

# การวิเคราะห์ความแตกต่าง

สถิติชั้นกลางสำหรับจิตวิทยา

สันหัต พรประเสริฐมานิต

# โครงร่างการนำเสนอ

- การวิเคราะห์ความแตกต่าง (Contrast analysis)
- การวิเคราะห์ความแตกต่างมากกว่า 1 รูปแบบ
  - การทดสอบล่วงหน้า
  - การทดสอบภายหลัง
- การทดสอบล่วงหน้ารูปแบบพิเศษ

# แนะนำ

- การวิเคราะห์ความแตกต่าง เป็นวิธีการแปลความหมายรูปแบบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม
  - เช่น เปรียบเทียบความพึงพอใจในชีวิต ระหว่าง ข้าราชการ พนักงานบริษัท เจ้าของธุรกิจ และนักเรียนนักศึกษา
- การวิเคราะห์ความแปรปรวน เพียงบอกว่า เกิดความแตกต่างระหว่างกลุ่มหรือไม่

# แนะนำ

- บทนี้ จะกล่าวถึงการสร้างรูปแบบของความแตกต่างจำเพาะ ที่สามารถตอบสนองสมมติฐานที่นักวิจัยต้องการได้ เช่น เปรียบเทียบความพึงพอใจในชีวิตระหว่างคนทำงานและนักเรียนนักศึกษา
  - กล่าวคือ ต้องการนำกลุ่มที่ 1, 2, และ 3 รวมกัน เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 4
- เรียกว่า การวิเคราะห์ความแตกต่าง (Contrast Analysis)
- ในกรณีที่มีความแตกต่างหลายรูปแบบ ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการควบคุมความผิดพลาดแบบทั้งกลุ่ม (Familywise error rate) ด้วย

# การวิเคราะห์ความแตกต่าง

สถิติขั้นกลางสำหรับจิตวิทยา

สันหัต พรประเสริฐมานิต

# การวิเคราะห์ความแตกต่าง

- เช่น เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง 4 กลุ่มในการลดความดันโลหิต



$\mu_1$



$\mu_2$



$\mu_3$



$\mu_4$

ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน จะบอกว่ากลุ่มทั้ง 4 กลุ่มแตกต่างกัน  
กล่าวคือ  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$  ไม่เป็นจริง

# การวิเคราะห์ความแตกต่าง

- เช่น เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง 4 กลุ่มในการลดความดันโลหิต



$\mu_1$



$\mu_2$



$\mu_3$



$\mu_4$

การวิเคราะห์ความแตกต่าง คือ  
การสร้างการเปรียบเทียบ  
ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มจำเพาะ  
เพื่อค้นหารูปแบบความแตกต่าง

เช่น เปรียบเทียบระหว่างยาใหม่และยาเดิม

$$\mu_1 - \mu_2$$

# การวิเคราะห์ความแตกต่าง

- เช่น เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง 4 กลุ่มในการลดความดันโลหิต



$\mu_1$



$\mu_2$



$\mu_3$



$\mu_4$

การวิเคราะห์ความแตกต่าง คือ  
การสร้างการเปรียบเทียบ  
ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มจำเพาะ  
เพื่อค้นหารูปแบบความแตกต่าง

เช่น เปรียบเทียบระหว่างยาลดความดันโลหิต  
ทั้ง 2 แบบและยาหลอก

$$\frac{\mu_1 + \mu_2}{2} - \mu_3$$

# การวิเคราะห์ความแตกต่าง

- ความแตกต่าง (Contrast) สามารถแบ่งกลุ่มได้ 2 รูปแบบ คือ
  - การเปรียบเทียบรายคู่ (Pairwise comparison) เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเพียง 2 กลุ่ม เช่น เปรียบเทียบยาใหม่และยาเดิม,  $\mu_1 - \mu_2$
  - การเปรียบเทียบซับซ้อน (Complex comparison) เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยมากกว่า 2 กลุ่ม เช่น เปรียบเทียบการใช้ยาลดน้ำหนักและยาหลอก,  
$$\frac{\mu_1 + \mu_2}{2} - \mu_3$$
- ในบทที่แล้ว ได้พูดถึงการเปรียบเทียบรายคู่ไปแล้ว ในบทนี้จะมาให้คำนิยามที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

# การวิเคราะห์ความแตกต่าง

- ความแตกต่าง (Contrast) มีรูปแบบดังนี้

$$\psi = \sum_{j=1}^k c_j \mu_j$$

- เช่น

- $\mu_1 - \mu_2 \rightarrow c_1 = 1, c_2 = -1, c_3 = 0, c_4 = 0$

- $\frac{\mu_1 + \mu_2}{2} - \mu_3 \rightarrow c_1 = \frac{1}{2}, c_2 = \frac{1}{2}, c_3 = -1, c_4 = 0$

# การวิเคราะห์ความแตกต่าง

- กฎของการสร้างความแตกต่าง

- $\sum_{j=1}^k c_j = 0$  (จำเป็น)

- ผลรวมของค่า  $c_j$  ในทางบวกเท่ากับ 1 และผลรวมของค่า  $c_j$  ในทางลบเท่ากับ -1 (ทำเพื่อให้ตีความได้ง่าย หากไม่ได้ ผลการทดสอบทางสถิติยังเหมือนเดิม)

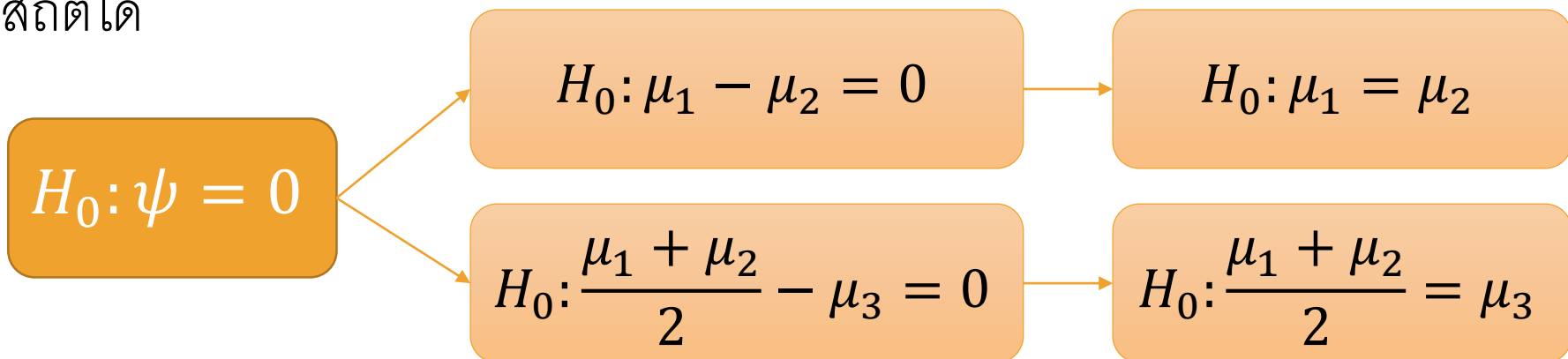
| ความแตกต่าง                       | $c_1$ | $c_2$ | $c_3$ | $c_4$ | ผลรวมของ c | ผลรวมของ c<br>ในทางบวก | ผลรวมของ c<br>ในทางลบ |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|------------|------------------------|-----------------------|
| $\mu_1 - \mu_2$                   | 1     | -1    | 0     | 0     | 0          | 1                      | -1                    |
| $\frac{\mu_1 + \mu_2}{2} - \mu_3$ | 0.5   | 0.5   | -1    | 0     | 0          | 1                      | -1                    |

# การวิเคราะห์ความแตกต่าง

- เราสามารถประมาณค่าความแตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างได้

$$\hat{\psi} = \sum_{j=1}^k c_j \bar{Y}_j$$

- ความแตกต่างที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างสามารถใช้ในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติได้



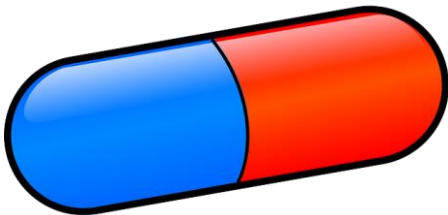
# การทดสอบสมมติฐาน

- กล่าวคือ ถึงแม้ว่า  $\psi = 0$  ในประชากร ค่าที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างอาจแตกต่างจาก 0 เนื่องจากความผิดพลาดจากการสุ่ม (Sampling error)
- การทดสอบสมมติฐานเป็นการตรวจสอบว่า หากประชากรมีค่าความแตกต่างเท่ากับ 0 แล้ว โอกาสที่จะได้ขนาดความแตกต่างในกลุ่มตัวอย่างสูงขนาดนี้มีเท่าไร หรือหาค่า  $p$  ( $p$  value) นั้นเอง
- ค่า  $p$  จะนำไปเปรียบเทียบกับ  $\alpha$  เพื่อที่จะตัดสินใจว่าจะปฏิเสธ  $H_0$  หรือไม่

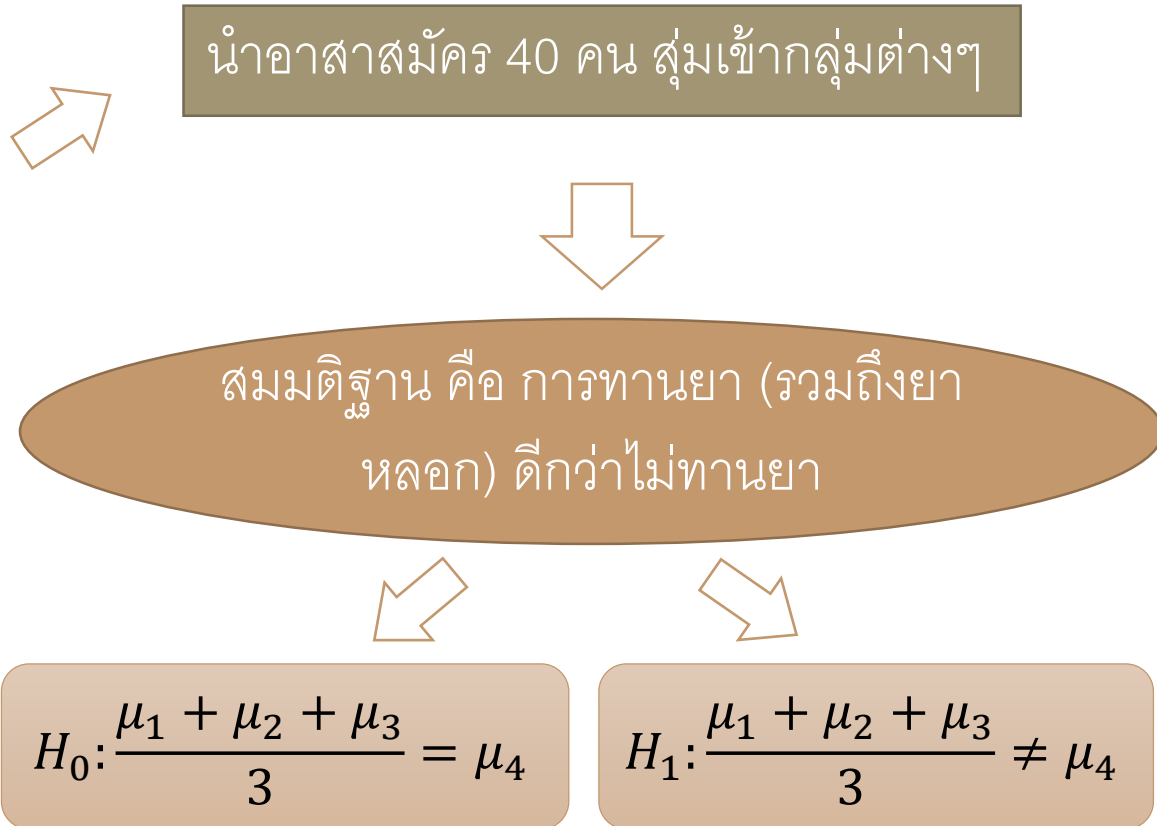
# การทดสอบสมมติฐาน

- เช่น

เปรียบเทียบการลดน้ำหนัก  
ด้วยยาลดน้ำหนักแบบใหม่,  
ยาลดน้ำหนักแบบเก่า, ยาหลอก,  
และไม่ทานยา กลุ่มละ 10 คน



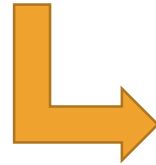
$$\alpha = .05$$



# การทดสอบสมมติฐาน

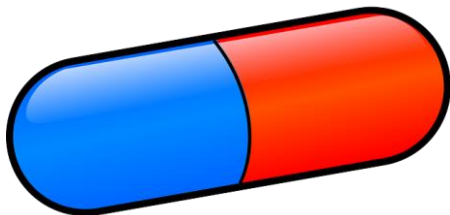
- เช่น

$$H_0: \frac{\mu_1 + \mu_2 + \mu_3}{3} = \mu_4$$



$$\frac{1}{3}\mu_1 + \frac{1}{3}\mu_2 + \frac{1}{3}\mu_3 + (-1)\mu_4$$

เปรียบเทียบการลดน้ำหนัก  
ด้วยยาลดน้ำหนักแบบใหม่,  
ยาลดน้ำหนักแบบเก่า, ยาหลอก,  
และไม่ทานยา กลุ่มละ 10 คน



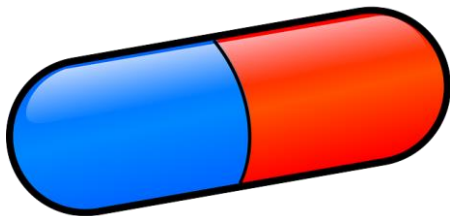
$$\alpha = .05$$

| ยาแบบ<br>ใหม่ ( $c_1$ ) | ยาแบบ<br>เก่า ( $c_2$ ) | ยาหลอก<br>( $c_3$ ) | ไม่ทาน<br>ยา ( $c_4$ ) |
|-------------------------|-------------------------|---------------------|------------------------|
| 1/3                     | 1/3                     | 1/3                 | -1                     |

# การทดสอบสมมติฐาน

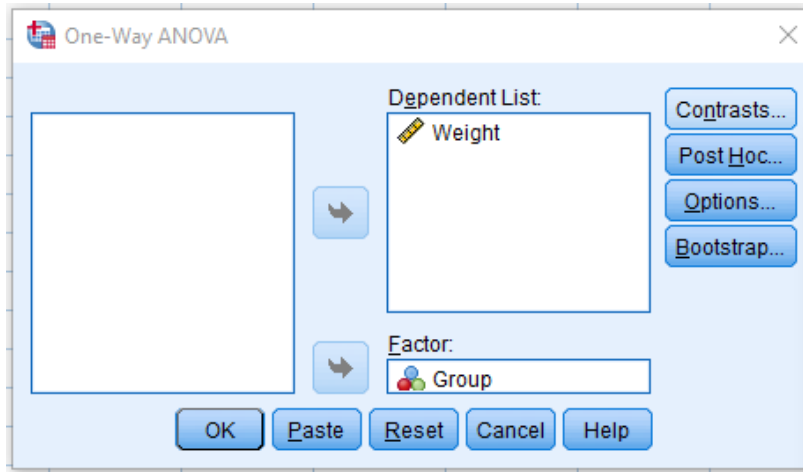
- เช่น

เปรียบเทียบการลดน้ำหนัก  
ด้วยยาลดน้ำหนักแบบใหม่,  
ยาลดน้ำหนักแบบเก่า, ยาหลอก,  
และไม่ทานยา กลุ่มละ 10 คน

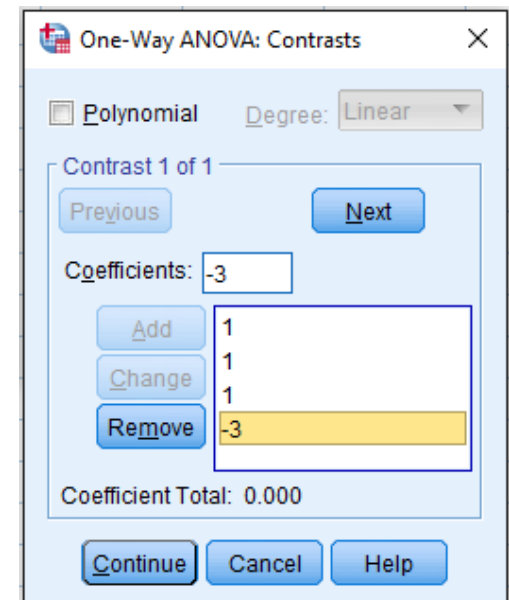
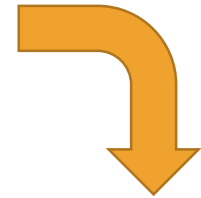


$$\alpha = .05$$

ใส่ค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่าง  
ของกลุ่มที่ 1-4 ลงไป



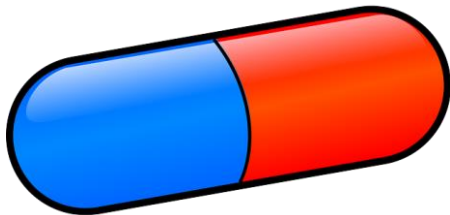
กด Contrasts...



