738
adults	male	female	-18.280*	1.435	.000	-21.098	-15.462
	female	male	18.280*	1.435	.000	15.462	21.098
elders	male	female	-8.060*	1.435	.000	-10.878	-5.242
	female	male	8.060*	1.435	.000	5.242	10.878

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the .05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

เนื่องจากเพศมีแค่ 2 กลุ่ม จึงไม่จำเป็นต้องดูตารางนี้ ผลจะซ้ำกับสไลด์ที่แล้ว

วัยรุ่น

$$\alpha = .0167$$

$$p = .452 > \alpha$$

อิทธิพลของเพศไม่ถึงระดับ
นัยสำคัญในวัยรุ่น

ผู้ใหญ่

$$\alpha = .0167$$

$$p < .001 < \alpha$$

อิทธิพลของเพศ
ถึงระดับนัยสำคัญในผู้ใหญ่

มีสองกลุ่ม

สรุป

ในผู้ใหญ่ ผู้หญิงมีแนวโน้ม
การส่งต่อมากกว่าผู้ชาย

ผู้สูงอายุ

$$\alpha = .0167$$

$$p < .001 < \alpha$$

อิทธิพลของเพศถึงระดับ
นัยสำคัญในผู้สูงอายุ

มีสองกลุ่ม

สรุป

ในผู้สูงอายุ ผู้หญิงมีแนวโน้ม
ในการส่งต่อมากกว่าผู้ชาย

การทดสอบอิทธิพลหลักแยกย่อย: การทดสอบสมมติฐาน

ผลการทดสอบอิทธิพลของอายุ ในแต่ละกลุ่มของเพศ

เปรียบเทียบ:

Univariate Tests

ใช้ α เท่ากับ $.05/2 = .025$

Forv Dependent Variable: tendency

ชัดเจน

เพศ

(วัย

sex		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
male	Contrast	68640.180	2	34320.090	333.346	.000	.529
	Error	61156.040	594	102.956			
female	Contrast	104867.660	2	52433.830	509.282	.000	.632
	Error	61156.040	594	102.956			

Each F tests the simple effects of age within each level combination of the other effects shown. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.



ค่า p ของการทดสอบอิทธิพลแยกย่อย

การทดสอบอิทธิพลหลักแยกย่อย: การทดสอบสมมติฐาน

ผลการทดสอบรายคู่ของอิทธิพลของอายุ ในแต่ละกลุ่มของเพศ

Pairwise Comparison

ใช้ α_{FW} เท่ากับ $.05/2 = .025$

ตามวิธีของ Bonferroni ใช้ α_{PC} เท่ากับ $.025/3 = .0083$

Dependent Variable: tendency

sex	(I) age	(J) age	Mean Difference (I - J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
male	adolescents	adults	-10.170 [*]	1.435	.000		
		elders	-35.940 [*]	1.435	.000		
	adults	adolescents	10.170 [*]	1.435	.000		
		elders	-25.770 [*]	1.435	.000		
	elders	adolescents	35.940 [*]	1.435	.000	33.122	38.758
		adults	25.770 [*]	1.435	.000	22.952	28.588
female	adolescents	adults	-29.530 [*]	1.435	.000		
		elders	-45.080 [*]	1.435	.000		
	adults	adolescents	29.530 [*]	1.435	.000		
		elders	-15.550 [*]	1.435	.000		
	elders	adolescents	45.080 [*]	1.435	.000	42.262	47.898
		adults	15.550 [*]	1.435	.000	12.732	18.368

ความแตกต่างรายคู่ของ
กลุ่มอายุในเพศชาย

ความแตกต่างรายคู่ของ
กลุ่มอายุในเพศหญิง

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the .05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