# การทดสอบสมมติฐาน

- เช่น

เปรียบเทียบการลดน้ำหนัก  
ด้วยยาลดน้ำหนักแบบใหม่,  
ยาลดน้ำหนักแบบเก่า, ยาหลอก,  
และไม่ทานยา กลุ่มละ 10 คน



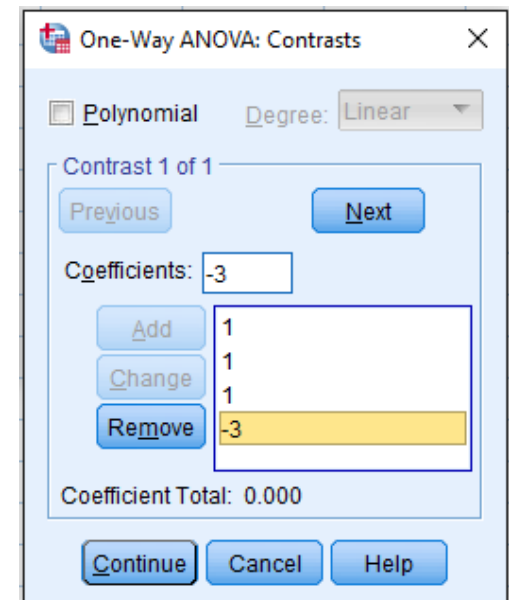
$$\alpha = .05$$

20 มกราคม 2559

ใส่ค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่าง  
ของกลุ่มที่ 1-4 ลงไป

สันหัต พรประเสริฐมานิต (INTMD STAT PSY)

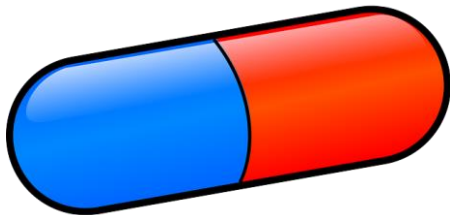
จะสังเกตว่า ผมใส่ค่า 1, 1, 1, -3 แทนที่จะเป็น 1/3, 1/3, 1/3, -1 เพราะว่า SPSS ไม่อนุญาตให้ใส่เศษส่วน การคูณค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่างด้วยค่าคงที่ ไม่ได้ทำให้ค่า  $p$  เปลี่ยนแปลงไป



# การทดสอบสมมติฐาน

- เช่น

เปรียบเทียบการลดน้ำหนัก  
ด้วยยาลดน้ำหนักแบบใหม่,  
ยาลดน้ำหนักแบบเก่า, ยาหลอก,  
และไม่ทานยา กลุ่มละ 10 คน



$$\alpha = .05$$

## ค่าสถิติพรรณนา

Descriptives

| Weight   | N  | Mean    | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean |             | Minimum | Maximum |
|----------|----|---------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
|          |    |         |                |            | Lower Bound                      | Upper Bound |         |         |
| New Drug | 10 | 75.8000 | 10.10830       | 3.19653    | 68.5690                          | 83.0310     | 56.43   | 89.63   |
| Old Drug | 10 | 78.1000 | 8.14385        | 2.57531    | 72.2742                          | 83.9258     | 66.00   | 91.47   |
| Placebo  | 10 | 94.4000 | 12.32162       | 3.89644    | 85.5856                          | 103.2144    | 71.90   | 111.88  |
| No Drug  | 10 | 87.7000 | 12.10188       | 3.82695    | 79.0428                          | 96.3572     | 68.78   | 100.71  |
| Total    | 40 | 84.0000 | 12.85022       | 2.03180    | 79.8903                          | 88.1097     | 56.43   | 111.88  |

## ผลการวิเคราะห์โดยรวม (Omnibus test)

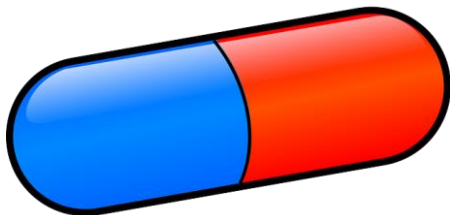
| Weight         |  | Sum of Squares | df | Mean Square | F     | Sig. |
|----------------|--|----------------|----|-------------|-------|------|
|                |  |                |    |             |       |      |
| Between Groups |  | 2239.000       | 3  | 746.333     | 6.396 | .001 |
| Within Groups  |  | 4201.001       | 36 | 116.694     |       |      |
| Total          |  | 6440.001       | 39 |             |       |      |

$$F(3, 36) = 6.40, p = .001$$

# การทดสอบสมมติฐาน

- เช่น

เปรียบเทียบการลดน้ำหนัก  
ด้วยยาลดน้ำหนักแบบใหม่,  
ยาลดน้ำหนักแบบเก่า, ยาหลอก,  
และไม่ทานยา กลุ่มละ 10 คน



$$\alpha = .05$$

ค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่าง

Contrast Coefficients

| Contrast | Group    |          |         |         |
|----------|----------|----------|---------|---------|
|          | New Drug | Old Drug | Placebo | No Drug |
| 1        | 1        | 1        | 1       | -3      |

ผลการทดสอบความแตกต่าง

Contrast Tests

|        |                                 | Contrast | Value of Contrast | Std. Error | t      | df     | Sig. (2-tailed) |
|--------|---------------------------------|----------|-------------------|------------|--------|--------|-----------------|
| Weight | Assume equal variances          | 1        | -14.8000          | 11.83357   | -1.251 | 36     | .219            |
|        | Does not assume equal variances | 1        | -14.8000          | 12.80009   | -1.156 | 13.609 | .267            |

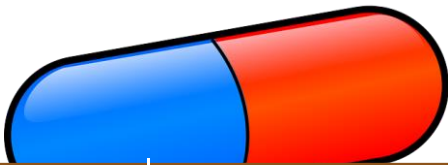
$$\bar{Y}_1 + \bar{Y}_2 + \bar{Y}_3 - 3\bar{Y}_4 = -14.8$$

$$t(36) = -1.25, p = .219$$

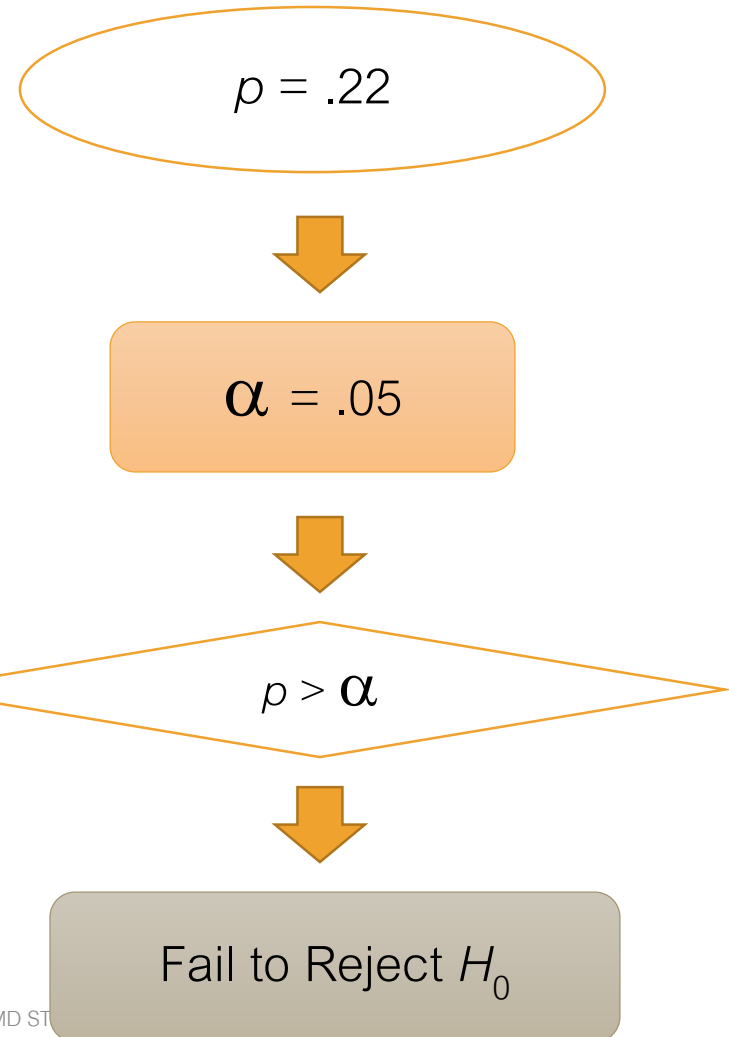
# การทดสอบสมมติฐาน

- เช่น

เปรียบเทียบการลดน้ำหนัก  
ด้วยยาลดน้ำหนักแบบใหม่,  
ยาลดน้ำหนักแบบเก่า, ยาหลอก,  
และไม่ทานยา กลุ่มละ 10 คน



กลุ่มที่ทานยา (รวมถึงยาหลอก)  
ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ทานยา  
อย่างมีนัยสำคัญ



# ข้อตกลงเบื้องต้นก่อนการใช้สถิติ

- ความแปรปรวนในประชากรของแต่ละกลุ่มเท่ากัน (Homogeneity of variance)
  - ข้อตกลงเบื้องต้นนี้ สำคัญมากในการทดสอบความแตกต่าง ไม่เหมือนกับการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปกติ หรือ Omnibus test
  - เช่น เราเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง กลุ่มที่ 3 และ 4 แต่การสร้างความแปรปรวนร่วมจะใช้ข้อมูลจากกลุ่มที่ 1 และ 2 มาคำนวณด้วย ในกรณีนี้ หากความแปรปรวนไม่เท่ากัน จะทำให้ผลการวิเคราะห์เพี้ยนไป
  - หากกลุ่มที่ 1 และ 2 มีความแปรปรวนแตกต่างจากกลุ่มที่ 3 และ 4 มาก จะส่งผลให้ผลการวิเคราะห์ไม่ถูกต้อง
  - ดังนั้น การละเมิดข้อตกลงนี้ค่อนข้างร้ายแรง แม้ว่าขนาดกลุ่มตัวอย่างจะเท่ากัน

# ข้อตกลงเบื้องต้นก่อนการใช้สถิติ

- การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นนี้ ด้วย Levene test มีข้อบกพร่อง เพราะหากขนาดกลุ่มตัวอย่างน้อย ผลของการทดสอบจะไม่มีกำลังมากพอ แม้จะมีความแตกต่างระหว่างความแปรปรวนในประชากรสูง
- (ข้อเสนอแนะ) ทดสอบ Levene test ก่อน
  - ถึงระดับนัยสำคัญ → ใช้ Welch test (บรรทัดที่ 2 ของผลการทดสอบ)
  - ไม่ถึงระดับนัยสำคัญ → ตรวจสอบสัดส่วนความแปรปรวนสูงสุดต่อต่ำสุด
    - มากกว่า 3 ต่อ 1 → ใช้ Welch test (บรรทัดที่ 2 ของผลการทดสอบ)
    - น้อยกว่า 3 ต่อ 1 → ใช้ผลการวิเคราะห์แบบปกติ

# ข้อตกลงเบื้องต้นก่อนการใช้สถิติ

- เช่น จากตัวอย่างเดิม

Test of Homogeneity of Variances

| Weight           |     |     |      |
|------------------|-----|-----|------|
| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
| 1.270            | 3   | 36  | .299 |

Descriptives

| Weight   |    |         |                |            |                                  |             |         |         |
|----------|----|---------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
|          | N  | Mean    | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean |             | Minimum | Maximum |
|          |    |         |                |            | Lower Bound                      | Upper Bound |         |         |
| New Drug | 10 | 75.8000 | 10.10830       | 3.19653    | 68.5690                          | 83.0310     | 56.43   | 89.63   |
| Old Drug | 10 | 78.1000 | 8.14385        | 2.57531    | 72.2742                          | 83.9258     | 66.00   | 91.47   |
| Placebo  | 10 | 94.4000 | 12.32162       | 3.89644    | 85.5856                          | 103.2144    | 71.90   | 111.88  |
| No Drug  | 10 | 87.7000 | 12.10188       | 3.82695    | 79.0428                          | 96.3572     | 68.78   | 100.71  |
| Total    | 40 | 84.0000 | 12.85022       | 2.03180    | 79.8903                          | 88.1097     | 56.43   | 111.88  |

Contrast Tests

| Contrast |                                 |   | Value of Contrast | Std. Error | t      | df     | Sig. (2-tailed) |
|----------|---------------------------------|---|-------------------|------------|--------|--------|-----------------|
| Weight   | Assume equal variances          | 1 | -14.8000          | 11.83357   | -1.251 | 36     | .219            |
|          | Does not assume equal variances | 1 | -14.8000          | 12.80009   | -1.156 | 13.609 | .267            |