ชาย

$$\alpha = .025$$

$$\alpha_{PC} = .0083$$

$$p < .001 < \alpha$$

อิทธิพลของอายุถึงระดับนัยสำคัญ
ในเพศชาย

มี 3 กลุ่ม

ทดสอบรายคู่

วัยรุ่น – ผู้ใหญ่

$$p < .001 < \alpha_{PC}$$

ในเพศชาย วัยรุ่นมีแนวโน้มในการส่งต่อ
น้อยกว่าผู้ใหญ่

วัยรุ่น – ผู้สูงอายุ

$$p < .001 < \alpha_{PC}$$

ในเพศชาย วัยรุ่นมีแนวโน้มในการส่งต่อ
น้อยกว่าผู้สูงอายุ

ผู้ใหญ่ – ผู้สูงอายุ

$$p < .001 < \alpha_{PC}$$

ในเพศชาย ผู้ใหญ่มีแนวโน้มในการส่งต่อ
น้อยกว่าผู้สูงอายุ

หญิง

$$\alpha = .025$$

$$\alpha_{PC} = .0083$$

$$p < .001 < \alpha$$

อิทธิพลของอายุถึงระดับนัยสำคัญ
ในเพศหญิง

มี 3 กลุ่ม

ทดสอบรายคู่

วัยรุ่น – ผู้ใหญ่

$$p < .001 < \alpha_{PC}$$

ในเพศหญิง วัยรุ่นมีแนวโน้มในการส่งต่อ
น้อยกว่าผู้ใหญ่

วัยรุ่น – ผู้สูงอายุ

$$p < .001 < \alpha_{PC}$$

ในเพศหญิง วัยรุ่นมีแนวโน้มในการส่งต่อ
น้อยกว่าผู้สูงอายุ

ผู้ใหญ่ – ผู้สูงอายุ

$$p < .001 < \alpha_{PC}$$

ในเพศหญิง ผู้ใหญ่มีแนวโน้มในการส่ง
ต่อน้อยกว่าผู้สูงอายุ

การทดสอบอิทธิพลหลักแยกย่อย: ข้อตกลงเบื้องต้นก่อนการใช้สถิติ

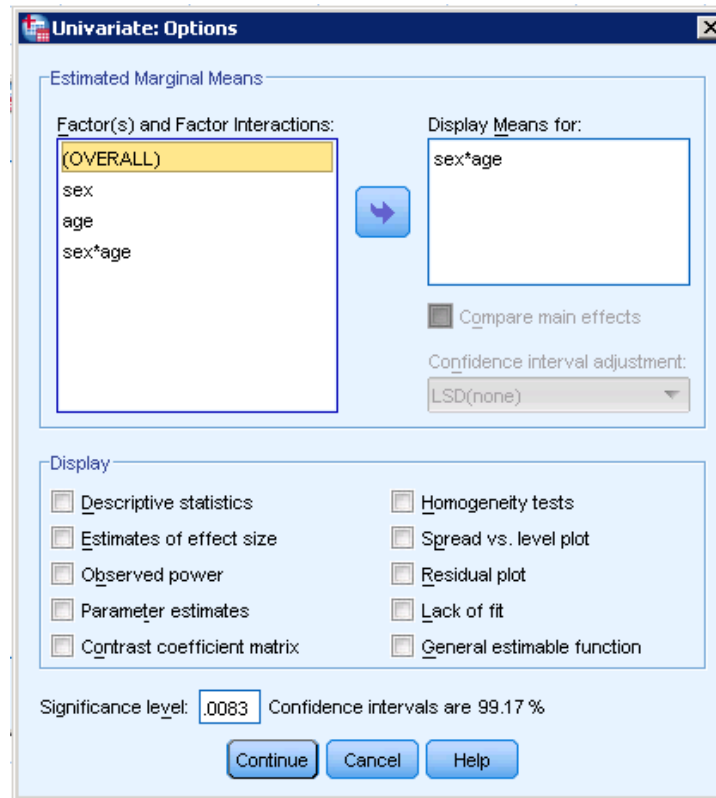
- ข้อตกลงเบื้องต้นเหมือนกับ Two-way Factorial ANOVA
- แต่ทว่า การวิเคราะห์แยกย่อยจะได้รับอิทธิพลต่อความแปรปรวนที่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มมากกว่า
- หากความแปรปรวนกลุ่มสูงสุดต่อต่ำสุดมากกว่า 3 ต่อ 1 หรือ Levene test ถึงระดับนัยสำคัญไม่ควรใช้การวิเคราะห์อิทธิพลหลักแยกย่อยแบบปกติ
 - หลักการนี้ ใช้กับทั้งจำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่ากัน และไม่เท่ากัน

การทดสอบอิทธิพลหลักแยกย่อย: ข้อตกลงเบื้องต้นก่อนการใช้สถิติ

- หากละเมิดข้อตกลงเบื้องต้น ควรเปลี่ยนไปวิเคราะห์ One-way ANOVA แยกกลุ่ม เช่น วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างอายุ ในผู้ชาย และในผู้หญิง แล้วใช้การควบคุมค่า α ด้วยวิธีของ Bonferroni
- ใน SPSS ให้ใช้คำสั่ง Split File เพื่อแบ่งกลุ่ม แล้วทำ One-way ANOVA

การทดสอบอิทธิพลหลักแยกย่อย: ช่วงเชื่อมั่น

- คำนวณข้างลำบากใน SPSS
- ให้เลือก Options แล้วเปลี่ยนค่า α จาก .05 ให้เท่ากับ α_{PC} (เช่น .0083)



การทดสอบอิทธิพลหลักแยกย่อย: ช่วงเชื่อมั่น

- หลังจากนั้นให้อ่านผลช่วงเชื่อมั่น จากการเปรียบเทียบรายคู่ที่อยู่ภายใต้การทดสอบอิทธิพลแยกย่อย
- เป็นการหาช่วงเชื่อมั่นพร้อมกันปรับด้วยวิธี Bonferroni

Pairwise Comparisons



Dependent Variable: tendency

			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	99.17% Confidence Interval for Difference ^b	
sex	(I) age	(J) age				Lower Bound	Upper Bound
male	adolescents	adults	-10.170 [*]	1.435	.000	-13.970	-6.370
		elders	-35.940 [*]	1.435	.000	-39.740	-32.140
	adults	adolescents	10.170 [*]	1.435	.000	6.370	13.970
		elders	-25.770 [*]	1.435	.000	-29.570	-21.970
	elders	adolescents	35.940 [*]	1.435	.000	32.140	39.740
		adults	25.770 [*]	1.435	.000	21.970	29.570
female	adolescents	adults	-29.530 [*]	1.435	.000	-33.330	-25.730
		elders	-45.080 [*]	1.435	.000	-48.880	-41.280
	adults	adolescents	29.530 [*]	1.435	.000	25.730	33.330
		elders	-15.550 [*]	1.435	.000	-19.350	-11.750
	elders	adolescents	45.080 [*]	1.435	.000	41.280	48.880
		adults	15.550 [*]	1.435	.000	11.750	19.350

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the .0083 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

การทดสอบอิทธิพลหลักแยกย่อย: ขนาดอิทธิพล

- วิเคราะห์ Eta-squared, Omega-squared ได้เลย เหมือนกับในบท One-way ANOVA เพราะ Simple Main Effect เป็นการทำ One-way ANOVA
- การเปรียบเทียบรายคู่ ใช้ Cohen's d โดยใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร่วมในการทำให้เป็นมาตรฐาน (Standardized) ซึ่งก็คือรากที่สองของ MS_{Error}

$$\eta^2 = \frac{SS_{\text{Treat}}}{SS_{\text{Treat}} + SS_{\text{Error}}}$$

$$\omega^2 = \frac{SS_{\text{Treat}} - (k - 1)MS_{\text{Error}}}{SS_{\text{Treat}} + SS_{\text{Error}} + MS_{\text{Error}}}$$

ค่านี้เทียบเท่ากับ
 R^2_{Contrast}

Univariate Tests

Dependent Variable: tendency

age		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
adolescents	Contrast	58.320	1	58.320	.566	.452	.001
	Error	61156.040	594	102.956			
adults	Contrast	16707.920	1	16707.920	162.282	.000	.215
	Error	61156.040	594	102.956			
elders	Contrast	3248.180	1	3248.180	31.549	.000	.050
	Error	61156.040	594	102.956			

Each F tests the simple effects of sex within each level combination of the other effects shown. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

$$\eta_{S(\text{Adolescents})}^2 = \frac{58.32}{58.32 + 61156.04} = 0.001$$

$$\omega_{S(\text{Adolescents})}^2 = \frac{58.32 - (2 - 1)102.956}{58.32 + 61156.04 + 102.956} = 0$$

$$\eta_{S(\text{Adults})}^2 = \frac{16707.92}{16707.92 + 61156.04} = 0.215$$

$$\omega_{S(\text{Adults})}^2 = \frac{16707.92 - (2 - 1)102.956}{16707.92 + 61156.04 + 102.956} = 0.213$$

$$\eta_{S(\text{Elders})}^2 = \frac{3248.18}{3248.18 + 61156.04} = 0.050$$

$$\omega_{S(\text{Elders})}^2 = \frac{3248.18 - (2 - 1)102.956}{3248.18 + 61156.04 + 102.956} = 0.049$$