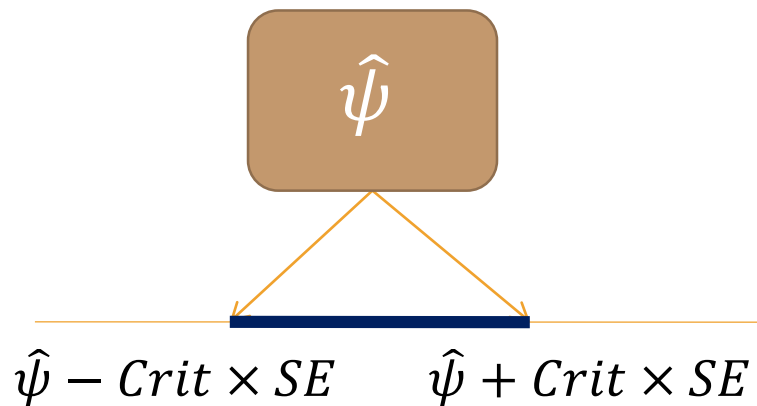
Levene test ไม่ถึง  
ระดับนัยสำคัญ

ความแปรปรวนสูงสุดต่อต่ำสุด  
 $(12.32)^2 / (8.14)^2 = 2.29$

ใช้บรรทัดบน

# ช่วงเชื่อมั่น

- สามารถคำนวณผ่านสูตรดังนี้
  - จุดวิกฤต (Critical Value) สามารถคำนวณผ่าน Excel: `=T.INV.2T(1 - C, df)`  
เช่น `T.INV.2T(0.05, 36)` สำหรับช่วงเชื่อมั่นระดับ .95 ที่  $df = 36$
  - ค่า Standard Error (SE) สามารถหาได้จาก SPSS



Contrast Tests

|        |                                 |   | Value of Contrast | Std. Error | t      | df     | Sig. (2-tailed) |
|--------|---------------------------------|---|-------------------|------------|--------|--------|-----------------|
| Weight | Assume equal variances          | 1 | -14.8000          | 11.83357   | -1.251 | 36     | .219            |
|        | Does not assume equal variances | 1 | -14.8000          | 12.80009   | -1.156 | 13.609 | .267            |

# ช่วงเชื่อมั่น

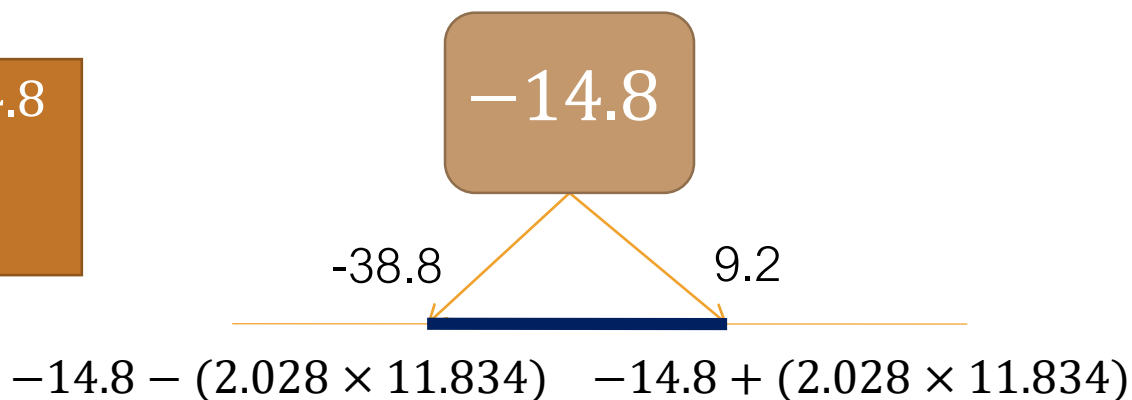
- เช่น จากตัวอย่างเดิม

$$\hat{\psi} = \bar{Y}_1 + \bar{Y}_2 + \bar{Y}_3 - 3\bar{Y}_4 = -14.8$$

Critical Value = 2.028

$SE = 11.834$

$=T.INV.2T(1 - 0.95, 36)$



Contrast Tests

|          |                                 |   | Value of Contrast | Std. Error | t      | df     | Sig. (2-tailed) |
|----------|---------------------------------|---|-------------------|------------|--------|--------|-----------------|
| Contrast |                                 |   |                   |            |        |        |                 |
| Weight   | Assume equal variances          | 1 | -14.8000          | 11.83357   | -1.251 | 36     | .219            |
|          | Does not assume equal variances | 1 | -14.8000          | 12.80009   | -1.156 | 13.609 | .267            |

# ช่วงเชื่อมั่น

- เช่น จากตัวอย่างเดิม

$$\hat{\psi} = \bar{Y}_1 + \bar{Y}_2 + \bar{Y}_3 - 3\bar{Y}_4 = -14.8$$

$$95\% CI(\hat{\psi}) = (-38.8, 9.2)$$



ปรับให้อยู่ในหน่วยปกติ



$$\hat{\psi} = \frac{1}{3}\bar{Y}_1 + \frac{1}{3}\bar{Y}_2 + \frac{1}{3}\bar{Y}_3 - \bar{Y}_4 = -\frac{14.8}{3} = -4.93$$

$$95\% CI(\hat{\psi}) = \left(-\frac{38.8}{3}, \frac{9.2}{3}\right) = (-12.93, 3.07)$$

# ขนาดอิทธิพล

- ขนาดอิทธิพลของความแตกต่าง สามารถวิเคราะห์ได้สองรูปแบบ
  - การวิเคราะห์ขนาดของความแตกต่างในหน่วยของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standardized mean differences)
  - การวิเคราะห์สัดส่วนของความแปรปรวนที่อธิบายได้ (Proportion of variance explained)

# ขนาดอิทธิพล

- ความแตกต่างมาตรฐาน (Standardized mean differences)

$$d = \frac{2\hat{\psi} / \sum_{j=1}^k |c_j|}{\sqrt{MS_W}}$$

- เศษส่วนท่อนให้เห็นถึงความแตกต่างในคะแนนดิบ และส่วนคือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม
- สูตรนี้สามารถแปลงเป็น Cohen's  $d$  แบบปกติเมื่อสัมประสิทธิ์ความแตกต่าง 1 ตัว เป็น 1 อีก 1 ตัวเป็น -1 นอกจากนั้นเป็น 0 เช่น  $\mu_2 - \mu_4$
- ค่านี้สามารถใช้คำแนะนำของ Cohen ในการแปลความหมายได้ (เช่น 0.5 = ปานกลาง)

# ขนาดอิทธิพล

ANOVA

Weight

|                | Sum of Squares | df | Mean Square | F     | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
| Between Groups | 2239.000       | 3  | 746.333     | 6.396 | .001 |
| Within Groups  | 4201.001       | 36 | 116.694     |       |      |
| Total          | 6440.001       | 39 |             |       |      |

Contrast Coefficients

| Contrast | Group    |          |         |         |
|----------|----------|----------|---------|---------|
|          | New Drug | Old Drug | Placebo | No Drug |
| 1        | 1        | 1        | 1       | -3      |

Contrast Tests

|        |                                 | Contrast | Value of Contrast | Std. Error | t      | df     | Sig. (2-tailed) |
|--------|---------------------------------|----------|-------------------|------------|--------|--------|-----------------|
| Weight | Assume equal variances          | 1        | -14.8000          | 11.83357   | -1.251 | 36     | .219            |
|        | Does not assume equal variances | 1        | -14.8000          | 12.80009   | -1.156 | 13.609 | .267            |

$$d = \frac{2\hat{\psi} / \sum_{j=1}^k |c_j|}{\sqrt{MS_W}} = \frac{2(-14.8) / (|1| + |1| + |1| + |-3|)}{\sqrt{116.694}} = -0.457$$

# ขนาดอิทธิพล

- ความแปรปรวนที่อธิบายได้ (Proportion of variance explained)
  - การวิเคราะห์ความแปรปรวน มีการหา Eta-squared หรือ Omega-squared เพื่อทดสอบว่าความแตกต่างระหว่างกลุ่มอธิบายความแตกต่างตัวแปรตามได้เท่าไร

$$\eta^2 = SS_{\text{Group}} / SS_{\text{Total}}$$

- ความแตกต่าง (Contrast) สามารถคำนวณได้ 3 รูปแบบ
  - $R^2_{\text{Alerting}}$
  - $R^2_{\text{Effect Size}}$
  - $R^2_{\text{Contrast}}$

# ขนาดอิทธิพล

- $R^2_{\text{Alerting}}$  เป็นการวิเคราะห์ว่าความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่มีทั้งหมดนั้น ถูกอธิบายด้วยความแตกต่างรูปแบบนี้เท่าไร

$$R^2_{\text{Alerting}} = SS_{\psi} / SS_{\text{Group}} \quad SS_{\psi} = \frac{(\hat{\psi})^2}{\sum_{j=1}^k (c_j^2 / n_j)}$$

- ต้องระวังว่า ค่าอิทธิพลนี้ ไม่ได้คำนึงถึงความแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปรตาม ดูแค่ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม

# ขนาดอิทธิพล

- $R^2_{\text{Effect Size}}$  เป็นการวิเคราะห์ว่าความแปรปรวนของตัวแปรตามทั้งหมดถูกอธิบายด้วยความแตกต่างรูปแบบนี้เท่าไร

$$R^2_{\text{Effect Size}} = SS_{\psi} / SS_{\text{Total}}$$

# ขนาดอิทธิพล

- $R^2_{\text{Contrast}}$  เป็นการวิเคราะห์ว่าความแปรปรวนของตัวแปรตามทั้งหมด ถูกอธิบายด้วยความแตกต่างรูปแบบนี้เท่าไร โดยไม่สนใจกลุ่มอื่นที่ไม่เกี่ยวข้อง

$$R^2_{\text{Contrast}} = SS_{\psi} / (SS_{\psi} + SS_{\text{Error}})$$

- เช่น  $\psi = \mu_2 - \mu_3$  หากควบคุมให้ค่าความแตกต่างนี้คงที่ และ  $\mu_1$  เปลี่ยนแปลงสูงขึ้น หรือต่ำลง
- การเปลี่ยนแปลงของ  $\mu_1$  จะส่งผลให้  $SS_{\text{Group}}$  มีค่าเปลี่ยนแปลงไป ทำให้  $R^2_{\text{Alerting}}$  และ  $R^2_{\text{Effect Size}}$  แต่ไม่ทำให้ค่า  $R^2_{\text{Contrast}}$  เปลี่ยนแปลง

# ขนาดอิทธิพล

- เช่น

$$SS_{\psi} = \frac{(\hat{\psi})^2}{\sum_{j=1}^k (c_j^2 / n_j)} = \frac{(-14.8)^2}{\frac{1^2}{10} + \frac{1^2}{10} + \frac{1^2}{10} + \frac{(-3)^2}{10}} = 182.53$$

$$R_{\text{Alerting}}^2 = \frac{SS_{\psi}}{SS_{\text{Group}}} = \frac{182.53}{2239} = .081$$

$$R_{\text{Effect Size}}^2 = \frac{SS_{\psi}}{SS_{\text{Total}}} = \frac{182.53}{6440} = .028$$

$$R_{\text{Contrast}}^2 = \frac{SS_{\psi}}{SS_{\psi} + SS_{\text{Error}}} = \frac{182.53}{182.53 + 4201} = .042$$

ANOVA

| Weight         |                |    |             |       |      |
|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
|                | Sum of Squares | df | Mean Square | F     | Sig. |
| Between Groups | 2239.000       | 3  | 746.333     | 6.396 | .001 |
| Within Groups  | 4201.001       | 36 | 116.694     |       |      |
| Total          | 6440.001       | 39 |             |       |      |

# ขนาดอิทธิพล

- เช่น

$$R^2_{\text{Alerting}} = .081; R^2_{\text{Effect Size}} = .028; R^2_{\text{Contrast}} = .042$$

ความแตกต่างในการเปรียบเทียบกลุ่มกินยาและไม่กินยา สามารถ

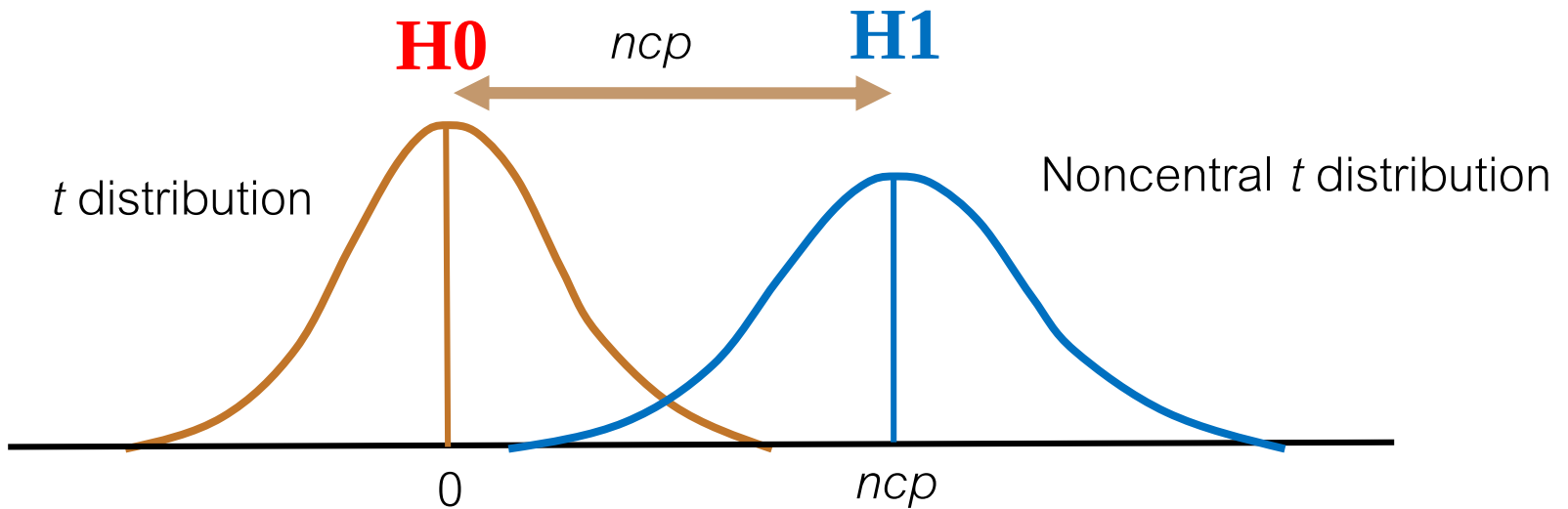
- อธิบายความแตกต่างระหว่างกลุ่มได้ 8%
- อธิบายความแตกต่างของน้ำหนักทั้งหมดได้ 3%
- อธิบายความแตกต่างของน้ำหนักทั้งหมด โดยควบคุมความแตกต่างรูปแบบอื่นได้ 4%

# กำลัง

- โปรแกรม G\*Power 3 ไม่ได้มีตัวเลือกสำหรับการทดสอบความแตกต่าง
- ในที่นี้จะกล่าวถึงวิธีพลิกแพลงในการหา กำลัง โดยหากเราสามารถสร้าง Sampling distribution ของ Alternative hypothesis ได้ ก็จะทำให้หา กำลัง ได้
- ตามที่เคยกล่าวไปในเรื่องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบอิสระจากกัน (วิชาที่แล้ว) Sampling distribution ของ Alternative hypothesis จะเป็น Noncentral  $t$  distribution ซึ่งขึ้นอยู่กับ
  - องศาอิสระ (Degree of freedom:  $df$ ) เท่ากับ  $N - k$
  - ค่าเบี่ยงเบนจากศูนย์กลาง (Noncentrality parameter:  $ncp$  หรือ  $\delta$ )

# กำลัง

- ค่าเบี่ยงเบนจากศูนย์กลาง



$$ncp = \frac{\hat{\psi}}{\sqrt{MS_W} \sqrt{\sum_{j=1}^k (c_j^2 / n_j)}} = d \cdot \frac{\sum_{j=1}^k |c_j|}{2 \cdot \sqrt{\sum_{j=1}^k (c_j^2 / n_j)}}$$

# กำลัง

- จากตัวอย่างที่ผ่านมา:  $d = -0.457$ ,  $MS_W = 116.69$  หาค่า  $ncp$

$$ncp = d \cdot \frac{\sum_{j=1}^k |c_j|}{2 \cdot \sqrt{\sum_{j=1}^k \left( \frac{c_j^2}{n_j} \right)}} = -0.457 \cdot \frac{|1| + |1| + |1| + |-3|}{2 \cdot \sqrt{\frac{1^2}{10} + \frac{1^2}{10} + \frac{1^2}{10} + \frac{(-3)^2}{10}}} = -1.25$$

- นำค่า  $ncp$  ที่ได้ไปคำนวณกำลังด้วยโปรแกรม G\*Power 3
  - เลือกกลุ่มสถิติที่ต้องการทดสอบ คือ t-tests
  - เลือกสถิติที่ใช้ทดสอบ คือ Generic t test
  - เลือกที่จะหากำลังในการทดสอบ คือ Post hoc: Compute achieved power – given  $\alpha$ , sample size and effect size

# กำลัง

- จากตัวอย่างที่ผ่านมา:  $d = -0.457$ ,  $MS_W = 116.69$  หาค่า  $ncp$

$$ncp = d \cdot \frac{\sum_{j=1}^k |c_j|}{2 \cdot \sqrt{\sum_{j=1}^k \left( \frac{c_j^2}{n_j} \right)}} = -0.457 \cdot \frac{|1| + |1| + |1| + |-3|}{2 \cdot \sqrt{\frac{1^2}{10} + \frac{1^2}{10} + \frac{1^2}{10} + \frac{(-3)^2}{10}}} = -1.25$$

| Input Parameters                 |       | Output Parameters           |            |
|----------------------------------|-------|-----------------------------|------------|
| Tail(s)                          | Two   | Critical t                  | -2.0280940 |
| Noncentrality parameter $\delta$ | -1.25 | $\beta$ err prob            | 0.7705645  |
| $\alpha$ err prob                | 0.05  | Power (1- $\beta$ err prob) | 0.2294355  |
| Df                               | 36    |                             |            |

กำลังเท่ากับ .22

# กำลัง

- การหาค่าพารามิเตอร์ที่เบี่ยงเบน สามารถใช้ `ncp_contrast.xlsx` ได้ ในไฟล์สามารถคำนวณ
  - ค่า Cohen's  $d$  เมื่อไม่ทราบค่าความแตกต่าง ( $\psi$ ) และใส่ค่าเฉลี่ยคำนวณค่าความแตกต่าง
  - ค่า Cohen's  $d$  เมื่อทราบค่าความแตกต่าง ( $\psi$ )
  - ค่า  $ncp$  เมื่อทราบค่า Cohen's  $d$

# การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง

- สามารถกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ไฟล์ `ncp_contrast.xlsx` ร่วมกับการหาคำสั่งใน G\*Power 3
- โดยค่อยๆ ปรับขนาดกลุ่มตัวอย่างไปเรื่อยๆ จนกระทั่งได้คำสั่งที่ต้องการ
- จากตัวอย่าง  $d = -0.457$

| ครั้งที่ | จำนวนคน<br>ในกลุ่ม | <i>ncp</i> | <i>df</i> | กำลัง |
|----------|--------------------|------------|-----------|-------|
| 1        | 10                 | -1.252     | 36        | .23   |
| 2        | 30                 | -2.168     | 116       | .58   |
| 3        | 50                 | -2.799     | 196       | .80   |
| 4        | 70                 | -3.311     | 276       | .91   |

ต้องการประมาณ 50 คนต่อกลุ่ม  
เพื่อให้ได้กำลังเท่ากับ .80

# การวิเคราะห์ความแตกต่างมากกว่า 1 รูปแบบ

สถิติขั้นกลางสำหรับจิตวิทยา

สันหัด พรประเสริฐมานิต

# การวิเคราะห์ความแตกต่างมากกว่า 1 รูปแบบ

- บางครั้ง ผู้วิจัยต้องการทดสอบความแตกต่างมากกว่า 1 ชนิด เช่น
  - ความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ใช้ยาและไม่ใช้ยา

$$H_0: \frac{\mu_1 + \mu_2 + \mu_3}{3} = \mu_4$$

- ความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ใช้ยาจริงและยาหลอก

$$H_0: \frac{\mu_1 + \mu_2}{2} = \mu_3$$

- ความแตกต่างระหว่างยาชนิดใหม่และยาชนิดเดิม

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

# การวิเคราะห์ความแตกต่างมากกว่า 1 รูปแบบ

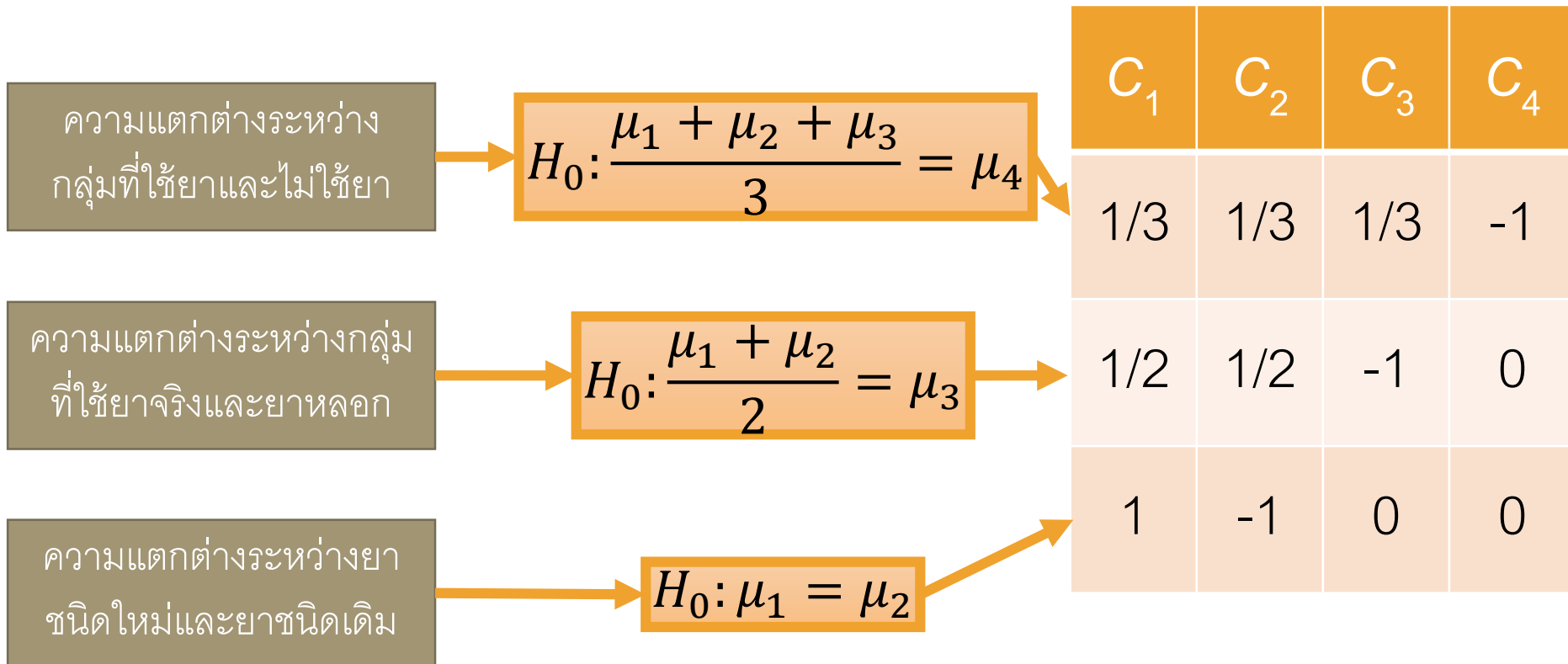
- เนื่องจากความแตกต่างที่ทดสอบมีมากกว่า 1 ประเภท นักวิจัยต้องควบคุมโอกาสในการเจอความผิดพลาดทั้งกลุ่ม (Familywise Error Rate)
- วิธีการควบคุม จะแยกตามประเภทในการทดสอบ
  - การทดสอบล่วงหน้า (A priori contrast) คือ การทดสอบความแตกต่างตามสมมติฐานที่นักวิจัยตั้งไว้ ไม่จำเป็นต้องทดสอบโดยรวม (Omnibus test) ผ่าน One-way ANOVA
  - การทดสอบภายหลัง (Post hoc comparison) คือ การทดสอบความแตกต่างภายหลังจากที่ทราบแล้วว่า พบความแตกต่างใน One-way ANOVA ไม่มีการตั้งสมมติฐานรูปแบบความแตกต่างมาก่อน

# การทดสอบล่วงหน้า

- การทดสอบล่วงหน้า (A priori contrast) ต้อง
  - ทราบสมมติฐานล่วงหน้าแล้ว สามารถแปลงสมมติฐานให้เป็นความแตกต่าง แล้วทดสอบความแตกต่างได้เลย
  - การควบคุม  $\alpha_{FW}$  ให้ทำโดยวิธีของ Bonferroni, Holm, หรือ Sidak (แนะนำวิธีของ Holm)

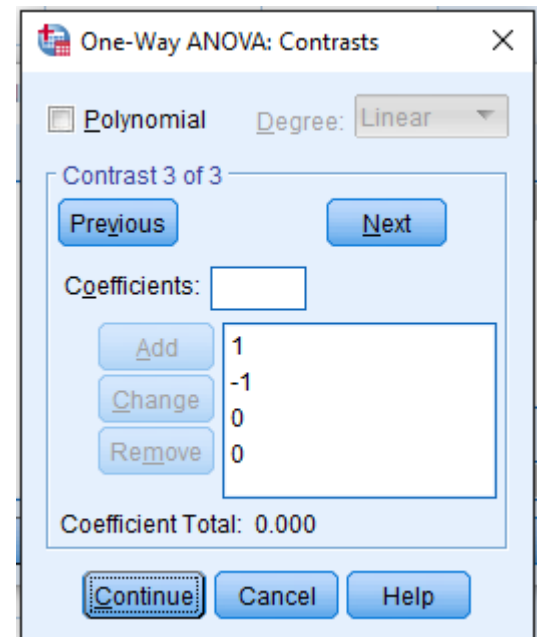
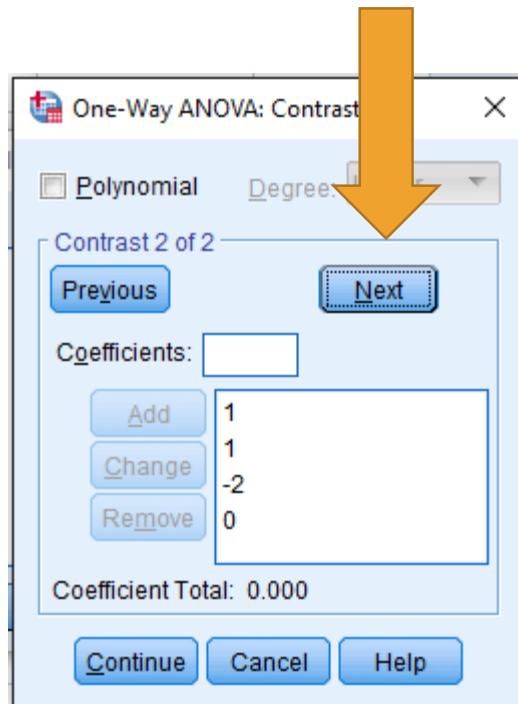
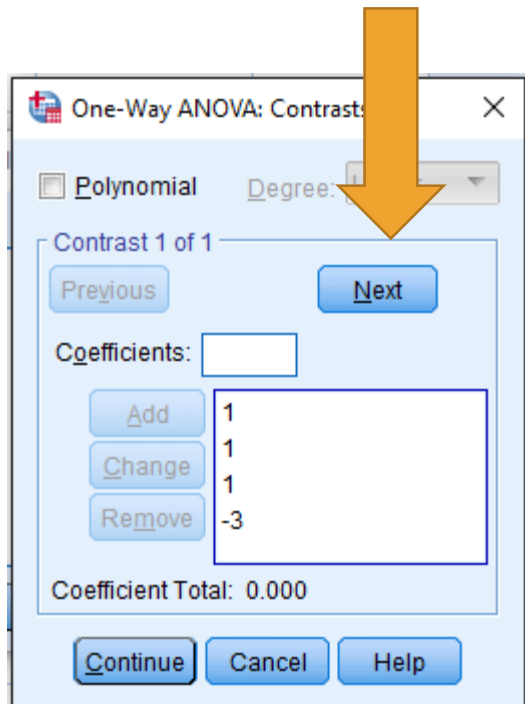
# การทดสอบลวงหน้า

- เช่น จากตัวอย่างเรื่องยาลดน้ำหนัก



# การทดสอบล่วงหน้า

- เช่น จากตัวอย่างเรื่องยาลดน้ำหนัก



# การทดสอบล่วงหน้า

- เช่น จากตัวอย่างเรื่องยาลดน้ำหนัก

**ANOVA**

Weight

|                | Sum of Squares        | df | Mean Square | F     | Sig. |
|----------------|-----------------------|----|-------------|-------|------|
| Between Groups | 2239.000 <sup>a</sup> | 2  | 1119.500    | 6.396 | .001 |
| Within Groups  | 6440.001              | 36 | 178.889     |       |      |
| Total          | 8679.001              | 38 |             |       |      |

**Contrast Coefficients**

| Contrast | Group    |          |         |         |
|----------|----------|----------|---------|---------|
|          | New Drug | Old Drug | Placebo | No Drug |
| 1        | 1        | 1        | 1       | -3      |
| 2        | 1        | 1        | -2      | 0       |
| 3        | 1        | -1       | 0       | 0       |

**Contrast Tests**

|        |                                 | Contrast | Value of Contrast | Std. Error | t      | df     | Sig. (2-tailed) |
|--------|---------------------------------|----------|-------------------|------------|--------|--------|-----------------|
| Weight | Assume equal variances          | 1        | -14.8000          | 11.83357   | -1.251 | 36     | .219            |
|        |                                 | 2        | -34.9000          | 8.36760    | -4.171 | 36     | .000            |
|        |                                 | 3        | -2.3000           | 4.83103    | -.476  | 36     | .637            |
|        | Does not assume equal variances | 1        | -14.8000          | 12.80009   | -1.156 | 13.609 | .267            |
|        |                                 | 2        | -34.9000          | 8.80789    | -3.962 | 14.119 | .001            |
|        |                                 | 3        | -2.3000           | 4.10488    | -.560  | 17.220 | .582            |