Univariate Tests

Dependent Variable: tendency

sex		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
male	Contrast	68640.180	2	34320.090	333.346	.000	.529
	Error	61156.040	594	102.956			
female	Contrast	104867.660	2	52433.830	509.282	.000	.632
	Error	61156.040	594	102.956			

Each F tests the simple effects of age within each level combination of the other effects shown. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

$$\eta_{A(\text{Male})}^2 = \frac{68640.18}{68640.18 + 61156.04} = 0.529$$

$$\omega_{A(\text{Male})}^2 = \frac{68640.18 - (3 - 1)102.956}{68640.18 + 61156.04 + 102.956} = 0.527$$

$$\eta_{A(\text{Female})}^2 = \frac{104867.66}{104867.66 + 61156.04} = 0.632$$

$$\omega_{A(\text{Female})}^2 = \frac{104867.66 - (3 - 1)102.956}{104867.66 + 61156.04 + 102.956} = 0.630$$

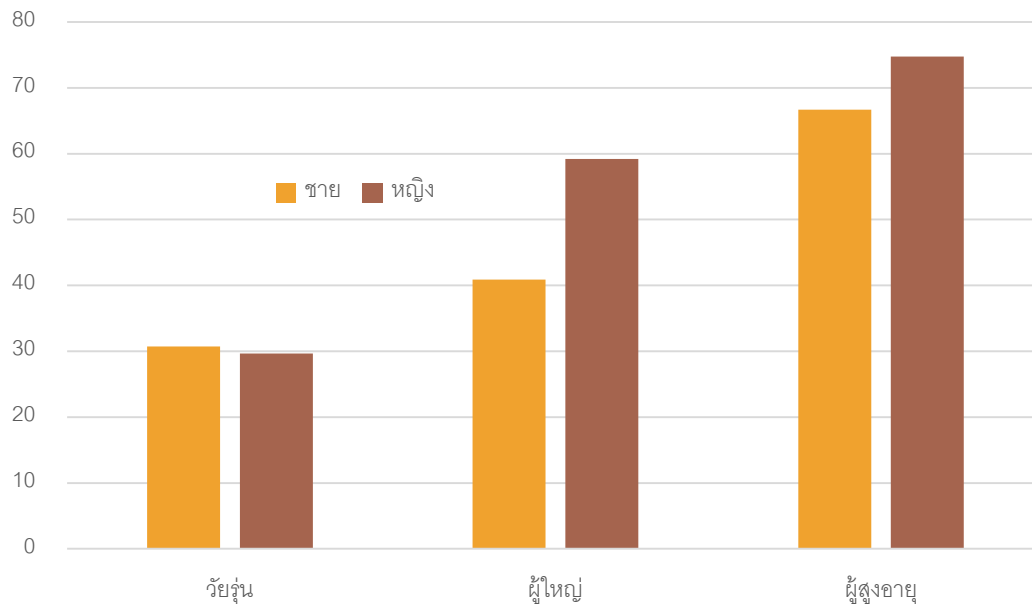
การทดสอบอิทธิพลหลักแยกย่อย: การเขียนรายงาน

- งานวิจัยนี้ต้องการเปรียบเทียบแนวโน้มในการส่งต่อ Forward mail จากแหล่งข้อมูลที่ไม่ชัดเจน โดยเปรียบเทียบระหว่างเพศ (ชายและหญิง) และกลุ่มอายุ (วัยรุ่น, ผู้ใหญ่, และผู้สูงอายุ) ค่าสถิติพรรณนาแสดงไว้ดังตารางที่ 3
- ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแนวโน้มในการส่งต่อ Forward mail

กลุ่มอายุ	ชาย		หญิง	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
วัยรุ่น	30.73	10.83	29.65	9.30
ผู้ใหญ่	40.90	10.19	59.18	11.65
ผู้สูงอายุ	66.67	9.07	74.73	9.61

การทดสอบอิทธิพลหลักแยกย่อย: การเขียนรายงาน

- จากการทดสอบด้วย Two-way factorial ANOVA พบว่าผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและกลุ่มอายุถึงระดับนัยสำคัญ, $F(2, 594) = 45.55, p < .001$, $\omega^2(\text{บางส่วน}) = .13$, รูปแบบปฏิสัมพันธ์เป็นไปดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ค่าเฉลี่ยของแนวโน้มในการส่งต่อ Forward mail โดยแบ่งระหว่างกลุ่มของเพศและอายุ