# การทดสอบล่วงหน้า

- เช่น จากตัวอย่างเรื่องยาลดน้ำหนัก

ควบคุม  $\alpha_{FW}$  ด้วยวิธีของ Holm

| ความแตกต่าง                                    | $p$  | Rank | $\alpha$        | Sig |
|------------------------------------------------|------|------|-----------------|-----|
| $H_0: \frac{\mu_1 + \mu_2 + \mu_3}{3} = \mu_4$ | .219 | 2    | $.05/2 = .025$  | NO  |
| $H_0: \frac{\mu_1 + \mu_2}{2} = \mu_3$         | .000 | 1    | $.05/3 = .0167$ | YES |
| $H_0: \mu_1 = \mu_2$                           | .637 | 3    |                 | NO  |

# การทดสอบล่วงหน้า (การเขียนรายงาน)

- การวิจัยครั้งนี้ ต้องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของยาลดน้ำหนักรุ่นใหม่ ยาลดน้ำหนักเก่า ยาหลอก และไม่ได้รับยา ว่าสามารถลดน้ำหนักได้แตกต่างกันหรือไม่ ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์สถิติพรรณนา เก็บข้อมูลจากกลุ่มละ 10 คน การวิจัยนี้จะทดสอบ 3 สมมติฐานโดยปรับระดับนัยสำคัญด้วยวิธีของ Holm พบว่ากลุ่มที่ใช้ยาทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างจากกลุ่มไม่ได้รับยาอย่างมีนัยสำคัญ,  $t(36) = -1.25$ ,  $p = .22$ ,  $d = -0.457$ , กลุ่มที่ใช้ยาลดน้ำหนักรุ่น 2 กลุ่มมีน้ำหนักลดลงมากกว่าการใช้ยาหลอกอย่างมีนัยสำคัญ,  $t(36) = -4.17$ ,  $p < .001$ ,  $d = -1.615$ , และกลุ่มยาลดน้ำหนักรุ่นใหม่มีน้ำหนักไม่แตกต่างจากกลุ่มยาลดน้ำหนักเก่าอย่างมีนัยสำคัญ,  $t(36) = -0.48$ ,  $p = .64$ ,  $d = -0.213$

# การทดสอบล่องหน้า (การเขียนรายงาน)

- ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักร่างกายจากกลุ่มลดน้ำหนักทั้ง 4 กลุ่ม กลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 10 คน

| กลุ่ม           | <i>M</i> | <i>SD</i> |
|-----------------|----------|-----------|
| ยาลดน้ำหนักใหม่ | 75.8     | 10.11     |
| ยาลดน้ำหนักเก่า | 78.1     | 8.14      |
| ยาหลอก          | 94.4     | 12.32     |
| ไม่ได้รับยา     | 87.7     | 12.10     |

# การทดสอบล่องหน้า

- การทดสอบล่องหน้า สามารถตั้งความแตกต่างได้ตั้งแต่ 1 รูปแบบจนกระทั่งมีกี่รูปแบบก็ได้ ไม่จำเป็นต้องน้อยกว่าจำนวนกลุ่ม
  - แต่การควบคุมความผิดพลาดทั้งกลุ่ม ก็จะมีมากขึ้น จึงนิยมใช้น้อยๆ
- บางครั้งผลการทดสอบล่องหน้าจะไม่สอดคล้องกับการทดสอบโดยรวม (Omnibus test) ให้เชื่อผลการทดสอบล่องหน้าเสมอ
  - กล่าวคือ แม้ว่าการทดสอบโดยรวมไม่ถึงระดับนัยสำคัญ หากการทดสอบล่องหน้าถึงระดับนัยสำคัญ ให้ใช้ผลการทดสอบล่องหน้า

# การทดสอบภายหลัง

- การทดสอบภายหลัง (Post hoc comparison) คือ การทดสอบความแตกต่างภายหลังจากที่ทราบแล้วว่า Omnibus test พบว่ากลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
- การวิจัยนี้ไม่มีการตั้งสมมติฐานรูปแบบความแตกต่างของแต่ละกลุ่มมาก่อน ผู้วิจัยมาเดาเอาเองว่า ความแตกต่างน่าจะอยู่ในรูปแบบใด
  - เช่น รู้ว่ากลุ่มลดน้ำหนัก 4 กลุ่มแตกต่างกัน แต่ผู้วิจัยไม่ได้ตั้งสมมติฐานมาก่อนว่ากลุ่มใดน่าจะแตกต่างกับกลุ่มใด

# การทดสอบภายหลัง

- ในการทดสอบล่วงหน้า ผู้วิจัยจะไม่รู้ค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม จะตั้งการทดสอบความแตกต่างตามสมมติฐาน
- แต่ในการทดสอบภายหลัง ผู้วิจัยจะรู้ค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มแล้ว การตั้งความแตกต่าง จะมีแนวโน้มสอดคล้องไปกับค่าเฉลี่ยที่สังเกตได้

| กลุ่ม           | <i>M</i> | <i>SD</i> |
|-----------------|----------|-----------|
| ยาลดน้ำหนักใหม่ | 75.8     | 10.11     |
| ยาลดน้ำหนักเก่า | 78.1     | 8.14      |
| ยาหลอก          | 94.4     | 12.32     |
| ไม่ได้รับยา     | 87.7     | 12.10     |

ความแตกต่างที่น่าจะเกิดขึ้น  
หลังจากดูค่าเฉลี่ยแล้ว คือ

$$H_0: \mu_1 = \mu_3$$

$$H_0: \frac{\mu_1 + \mu_2}{2} = \mu_3$$

# การทดสอบภายหลัง

- เนื่องจากทราบอยู่แล้วว่ามีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม และการตั้งรูปแบบความแตกต่างขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ยที่สังเกตได้
- ค่าเฉลี่ยที่สังเกตได้อาจได้รับผลกระทบจากความผิดพลาดจากการสุ่ม เช่น สุ่มได้  $M_1$  สูงพอดี และ  $M_3$  ต่ำพอดี ทำให้มีความแตกต่างสูงทั้งที่  $\mu_1 = \mu_3$
- จึงทำให้ต้องมีการควบคุมเป็นพิเศษไม่ให้ถึงระดับนัยสำคัญง่ายจนเกินไป กล่าวคือ
  - ถ้าเปรียบเทียบรายคู่เพียงคู่เดียว ต้องคิดรวกับว่าเปรียบเทียบรายคู่ทุกคู่
  - ถ้าเปรียบเทียบแบบซับซ้อนเพียงรูปแบบเดียว ต้องคิดรวกับว่าทดสอบความแตกต่างแบบซับซ้อนที่เป็นไปได้ทั้งหมด

# การทดสอบภายหลัง

- ในบทที่แล้ว ได้กล่าวถึงรูปแบบหนึ่งของการทดสอบภายหลัง คือ การทดสอบรายคู่ (Pairwise comparison) ที่เป็นไปได้ทั้งหมด
  - การทดสอบจะผ่านวิธีของ Tukey หรือ Games-Howell
- หากต้องการทดสอบความแตกต่างซับซ้อนภายหลังที่ทราบค่าเฉลี่ย ให้ใช้
  - วิธีของ Scheffe หากสามารถเหมารวมได้ว่าความแปรปรวนในประชากรเท่ากัน
  - วิธีของ Brown-Forsythe หากไม่สามารถเหมารวมได้ว่าความแปรปรวนในประชากรเท่ากัน

# การทดสอบภายหลัง

- ใน SPSS การกด **Post hoc...** แล้วเลือกวิธี **Scheffe** จะไม่ได้ทดสอบความแตกต่างซับซ้อน แต่จะเป็นความแตกต่างรายคู่ทั้งหมด
- วิธีการทดสอบความแตกต่างซับซ้อน คือ ให้ใส่สัมประสิทธิ์ความแตกต่าง ใน **Contrast...** เหมือนการทดสอบล่วงหน้า แต่ให้หาค่าวิกฤต (Critical value) ด้วยตนเอง
- ค่าวิกฤตของ  $F = t^2$ 
  - Scheffe:  $(k - 1)F_{.05, k-1, N-k}$
  - Brown-Forsythe:  $(k - 1)F_{.05, k-1, df_e}$  โดยที่  $df_e$  สามารถหาได้จากการกด **Options...** เลือก **Brown-Forsythe** แล้วดูผล  $df_2$  ที่คำนวณได้

# การทดสอบภายหลัง

- เช่น ผลการทดสอบรายคู่ด้วยวิธีของ Scheffe

## Multiple Comparisons

Dependent Variable: Weight

Scheffe

| (I) Group | (J) Group | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval |             |
|-----------|-----------|-----------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
|           |           |                       |            |      | Lower Bound             | Upper Bound |
| New Drug  | Old Drug  | -2.30000              | 4.83103    | .973 | -16.4664                | 11.8664     |
|           | Placebo   | -18.60000*            | 4.83103    | .006 | -32.7664                | -4.4336     |
|           | No Drug   | -11.90000             | 4.83103    | .128 | -26.0664                | 2.2664      |
| Old Drug  |           |                       |            |      |                         |             |
|           | Placebo   | -16.30000*            | 4.83103    | .018 | -30.4664                | -2.1336     |
|           | No Drug   | -9.60000              | 4.83103    | .284 | -23.7664                | 4.5664      |
| Placebo   |           |                       |            |      |                         |             |
|           | No Drug   | 6.70000               | 4.83103    | .594 | -7.4664                 | 20.8664     |

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

กลุ่มยาหลอกแตกต่างจาก  
กลุ่มยาใหม่และกลุ่มยาเก่า  
อย่างมีนัยสำคัญ

# การทดสอบภายหลัง

- เช่น ต้องการทดสอบความแตกต่างซับซ้อน ด้วยวิธีของ Scheffe

$$H_0: \frac{\mu_1 + \mu_2}{2} = \frac{\mu_3 + \mu_4}{2} \Rightarrow H_0: 0.5\mu_1 + 0.5\mu_2 - 0.5\mu_3 - 0.5\mu_4 = 0$$

$$= F.INV.RT(0.05, 3, 36)$$

Contrast Coefficients

| Contrast | Group    |          |         |         |
|----------|----------|----------|---------|---------|
|          | New Drug | Old Drug | Placebo | No Drug |
| 1        | .5       | .5       | -.5     | -.5     |

$$\text{จุดวิกฤต: } (k - 1)F_{.05, k-1, N-k} = 8.60$$

Contrast Tests

|        |                                 |   | Value of Contrast | Std. Error | t      | df     | Sig. (2-tailed) |
|--------|---------------------------------|---|-------------------|------------|--------|--------|-----------------|
| Weight | Assume equal variances          | 1 | -14.1000          | 3.41606    | -4.128 | 36     | .000            |
|        | Does not assume equal variances | 1 | -14.1000          | 3.41606    | -4.128 | 33.047 | .000            |

$$F = (-4.128)^2 = 17.04$$

Reject  $H_0$

# การทดสอบภายหลัง

- เช่นต้องการทดสอบความแตกต่างซับซ้อน ด้วยวิธีของ Brown-Forsythe

$$H_0: \frac{\mu_1 + \mu_2}{2} = \frac{\mu_3 + \mu_4}{2} \Rightarrow H_0: 0.5\mu_1 + 0.5\mu_2 - 0.5\mu_3 - 0.5\mu_4 = 0$$

Robust Tests of Equality of Means

| Weight         |  | Statistic <sup>a</sup> | df1 | df2    | Sig. |
|----------------|--|------------------------|-----|--------|------|
| Brown-Forsythe |  | 6.396                  | 3   | 33.047 | .002 |

a. Asymptotically F distributed.

$$= F.INV.RT(0.05, 3, 33.047)$$

$$\text{จุดวิกฤต: } (k - 1)F_{.05, k-1, N-k} = 8.67$$

Contrast Tests

|        |                                 |   | Value of Contrast | Std. Error | t      | df     | Sig. (2-tailed) |
|--------|---------------------------------|---|-------------------|------------|--------|--------|-----------------|
| Weight | Assume equal variances          | 1 | -14.1000          | 3.41606    | 4.128  | 36     | .000            |
|        | Does not assume equal variances | 1 | -14.1000          | 3.41606    | -4.128 | 33.047 | .000            |

$$F = (-4.128)^2 = 17.04$$

Reject  $H_0$

# การทดสอบภายหลัง (การเขียนรายงาน)

- การวิจัยครั้งนี้ ต้องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของยาลดน้ำหนักรใหม่ ยาลดน้ำหนักเก่า ยาหลอก และไม่ได้รับยา ว่าสามารถลดน้ำหนักได้แตกต่างกันหรือไม่ ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์สถิติพรรณนา จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way Analysis of Variance) พบว่ากลุ่มทั้ง 4 กลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ,  $F(3, 36) = 6.40, p = .001, \eta^2 = .35$ , จากการทดสอบแบบภายหลังด้วยวิธีของ Scheffe พบว่าผู้ใช้น้ำยาหลอกมีน้ำหนักสูงกว่ากลุ่มยาใหม่ ( $p = .006$ ) และกลุ่มยาเก่า ( $p = .018$ ) อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความแตกต่างรายคู่อื่นไม่ถึงระดับนัยสำคัญ นอกจากนี้ผู้วิจัยพบว่า กลุ่มผู้ใช้น้ำยาใหม่และยาเก่ารวมกัน มีน้ำหนักน้อยกว่ากลุ่มที่ใช้น้ำยาหลอกและไม่ได้ทานยารวมกัน ( $p < .05$ )

# การทดสอบภายหลัง

- ผลการทดสอบภายหลัง จะใช้ก็ต่อเมื่อไม่มีการตั้งสมมติฐานการวิจัยเรื่องรูปแบบความแตกต่างไว้ก่อน และทราบว่าผลการวิเคราะห์ Omnibus test มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่านั้น
- หากผลการวิเคราะห์ Omnibus test พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ
  - ต้องมีความแตกต่างซับซ้อนอย่างน้อย 1 รูปแบบที่มีผลถึงระดับนัยสำคัญ
  - แต่อาจไม่พบความแตกต่างรายคู่ที่ถึงระดับนัยสำคัญได้ ในกรณีนี้ ให้หาความแตกต่างซับซ้อนเพิ่มเติม (โดยใช้วิธีของ Scheffe)

# เปรียบเทียบระหว่างการทดสอบล่วงหน้าและภายหลัง

- การทดสอบล่วงหน้า จะทดสอบสมมติฐานรูปแบบความแตกต่างจำนวนน้อย
  - ใช้วิธี Bonferroni, Sidak, Holm
  - วิธีเหล่านี้ จะมีแนวโน้มให้กำลังสูงกว่า แต่หากรูปแบบความแตกต่างจำนวนมาก อาจเปรียบเทียบค่าวิกฤตที่ได้จากวิธีของ Scheffe หรือ Brown-Forsythe ถ้าวิธีหลัง มีค่าน้อยกว่าให้ใช้วิธีหลัง (เพื่อให้ได้กำลังสูง)
- การทดสอบภายหลัง จะทดสอบรูปแบบความแตกต่าง (รายคู่หรือซับซ้อน) ที่เป็นไปได้ทั้งหมด
  - ใช้วิธี Tukey, Games-Howell, Scheffe, Brown-Forsythe
  - วิธีของ Bonferroni, Sidak, Holm ถึงแม้จะใช้ได้ จะมีให้กำลังต่ำกว่ามาก

# การทดสอบล่องหน้ารูปแบบพิเศษ

สถิติชั้นกลางสำหรับจิตวิทยา

สันหัด พรประเสริฐมานิต

# การทดสอบล่องหน้ารูปแบบพิเศษ

- ความแตกต่างแบบเป็นอิสระจากกัน (Orthogonal Contrast)
- การเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มอื่นๆ
- การหากลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดหรือต่ำที่สุด
- การวิเคราะห์แนวโน้ม (Trend analysis)

# ความแตกต่างแบบอิสระจากกัน

- ความแตกต่างแบบอิสระจากกัน (Orthogonal contrast) คือ ความแตกต่างอย่างน้อย 2 รูปแบบ ไม่มีผลกระทบซึ่งกันและกัน
  - กล่าวอย่างง่าย คือ สามารถทำให้ความแตกต่างหนึ่งเปลี่ยนแปลง โดยความแตกต่างอีกรูปแบบหนึ่งไม่เปลี่ยนแปลง

| กลุ่ม            | <i>M</i> | <i>SD</i> |
|------------------|----------|-----------|
| ยาลดน้ำหนักรใหม่ | 75.8     | 10.11     |
| ยาลดน้ำหนักเก่า  | 78.1     | 8.14      |
| ยาหลอก           | 94.4     | 12.32     |
| ไม่ได้รับยา      | 87.7     | 12.10     |

$$\frac{\mu_1 + \mu_2}{2} - \mu_3 = -17.45$$
$$\mu_1 - \mu_2 = -2.3$$

# ความแตกต่างแบบอิสระจากกัน

- ความแตกต่างแบบอิสระจากกัน (Orthogonal contrast) คือ ความแตกต่างอย่างน้อย 2 รูปแบบ ไม่มีผลกระทบซึ่งกันและกัน
  - กล่าวอย่างง่าย คือ สามารถทำให้ความแตกต่างหนึ่งเปลี่ยนแปลง โดยความแตกต่างอีกรูปแบบหนึ่งไม่เปลี่ยนแปลง

| กลุ่ม            | <i>M</i>    | <i>SD</i>    |
|------------------|-------------|--------------|
| ยาลดน้ำหนักรใหม่ | 75.8        | 10.11        |
| ยาลดน้ำหนักเก่า  | 78.1        | 8.14         |
| <b>ยาหลอก</b>    | <b>85.0</b> | <b>12.32</b> |
| ไม่ได้รับยา      | 87.7        | 12.10        |

$$\frac{\mu_1 + \mu_2}{2} - \mu_3 = -8.05$$

เปลี่ยน

$$\mu_1 - \mu_2 = -2.3$$

คงเดิม

# ความแตกต่างแบบอิสระจากกัน

- ความแตกต่างแบบอิสระจากกัน (Orthogonal contrast) สามารถทดสอบได้

$$\sum_{j=1}^k c_{1j} c_{2j} = 0$$

กล่าวคือ นำสัมประสิทธิ์ความแตกต่างของความแตกต่าง  
สองรูปแบบมาคูณกันแล้วบวกกัน ผลรวมต้องเท่ากับ 0

- หากมีความแตกต่างตั้งแต่ 3 รูปแบบขึ้นไป ผลรวมของการคูณจากความแตกต่างทุกคู่ ต้องเท่ากับ 0

# ความแตกต่างแบบอิสระจากกัน

- เช่น

| $C_1$ | $C_2$ | $C_3$ | $C_4$ |
|-------|-------|-------|-------|
| 1/3   | 1/3   | 1/3   | -1    |
| 1/2   | 1/2   | -1    | 0     |
| 1     | -1    | 0     | 0     |

$$\left(\frac{1}{3} \times \frac{1}{2}\right) + \left(\frac{1}{3} \times \frac{1}{2}\right) + \left(\frac{1}{3} \times -1\right) + (-1 \times 0) = 0$$

$$\left(\frac{1}{3} \times 1\right) + \left(\frac{1}{3} \times -1\right) + \left(\frac{1}{3} \times 0\right) + (-1 \times 0) = 0$$

$$\left(\frac{1}{2} \times 1\right) + \left(\frac{1}{2} \times -1\right) + (-1 \times 0) + (0 \times 0) = 0$$

เป็น Orthogonal Contrasts

# ความแตกต่างแบบอิสระจากกัน

- คุณสมบัติของความแตกต่างแบบอิสระจากกัน คือ หากสามารถสร้าง ความแตกต่างที่เป็นอิสระจากกันจำนวน  $k - 1$  รูปแบบแล้ว

$$SS_{Group} = \sum_{j=1}^{k-1} SS_{\psi_j}$$

- การทดสอบความแตกต่างไม่จำเป็นต้องให้ความแตกต่างเป็นอิสระจากกัน
- สิ่งที่สำคัญที่สุด คือ ต้องสร้างให้ความแตกต่างตรงกับสมมติฐานวิจัยมากที่สุด

# การเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มอื่นๆ

- การทดสอบวิธีนี้ จะสร้างความแตกต่างรายคู่ที่เป็นการเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมกับกลุ่มอื่นอีก  $k - 1$  กลุ่ม เช่น

| กลุ่มที่      | 1 | 2 | 3 | 4  |
|---------------|---|---|---|----|
| ความแตกต่าง 1 | 1 | 0 | 0 | -1 |
| ความแตกต่าง 2 | 0 | 1 | 0 | -1 |
| ความแตกต่าง 3 | 0 | 0 | 1 | -1 |

- การควบคุมระดับ  $\alpha_{FW}$  จะใช้วิธีพิเศษเพื่อให้ได้รับกำลังสูงสุดที่เป็นไปได้
- เลือก Post hoc... แล้วเลือกวิธีของ Dunnett โดยเลือกว่าจะให้กลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มแรกหรือกลุ่มสุดท้าย และทิศทางทดสอบ (ทางเดียวหรือสองทาง)

# การเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มอื่นๆ

- เช่น ให้กลุ่มไม่ได้รับยาเป็นกลุ่มควบคุม ทดสอบสองทาง

## Multiple Comparisons

Dependent Variable: Weight

Dunnett t (2-sided)<sup>a</sup>

| (I) Group | (J) Group | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval |             |
|-----------|-----------|-----------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
|           |           |                       |            |      | Lower Bound             | Upper Bound |
| New Drug  | No Drug   | -11.90000*            | 4.83103    | .049 | -23.7464                | -.0536      |
| Old Drug  | No Drug   | -9.60000              | 4.83103    | .134 | -21.4464                | 2.2464      |
| Placebo   | No Drug   | 6.70000               | 4.83103    | .381 | -5.1464                 | 18.5464     |

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

a. Dunnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

กลุ่มยาลดน้ำหนักใหม่ แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

แม้จะกดผ่าน Post hoc... แต่กระบวนการนี้ ไม่จำเป็นต้องทดสอบ Omnibus test

# การเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มอื่นๆ

- วิธีนี้มีข้อตกลงเบื้องต้นว่า ความแปรปรวนในประชากรเท่ากัน
- หากทดสอบไม่ผ่าน ให้ใช้วิธีของ Games-Howell ในการทดสอบว่ากลุ่มควบคุมแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่
- การเปรียบเทียบรูปแบบนี้ ไม่ค่อยได้รับความนิยมในจิตวิทยา แต่ทว่าจะเป็นกระบวนการที่ใช้ในการหากลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดหรือต่ำที่สุดในหัวข้อถัดไป

# การหากลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดหรือต่ำที่สุด

- บางครั้ง นักวิจัยอาจต้องการหาวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุด จากทางเลือกทั้งหมด
- ใช้วิธีของ Hsu (1996) โดยคำนวณผ่านวิธีของ Dunnett ใน SPSS โดยในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะการคำนวณผ่านวิธีการคำนวณแบบสองทาง
  - ให้กลุ่มสูงที่สุดหรือกลุ่มต่ำที่สุด เป็นกลุ่มควบคุมในวิธีของ Dunnett โดยใส่รหัสกลุ่มดังกล่าวเป็นกลุ่มสุดท้ายหรือกลุ่มแรก (ใช้คำสั่ง **Recode...** ใน SPSS)
  - เปรียบเทียบกลุ่มสูงที่สุดหรือกลุ่มต่ำที่สุดกับกลุ่มอื่นผ่านวิธีของ Dunnett
  - หากกลุ่มที่ได้สูงกว่า (หรือต่ำกว่า) กลุ่มอื่นทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญ กลุ่มดังกล่าวถือว่าเป็นกลุ่มสูงที่สุด (หรือต่ำที่สุด) อย่างมีนัยสำคัญ

# การหากลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดหรือต่ำที่สุด

- เช่น กลุ่มยาตัวใหม่ มีน้ำหนักน้อยที่สุด ต้องการทดสอบว่ากลุ่มนี้มีประสิทธิภาพมากที่สุดหรือไม่

เปรียบเทียบกลุ่มยาใหม่  
(ที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด) และกลุ่มอื่นๆ

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Weight  
Dunnett t (2-sided)<sup>a</sup>

| (I) Group | (J) Group | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval |             |
|-----------|-----------|-----------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
|           |           |                       |            |      | Lower Bound             | Upper Bound |
| Old Drug  | New Drug  | 2.30000               | 4.83103    | .934 | -9.5464                 | 14.1464     |
| Placebo   | New Drug  | 18.60000*             | 4.83103    | .001 | 6.7536                  | 30.4464     |
| No Drug   | New Drug  | 11.90000*             | 4.83103    | .049 | .0536                   | 23.7464     |

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

a. Dunnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

กลุ่มยาใหม่ไม่แตกต่างจากยาเก่า  
อย่างมีนัยสำคัญ จึงไม่สามารถสรุป  
ได้ว่าเป็นกลุ่มที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

# การหากลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดหรือต่ำที่สุด

- วิธีนี้มีข้อตกลงเบื้องต้น คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่ากัน และความแปรปรวนแต่ละกลุ่มในประชากรเท่ากัน
- หากการวิเคราะห์ของคุณไม่ใกล้เคียงกับข้อตกลงเบื้องต้นนี้ ให้ใช้วิธีการเปรียบเทียบรายคู่แบบปกติ (เช่น Tukey หรือ Games-Howell) แล้วทดสอบว่าคะแนนที่สูงที่สุดหรือต่ำที่สุด แตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

# การวิเคราะห์แนวโน้ม

- บางครั้ง กลุ่มต่างๆ อาจแสดงระดับของปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง
- เช่น ทดสอบผลของการนั่งสมาธิต่อผลการเรียน โดยแบ่งคนเป็น 5 กลุ่มด้วยกัน คือ นั่งสมาธิ 0, 5, 10, 15, และ 20 นาทีต่อวัน
- นักวิจัยอาจต้องการทดสอบว่า การเพิ่มเวลาการนั่งสมาธิมีผลต่อผลการเรียน เป็นการเปลี่ยนแปลงในรูปเส้นตรง หรือเส้นโค้งหรือไม่
- การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของกลุ่มที่มีลักษณะเชิงปริมาณ จะเรียกว่า การวิเคราะห์แนวโน้ม (Trend analysis)

# การวิเคราะห์แนวโน้ม

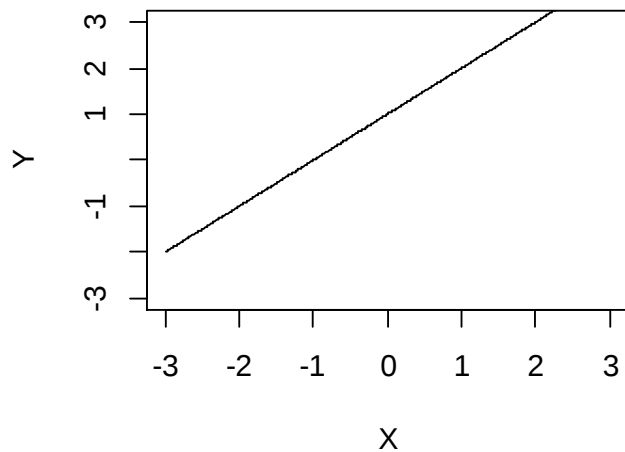
- การวิเคราะห์แนวโน้ม ก็คือ การวิเคราะห์ความแตกต่างรูปแบบหนึ่ง โดยใส่สัมประสิทธิ์ความแตกต่างที่เหมาะสม ทำให้ทราบได้ว่าคะแนนมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
- ในที่นี้ จะกล่าวถึงการวิเคราะห์แนวโน้ม ที่การเปลี่ยนแปลงอยู่ในรูปพหุนาม (Polynomial change) เท่านั้น

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_j + \beta_2 X_j^2 + \cdots + \beta_{k-1} X_j^{k-1} + \varepsilon_{ij}$$

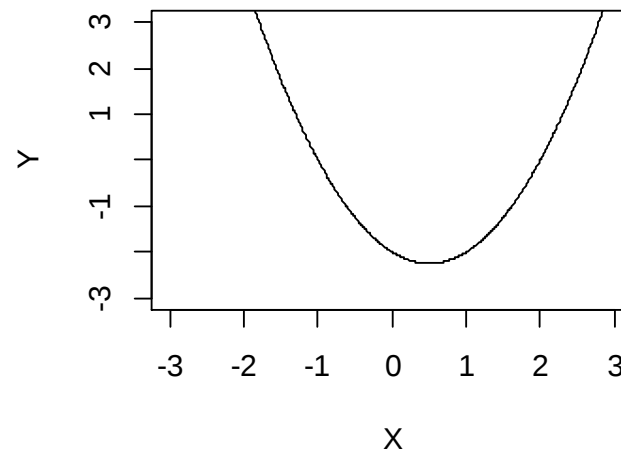
$Y$  = คะแนนของตัวแปรตาม

$X$  = คะแนนของตัวแปรต้นที่ระบุไว้ในแต่ละกลุ่ม

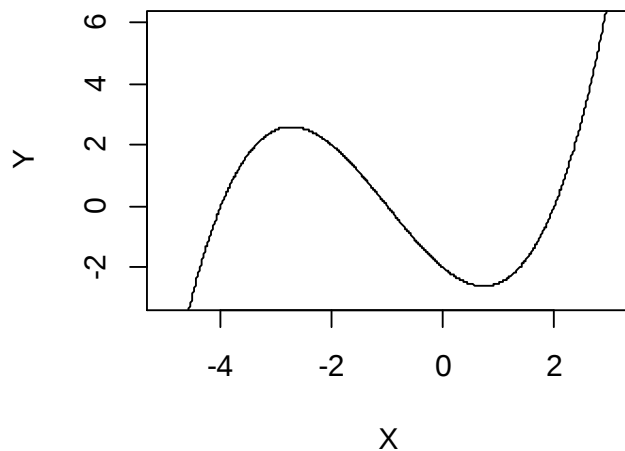
สมการพหุนามกำลัง 1 (เส้นตรง, Linear)