การทดสอบอิทธิพลหลักแยกย่อย: การเขียนรายงาน

- ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างเพศในแต่ละกลุ่มอายุ โดยใช้ระดับนัยสำคัญเท่ากับ $.05/3 = .0167$ (วิธี Bonferroni) พบว่าในวัยรุ่น เพศชายและเพศหญิงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ, $F(1, 594) = 0.57, p = .45, \omega^2 = 0$, ในผู้ใหญ่ เพศหญิงส่งต่อ Forward mail มากกว่าเพศชายอย่างมีนัยสำคัญ, $F(1, 594) = 162.28, p < .001, \omega^2 = .21$, ในผู้สูงอายุ เพศหญิงส่งต่อ Forward mail มากกว่าเพศชายอย่างมีนัยสำคัญ, $F(1, 594) = 31.55, p < .001, \omega^2 = .05$

การทดสอบอิทธิพลหลักแยกย่อย: การเขียนรายงาน

- ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างอายุในแต่ละเพศ โดยใช้ระดับนัยสำคัญเท่ากับ $.05/2 = .025$ (วิธี Bonferroni) พบว่าในเพศชาย อายุมีผลต่อการส่ง Forward mail อย่างมีนัยสำคัญ, $F(2, 594) = 333.35, p < .001, \omega^2 = .53$, จากการเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธี Bonferroni พบว่าทุกคู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .025/3 = .0083$) เช่นเดียวกับในเพศหญิงที่อายุส่งผลต่อการส่ง Forward mail อย่างมีนัยสำคัญ, $F(2, 594) = 509.28, p < .001, \omega^2 = .63$, จากการเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธี Bonferroni พบว่าทุกคู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .025/3 = .0083$)

ความสัมพันธ์กับการวิเคราะห์ความแตกต่าง

- แท้จริงแล้ว Two-way Factorial ANOVA เป็นการวิเคราะห์ความแตกต่างรูปแบบหนึ่ง เช่น จาก 2 x 2 Factorial ANOVA

เพศ \ อายุ	วัยรุ่น	ผู้ใหญ่
ชาย	μ_{11}	μ_{12}
หญิง	μ_{21}	μ_{22}

หากทำ One-way ANOVA โดยตัวแปรต้นที่มี 4 กลุ่ม (วัยรุ่นชาย, วัยรุ่นหญิง, ผู้ใหญ่ชาย, ผู้ใหญ่หญิง) เราสามารถทดสอบความแตกต่างด้านล่างได้

$$\text{อิทธิพลหลักของเพศ} \rightarrow H_0: \frac{1}{2}(\mu_{11} + \mu_{12}) = \frac{1}{2}(\mu_{21} + \mu_{22})$$

$$\text{อิทธิพลหลักของอายุ} \rightarrow H_0: \frac{1}{2}(\mu_{11} + \mu_{21}) = \frac{1}{2}(\mu_{12} + \mu_{22})$$

$$\text{อิทธิพลร่วม} \rightarrow H_0: \mu_{11} - \mu_{21} = \mu_{12} - \mu_{22}$$

ความสัมพันธ์กับการวิเคราะห์ความแตกต่าง

- ด้วยเหตุนี้ การทำ Two-way ANOVA สามารถวิเคราะห์ผ่าน One-way ANOVA ได้ โดยใช้การวิเคราะห์ความแตกต่าง
- นอกจากนี้ หากผู้วิจัยต้องการทดสอบล่วงหน้าใน Two-way ANOVA ก็สามารถใช้ One-way ANOVA ในการทดสอบได้

ความสัมพันธ์กับการวิเคราะห์ความแตกต่าง

- เช่น

เพศ \ โรงเรียน	รัฐบาลสอน ภาษาไทย	เอกชนสอน ภาษาไทย	เอกชนสอน ภาษาอังกฤษ
ชาย	μ_{11}	μ_{12}	μ_{13}
หญิง	μ_{21}	μ_{22}	μ_{23}

นักวิจัยอาจตั้งสมมติฐานวิจัยว่า ความแตกต่างระหว่างเพศในโรงเรียนรัฐบาลมากกว่าโรงเรียนเอกชน

$$H_0: \mu_{11} - \mu_{21} = \frac{1}{2}[(\mu_{12} - \mu_{22}) + (\mu_{13} - \mu_{23})]$$

$$\psi = \mu_{11} - \mu_{21} - \frac{1}{2}\mu_{12} + \frac{1}{2}\mu_{22} - \frac{1}{2}\mu_{13} + \frac{1}{2}\mu_{23}$$

ความสัมพันธ์กับการวิเคราะห์ความแตกต่าง

- สามารถสร้างตัวแปรต้นใหม่ แบ่งออกเป็น 6 กลุ่มดังนี้

เพศ \ โรงเรียน	รัฐบาลสอน ภาษาไทย	เอกชนสอน ภาษาไทย	เอกชนสอน ภาษาอังกฤษ
ชาย	μ_A	μ_C	μ_E
หญิง	μ_B	μ_D	μ_F

- ทดสอบความแตกต่างผ่าน One-way ANOVA ได้โดย

$$\psi = \mu_A - \mu_B - \frac{1}{2}\mu_C + \frac{1}{2}\mu_D - \frac{1}{2}\mu_E + \frac{1}{2}\mu_F$$

ความสัมพันธ์กับการวิเคราะห์ความแตกต่าง

- ในการทดสอบล่วงหน้า นักวิจัยไม่จำเป็นต้องทดสอบ Omnibus test ของอิทธิพลหลักและอิทธิพลร่วมเลย สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างได้โดยตรง
- การควบคุม α_{FW} สามารถทำได้โดยวิธีของ Bonferroni, Holm, หรือ Sidak

การควบคุมความผิดพลาดแบบทั้งกลุ่ม

- คุณอาจสงสัยว่า ทำไมผลของอิทธิพลหลักหรืออิทธิพลร่วม ถึงนำไปเปรียบเทียบกับ α โดยตรงเลย ไม่มีลดทอนระดับ α ของแต่ละการทดสอบเหมือนดังบทที่แล้ว
- ใน Two-way Factorial ANOVA จะถือว่า อิทธิพลหลักของ A, อิทธิพลหลักของ B, และอิทธิพลร่วม เป็นการทดสอบคนละกลุ่มกัน
- มองอย่างคร่าวๆ แล้วดูมีเหตุผล เพราะ นักวิจัยจะอ่านผลอิทธิพลร่วมก่อน โดยไม่ได้สนใจอิทธิพลหลัก ดังนั้นอาจมองได้ว่าเป็นคนละส่วนกัน

จำนวนกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากัน

- ในการวิเคราะห์ Two-way ANOVA การคำนวณ Sum of Squared Deviation (SS) สามารถทำได้ 3 รูปแบบด้วยกัน คือ Type I, Type II, และ Type III SS
- หากจำนวนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละเซลล์ไม่เท่ากัน ค่าของ SS ทั้ง 3 ประเภทจะแตกต่างกัน ส่งผลให้การวิเคราะห์ผลออกมาแตกต่างกัน
- จำนวนกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากัน เป็นเรื่องปกติในงานวิจัยแบบสำรวจ ที่ปัจจัยต่างๆ ไม่ได้ถูกจัดกระทำ เช่น เพศ ศาสนา อายุ
- บางครั้งในการทดลอง ถึงแม้ว่าจะจำแนกคนเข้ากลุ่มต่างๆ เท่ากัน แต่ผู้ร่วมการทดลองถอนตัวจากกลุ่มต่างๆ ไม่เท่าเทียมกัน ทำให้จำนวนกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากัน

จำนวนกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากัน

- SS ทั้ง 3 ประเภทจะมีการตีความหมายแตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น คะแนนสอบ SAT ของผู้สอบเข้าระดับปริญญาตรีในมหาวิทยาลัยชื่อดัง

ภาษาอังกฤษ \ เข้ากวดวิชา	เข้า	ไม่เข้า
โดยกำเนิด	600 ($n = 1200$)	500 ($n = 3600$)
ภาษาที่สอง	550 ($n = 900$)	440 ($n = 100$)

จำนวนกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากัน

- หากมองแต่คะแนน SAT เปรียบเทียบระหว่างคนที่พูดภาษาอังกฤษโดยกำเนิดและคนที่พูดภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่สองโดยตรง พบว่าคนกลุ่มหลังกลับได้คะแนน SAT สูงกว่า