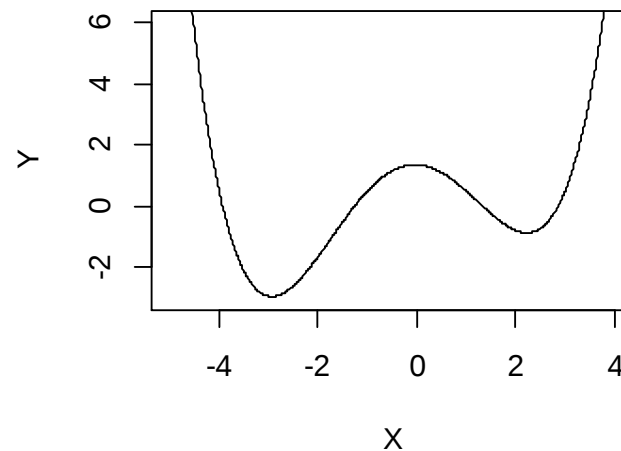
สมการพหุนามกำลัง 2 (พาราโบลา; Quadratic)



สมการพหุนามกำลัง 3 (Cubic)



สมการพหุนามกำลัง 4 (Quartic)



# การวิเคราะห์แนวโน้ม

- SPSS จะคำนวณสัมประสิทธิ์ความแตกต่างที่เหมาะสมให้
- เช่น หากกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มเท่ากัน มี 5 กลุ่มคือ นั่งสมาธิ 0, 5, 10, 15, และ 20 นาทีต่อวัน สัมประสิทธิ์ความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงแบบเส้นตรงจะเป็นดังนี้

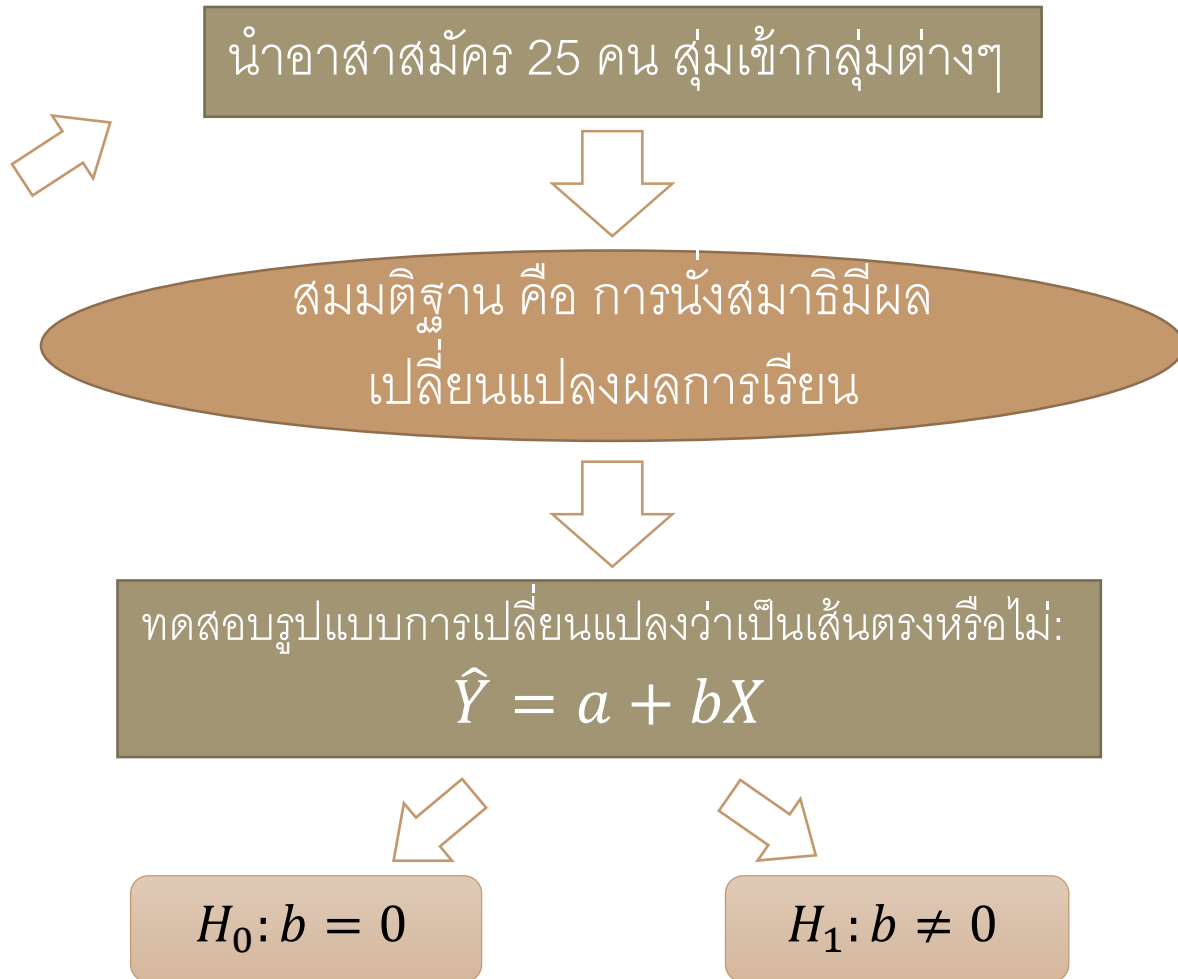
$$X_j = \{0, 5, 10, 15, 20\}$$

$$c_j = X_j - \bar{X} = \{-10, -5, 0, 5, 10\}$$

- ค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่างอาจถูกคูณด้วยค่าคงที่ เพื่อปรับสเกล แต่ผลการทดสอบทางสถิติยังเหมือนเดิม

# การวิเคราะห์แนวโน้ม

ทดสอบผลของการนั่งสมาธิ  
ต่อผลการเรียน โดยแบ่งคน  
เป็น 5 กลุ่มด้วยกัน คือ  
นั่งสมาธิ 0, 5, 10, 15, และ  
20 นาทีต่อวัน



# การวิเคราะห์แนวโน้ม

ทดสอบผลของการนั่งสมาธิ  
ต่อผลการเรียน โดยแบ่งคน  
เป็น 5 กลุ่มด้วยกัน คือ  
นั่งสมาธิ 0, 5, 10, 15, และ  
20 นาทีต่อวัน



## กลุ่มนั่งสมาธิ

ให้ใส่ตัวเลขแทนระดับ  
การนั่งสมาธิในแต่ละกลุ่ม  
(ไม่ต้องใส่ เลข 1, 2, หรือ  
เลขอื่นๆ แทนกลุ่มเหล่านี้)

| med | ach   |
|-----|-------|
| 0   | 24.78 |
| 0   | 25.82 |
| 0   | 18.17 |
| 0   | 14.06 |
| 0   | 25.44 |
| 5   | 37.09 |
| 5   | 21.16 |
| 5   | 39.67 |
| 5   | 35.45 |
| 5   | 41.79 |
| 10  | 56.82 |
| 10  | 49.75 |
| 10  | 53.63 |
| 10  | 34.64 |
| 10  | 53.03 |
| 15  | 60.93 |
| 15  | 57.89 |
| 15  | 59.65 |
| 15  | 59.80 |
| 15  | 63.86 |
| 20  | 61.10 |
| 20  | 60.84 |
| 20  | 50.34 |
| 20  | 52.69 |
| 20  | 66.44 |

ผลการเรียน

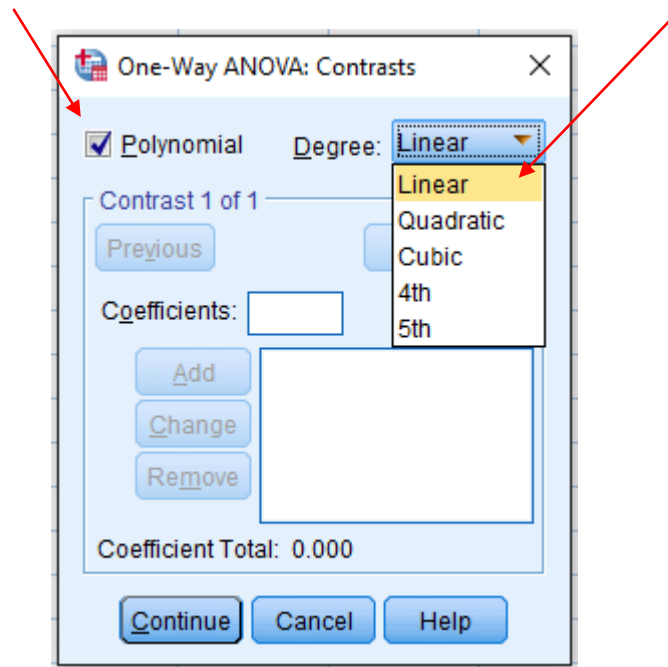
# การวิเคราะห์แนวโน้ม

ทดสอบผลของการนั่งสมาธิ  
ต่อผลการเรียน โดยแบ่งคน  
เป็น 5 กลุ่มด้วยกัน คือ  
นั่งสมาธิ 0, 5, 10, 15, และ  
20 นาทีต่อวัน



กดเลือก Polynomial

เลือกรูปแบบการเปลี่ยนแปลง  
ที่ต้องการทดสอบ



เลือก Linear เพื่อทดสอบการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรง

# การวิเคราะห์แนวโน้ม

ทดสอบผลของการนั่งสมาธิ

ต่อผลการเรียน โดย

เป็น 5 กลุ่มด้วยกัน  
นั่งสมาธิ 0, 5, 10, 15  
20 นาทีต่อวัน

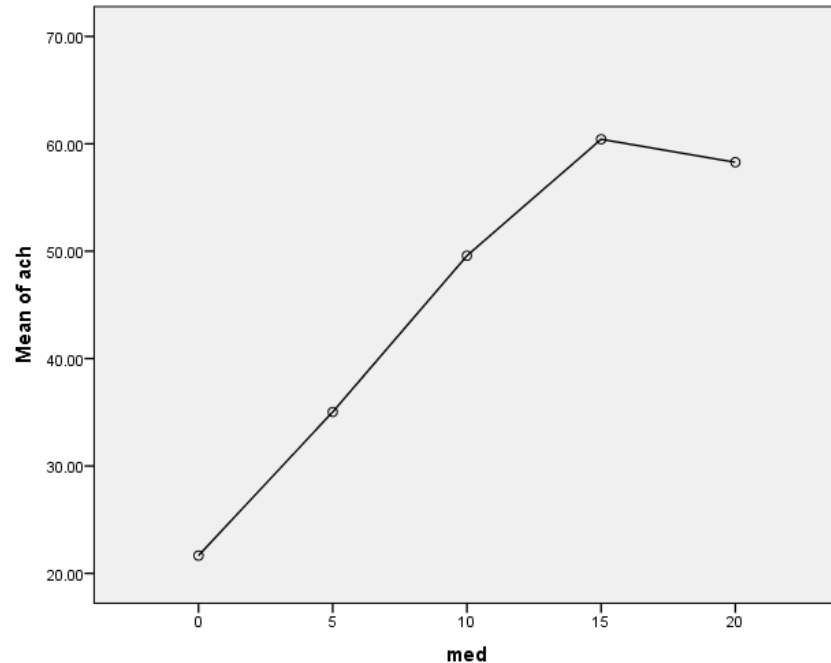
| Descriptives |    |         |                |            |                                  |             |         |         |
|--------------|----|---------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
|              | N  | Mean    | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean |             | Minimum | Maximum |
|              |    |         |                |            | Lower Bound                      | Upper Bound |         |         |
| 0            | 5  | 21.6551 | 5.27561        | 2.35932    | 15.1046                          | 28.2056     | 14.06   | 25.82   |
| 5            | 5  | 35.0311 | 8.12578        | 3.63396    | 24.9416                          | 45.1206     | 21.16   | 41.79   |
| 10           | 5  | 49.5761 | 8.71914        | 3.89932    | 38.7499                          | 60.4024     | 34.64   | 56.82   |
| 15           | 5  | 60.4249 | 2.20439        | .98583     | 57.6878                          | 63.1620     | 57.89   | 63.86   |
| 20           | 5  | 58.2799 | 6.62147        | 2.96121    | 50.0582                          | 66.5015     | 50.34   | 66.44   |
| Total        | 25 | 44.9934 | 16.16617       | 3.23323    | 38.3203                          | 51.6665     | 14.06   | 66.44   |



กด Options... → Descriptive  
เพื่อทดสอบค่าสถิติเชิงพรรณนา

# การวิเคราะห์แนวโน้ม

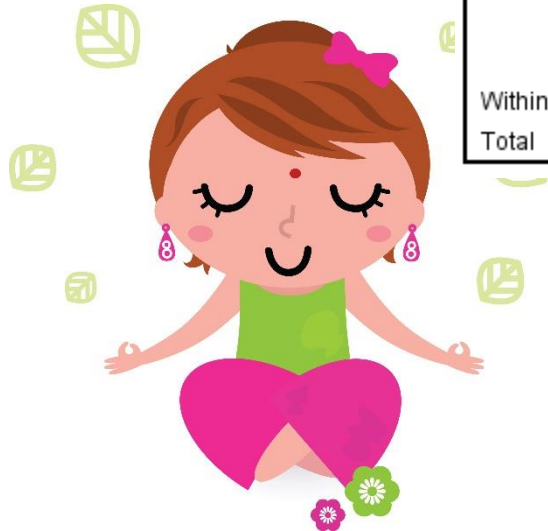
ทดสอบผลของการนั่งสมาธิ  
ต่อผลการเรียน โดยแบ่งคน  
เป็น 5 กลุ่มด้วยกัน คือ  
นั่งสมาธิ 0, 5, 10, 15, และ  
20 นาทีต่อวัน



กด Options... → Means plot  
เพื่อแสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย

# การวิเคราะห์แนวโน้ม

ทดสอบผลของการนั่งสมาธิ  
ต่อผลการเรียน โดยแบ่งคน  
เป็น 5 กลุ่มด้วยกัน คือ  
นั่งสมาธิ 0, 5, 10, 15,  
20 นาทีต่อวัน



ทดสอบว่ามีการเปลี่ยนแปลงในรูปเส้นตรงหรือไม่  
(Test for Linearity)

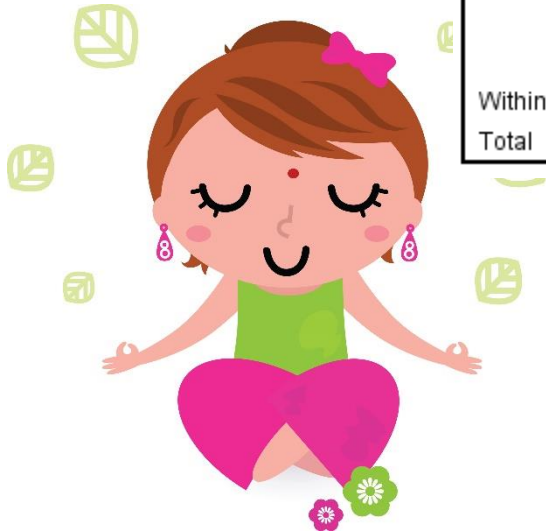
ach

| ANOVA          |                      |                |    |             |         |      |
|----------------|----------------------|----------------|----|-------------|---------|------|
|                |                      | Sum of Squares | df | Mean Square | F       | Sig. |
| Between Groups | (Combined)           | 5397.937       | 4  | 1349.484    | 30.868  | .000 |
|                | Linear Term Contrast | 4865.260       | 1  | 4865.260    | 111.289 | .000 |
|                | Deviation            | 532.677        | 3  | 177.559     | 4.062   | .021 |
| Within Groups  |                      | 874.348        | 20 | 43.717      |         |      |
| Total          |                      | 6272.285       | 24 |             |         |      |