ภาษาอังกฤษ \ เข้ากวดวิชา	M
โดยกำเนิด	525
ภาษาที่สอง	539



- แต่ลองมองดูให้ดี จะพบว่าความแตกต่างนี้ อาจเกิดจากคนที่เรียนภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่สอง เข้าโรงเรียนกวดวิชามากกว่า

จำนวนกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากัน

- เพื่อให้ยุติธรรม เราควรจะเปรียบเทียบโดยควบคุมการเข้ากวดวิชา

ภาษาอังกฤษ \ เข้ากวดวิชา	เข้า	ไม่เข้า
โดยกำเนิด	600	500
ภาษาที่สอง	550	440
แตกต่าง	50	60

- เปรียบเทียบภายในกลุ่มเข้ากวดวิชา พบว่าคนที่พูดภาษาอังกฤษโดยกำเนิดมีคะแนนสูงกว่าคนที่พูดภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่สองเท่ากับ

$$(50 + 60)/2 = 55$$

จำนวนกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากัน

- การเปรียบเทียบแบบไม่สนใจสัดส่วนในการเข้ากวตวิชา จะเป็น Type I SS
- การเปรียบเทียบภายในกลุ่มการเข้ากวตวิชา จะเป็น Type III SS ซึ่งเป็นการนำความแตกต่างของกลุ่มเข้าและกลุ่มไม่เข้ามาหารเฉลี่ยกัน
- Type II SS จะคล้ายๆ กับ Type III SS แต่การหารเฉลี่ยความแตกต่างของกลุ่มเข้าและกลุ่มไม่เข้าจะใช้วิธีถ่วงน้ำหนัก

จำนวนกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากัน

ภาษาอังกฤษ \ เข้ากวดวิชา	เข้า ($n = 2100$)	ไม่เข้า ($n = 3700$)
โดยกำเนิด	600	500
ภาษาที่สอง	550	440
แตกต่าง (Δ)	50	60

$$III: \frac{1}{2} \Delta_{.1} + \frac{1}{2} \Delta_{.2} = \frac{1}{2} \cdot 50 + \frac{1}{2} \cdot 60 = 55$$

$$II: \frac{n_{.1}}{N} \Delta_{.1} + \frac{n_{.2}}{N} \Delta_{.2} = \frac{2100}{5800} \cdot 50 + \frac{3700}{5800} \cdot 60 = 56.38$$

จำนวนกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากัน

- Type II SS มีหลักการที่ว่า ถ้าค่าความแตกต่างจากกลุ่มที่กวดวิชา และกลุ่มที่ไม่กวดวิชา ประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าเดียวกัน จึงควรให้น้ำหนักกับกลุ่มที่มีกลุ่มตัวอย่างมากกว่า
- แต่ Type II SS จะมีข้อตกลงเบื้องต้นว่า ไม่มีผลของอิทธิพลร่วมในประชากรเลย (Interaction = 0)
- เนื่องจากเราไม่ทราบค่าอิทธิพลร่วมในประชากร และอิทธิพลร่วมที่ทราบจากกลุ่มตัวอย่าง ถึงแม้จะไม่ถึงระดับนัยสำคัญ ก็อาจเป็นความผิดพลาดแบบที่สองได้
- ด้วยเหตุนี้ จึงควรใช้ Type III SS มากกว่า Type II SS

จำนวนกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากัน

- Type I SS ไม่ควรใช้เลย เนื่องจากว่าเป็นการคำนวณความแตกต่างโดยไม่สนใจอิทธิพลของตัวแปรอื่น
- โดยปกติ โปรแกรมทุกโปรแกรมจะใช้ Type III SS
- โปรแกรม SPSS สามารถคำนวณ Type I SS และ Type II SS ได้ โดยคุณ สามารถกดที่ **Model...** เพื่อเลือกประเภทของ SS ที่คุณต้องการ
- ขอเน้นย้ำอีกครั้งว่า Type I, II, และ III SS จะมีค่าเหมือนกัน หากกลุ่มตัวอย่างเท่ากัน
- ห้ามสุ่มคนออกเพื่อให้กลุ่มตัวอย่างเท่ากัน เป็นการเสียข้อมูลไปฟรีๆ

คาบต่อไป

- ส่งการบ้านที่ 4 (ส่งในสัปดาห์ที่ 8-12 ก.พ. 59)