ทดสอบว่ามีการเปลี่ยนแปลงนอกเหนือ  
จากการเปลี่ยนแปลงรูปเส้นตรงหรือไม่  
(Test for Nonlinearity)

# การวิเคราะห์แนวโน้ม

ทดสอบผลของการนั่งสมาธิ  
ต่อผลการเรียน โดยแบ่งคน  
เป็น 5 กลุ่มด้วยกัน คือ  
นั่งสมาธิ 0, 5, 10, 15,  
20 นาทีต่อวัน



$$F(1, 20) = 111.29$$
$$p < .001$$

มีการเปลี่ยนแปลง  
รูปเส้นตรง

ANOVA

|                |                      | Sum of Squares | df | Mean Square | F       | Sig. |
|----------------|----------------------|----------------|----|-------------|---------|------|
| Between Groups | (Combined)           | 5397.937       | 4  | 1349.484    | 30.868  | .000 |
|                | Linear Term Contrast | 4865.260       | 1  | 4865.260    | 111.289 | .000 |
|                | Deviation            | 532.677        | 3  | 177.559     | 4.062   | .021 |
| Within Groups  |                      | 874.348        | 20 | 43.717      |         |      |
| Total          |                      | 6272.285       | 24 |             |         |      |

$$F(3, 20) = 4.06$$
$$p = .021$$

มีการเปลี่ยนแปลงอื่น  
ที่อธิบายได้เพิ่มเติม

# การวิเคราะห์แนวโน้ม

ทดสอบผลของการนั่งสมาธิ  
ต่อผลการเรียน โดยแบ่งคน  
เป็น 5 กลุ่มด้วยกัน คือ  
นั่งสมาธิ 0, 5, 10, 15, และ  
20 นาทีต่อวัน



ทดสอบรูปแบบการเปลี่ยนแปลงว่าเป็นเส้นโค้ง  
สมการกำลังสอง (Quadratic) หรือไม่:  
$$\hat{Y} = a + b_1X + b_2X^2$$



$$H_0: b_2 = 0$$



$$H_1: b_2 \neq 0$$

# การวิเคราะห์แนวโน้ม

ทดสอบผลของการนั่งสมาธิ  
ต่อผลการเรียน โดยแบ่งคน  
เป็น 5 กลุ่มด้วยกัน  
นั่งสมาธิ 0, 5, 10, 15  
20 นาทีต่อวัน



$$F(1, 20) = 9.86$$
$$p = .005$$

มีการเปลี่ยนแปลง  
รูปพหุนามกำลัง 2

ANOVA

| ach            |                |           | Sum of Squares | df | Mean Square | F       | Sig. |
|----------------|----------------|-----------|----------------|----|-------------|---------|------|
| Between Groups | (Combined)     |           | 5397.937       | 4  | 1349.484    | 30.868  | .000 |
|                | Linear Term    | Contrast  | 4865.260       | 1  | 4865.260    | 111.289 | .000 |
|                |                | Deviation | 532.677        | 3  | 177.559     | 4.062   | .021 |
|                | Quadratic Term | Contrast  | 430.980        | 1  | 430.980     | 9.858   | .005 |
|                |                | Deviation | 101.696        | 2  | 50.848      | 1.163   | .333 |
| Within Groups  |                |           | 874.348        | 20 | 43.717      |         |      |
| Total          |                |           | 6272.285       | 24 |             |         |      |

$$F(2, 20) = 1.16$$
$$p = .333$$

การเปลี่ยนแปลงอื่นนอกเหนือ  
จากในรูปเส้นตรงและพหุนาม  
กำลัง 2 ไม่ถึงระดับนัยสำคัญ

ไม่ต้องวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในระดับที่สูงขึ้นแล้ว

# การวิเคราะห์แนวโน้ม

ทดสอบผลของการนั่งสมาธิ  
ต่อผลการเรียน โดยแบ่งคน

เป็น 5 กลุ่มด้วยกัน  
นั่งสมาธิ 0, 5, 10, 15  
20 นาทีต่อวัน



$$R^2_{\text{Alerting}}(\text{Linear}) = \frac{4865.26}{5397.94} = .90$$

ANOVA

| ach            |                |           | Sum of Squares | df | Mean Square | F       | Sig. |
|----------------|----------------|-----------|----------------|----|-------------|---------|------|
| Between Groups | (Combined)     |           | 5397.937       | 4  | 1349.484    | 30.868  | .000 |
|                | Linear Term    | Contrast  | 4865.260       | 1  | 4865.260    | 111.289 | .000 |
|                |                | Deviation | 532.677        | 3  | 177.559     | 4.062   | .021 |
|                | Quadratic Term | Contrast  | 430.980        | 1  | 430.980     | 9.858   | .005 |
|                |                | Deviation | 101.696        | 2  | 50.848      | 1.163   | .333 |
| Within Groups  |                |           | 874.348        | 20 | 43.717      |         |      |
| Total          |                |           | 6272.285       | 24 |             |         |      |

$$R^2_{\text{Alerting}}(\text{Quadratic}) = \frac{430.98}{5397.94} = .08$$

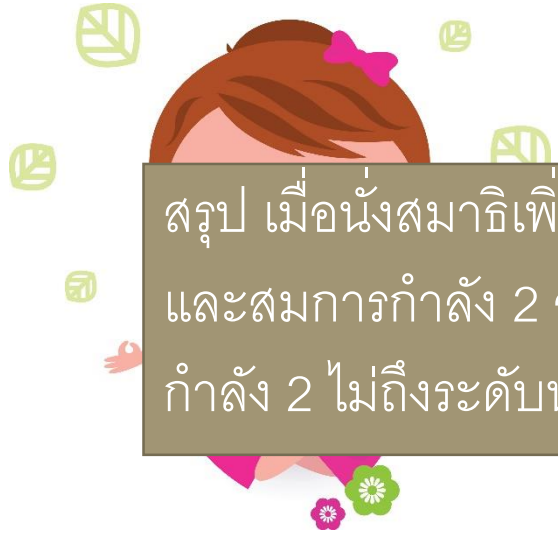
การเปลี่ยนแปลงรูปเส้นตรงคิดเป็น 90% ของความแตกต่างระหว่างกลุ่ม  
แต่การเปลี่ยนแปลงรูปเส้นโค้งคิดเป็น 8% ของความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

# การวิเคราะห์แนวโน้ม

ทดสอบผลของการนั่งสมาธิ  
ต่อผลการเรียน โดยแบ่งคน  
เป็น 5 กลุ่มด้วยกัน คือ  
นั่งสมาธิ 0, 5, 10, 15, และ  
20 นาทีต่อวัน

หากต้องการทราบสมการการเปลี่ยนแปลง  
ให้วิเคราะห์ถดถอย (Regression analysis)  
ซึ่งจะกล่าวในบทถัดไป เช่น ในตัวอย่างนี้พบว่า

$$\hat{Y} = 20.302 + 3.96X - 0.1X^2$$



สรุป เมื่อนั่งสมาธิเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้ผลการเรียนเพิ่มขึ้น ทั้งในรูปเส้นตรง  
และสมการกำลัง 2 อย่างมีนัยสำคัญ การเปลี่ยนแปลงนอกเหนือจากสมการ  
กำลัง 2 ไม่ถึงระดับนัยสำคัญ

# การวิเคราะห์แนวโน้ม

- นักวิจัยต้องการทดสอบผลของการนั่งสมาธิ (0, 5, 10, 15, และ 20 นาทีต่อวัน) ต่อผลการเรียน โดยสุ่มอาสาสมัคร 25 คนเข้าสู่กลุ่มต่างๆ ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการเรียน ในกลุ่มการนั่งสมาธิทั้ง 5 กลุ่ม จากการทดสอบแนวโน้ม พบว่าการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรงถึงระดับนัยสำคัญทางสถิติ,  $F(1, 20) = 111.29, p < .001, R^2(\text{alerting}) = .90$ , และการเปลี่ยนแปลงแบบสมการกำลังสองถึงระดับนัยสำคัญทางสถิติ,  $F(1, 20) = 9.86, p = .005, R^2(\text{alerting}) = .08$ , โดยสมการทำนายคือ  $\hat{Y} = 20.302 + 3.96X - 0.1X^2$ , โดยการเปลี่ยนแปลงนอกเหนือจากสมการกำลังสองไม่ถึงระดับนัยสำคัญทางสถิติ,  $F(2, 20) = 1.16, p = .33$ .

# การวิเคราะห์แนวโน้ม

- ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการเรียน ในกลุ่มนั่งสมาธิระดับต่างๆ ( $N = 25$ )

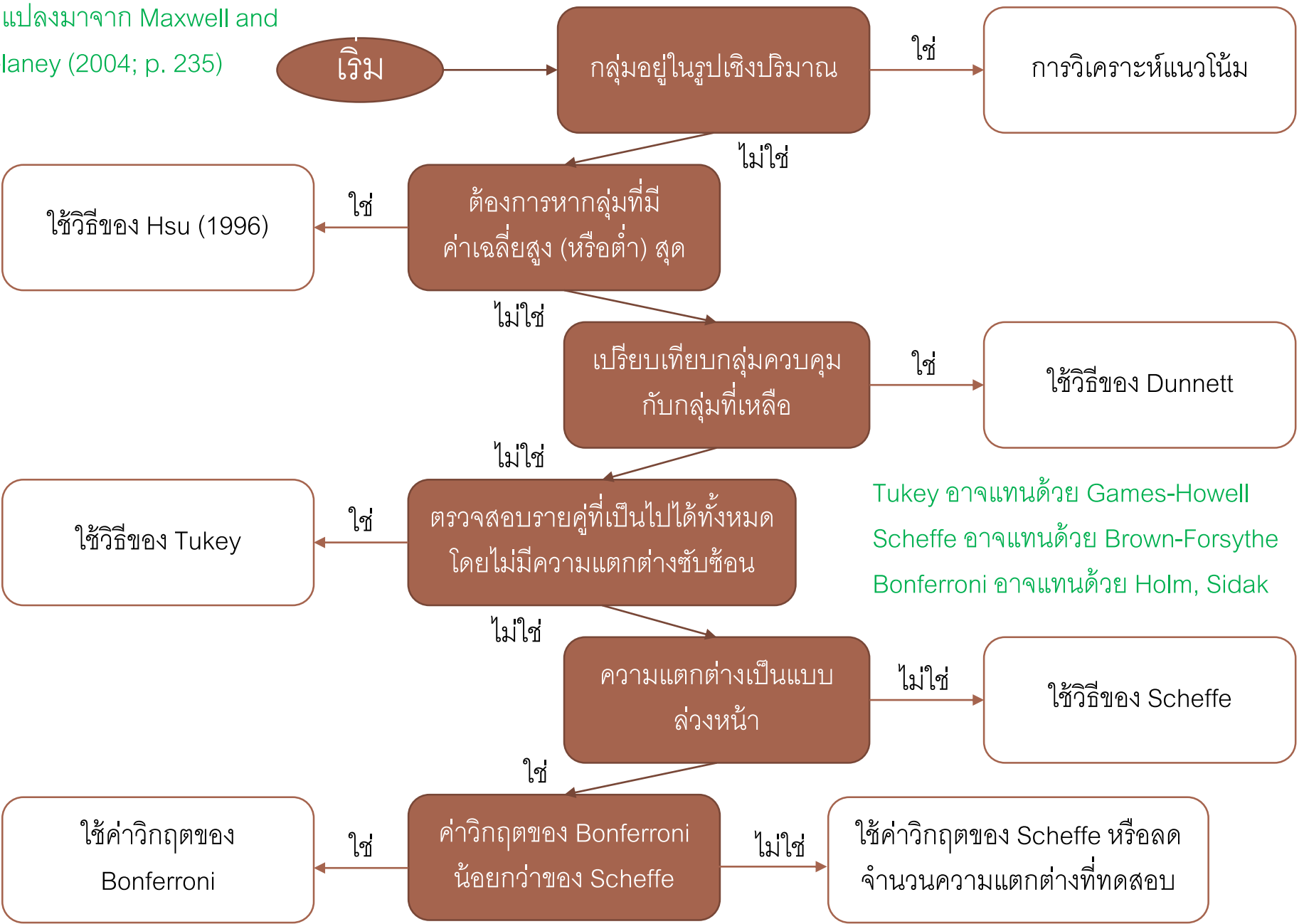
| กลุ่มนั่งสมาธิ (นาที) | $M$   | $SD$ |
|-----------------------|-------|------|
| 0                     | 21.66 | 5.28 |
| 5                     | 35.03 | 8.13 |
| 10                    | 49.58 | 8.72 |
| 15                    | 60.42 | 2.20 |
| 20                    | 58.28 | 6.62 |

# การวิเคราะห์แนวโน้ม

- การวิเคราะห์นี้ไม่จำเป็นต้องทดสอบ Omnibus test
- ใน SPSS จะสามารถวิเคราะห์แนวโน้ม เมื่อระยะห่างระหว่างกลุ่มไม่เท่ากัน (เช่น {0, 5, 15, 30}) และจำนวนกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน โดยวิเคราะห์แบบเดิม คือ ทำเครื่องหมายที่ช่อง **Polynomials**
- หากจำนวนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน ให้ใช้ผลการวิเคราะห์จากวิธี Unweighted (ในตาราง ANOVA)
  - วิธี Unweighted เหมือนกับ Type III sum of square และวิธี Weighted เหมือนกับ Type II sum of square ใน Factorial ANOVA ซึ่งจะกล่าวในบทถัดไป

# การวิเคราะห์แนวโน้ม

- ข้อตกลงเบื้องต้นของวิธีการนี้ คือ ความแปรปรวนของแต่ละกลุ่มต้องเท่ากัน หากไม่เท่าแล้ว ผลการวิเคราะห์จะไม่ถูกต้อง
- ให้ใส่สัมประสิทธิ์ความแตกต่าง ที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงรูปแบบต่างๆ ด้วยตนเอง โดย Google คำว่า “polynomial contrasts table” เพื่อหาสัมประสิทธิ์ความแตกต่างเมื่อระยะห่างแต่ละกลุ่มเท่ากัน
- หากระยะห่างแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน ให้หาสัมประสิทธิ์ความแตกต่างจากฟังก์ชัน `poly` ใน R
- เมื่อสัมประสิทธิ์ความแตกต่างแล้ว ให้ใช้ Welch test ทดสอบ



# คาบต่อไป

- ส่งการบ้านที่ 3 (ส่งในสัปดาห์ที่ 1-5 ก.พ. 59)