Analysis of Covariance (ANCOVA)

in Health Science Research

Assoc. Prof. Pongdech Sarakarn, PhD

Epidemiology and Biostatistics Department, Faculty of Public Health, Khon Kaen University

ASEAN cancer epidemiology and prevention research group (ACEP)

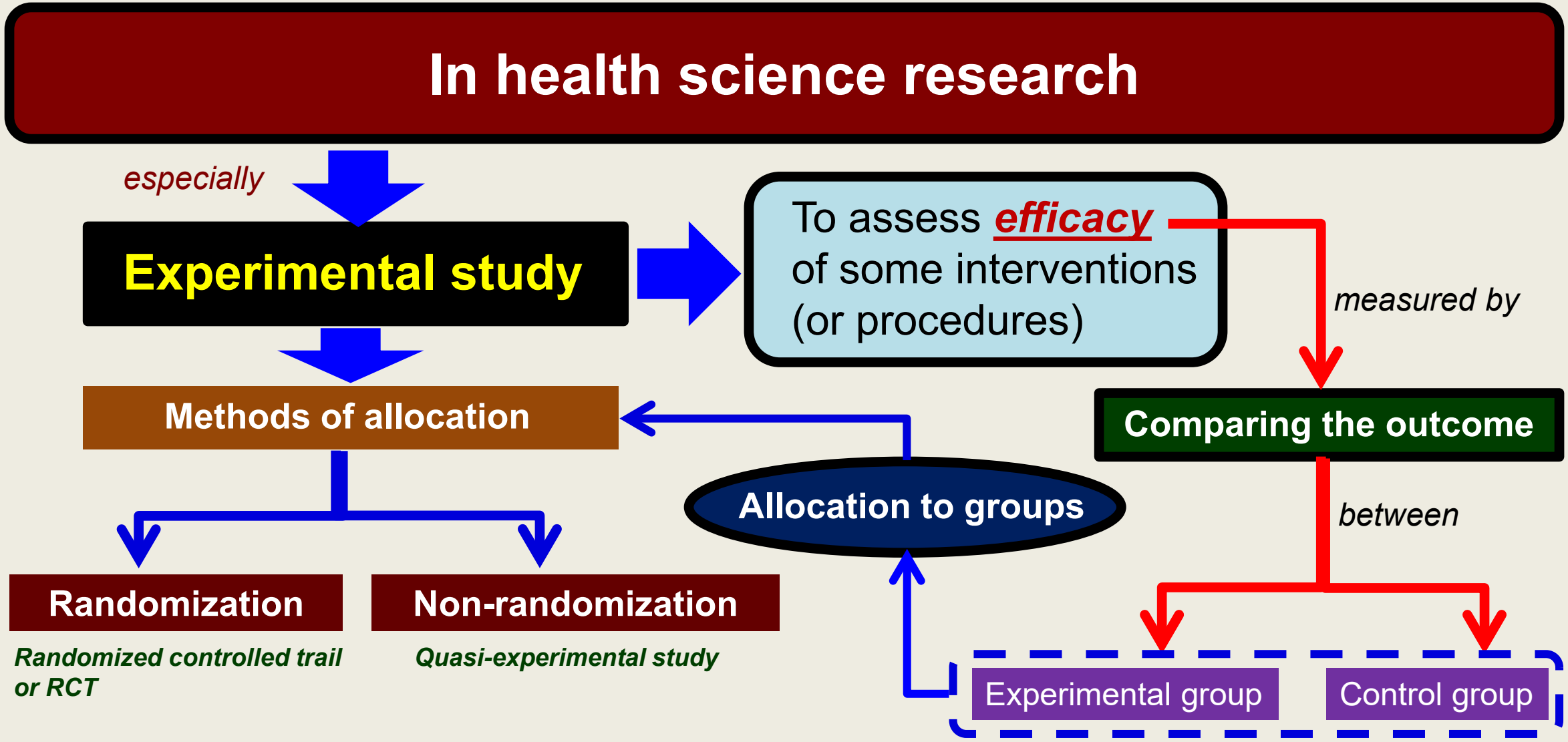
Modules

- Module1 : background
- Module2 : concept and principle of ANCOVA
- Module3 : assumptions of ANCOVA
- Module4 : practical method using STATA
- Module5 : recommendation and summary

Module 1

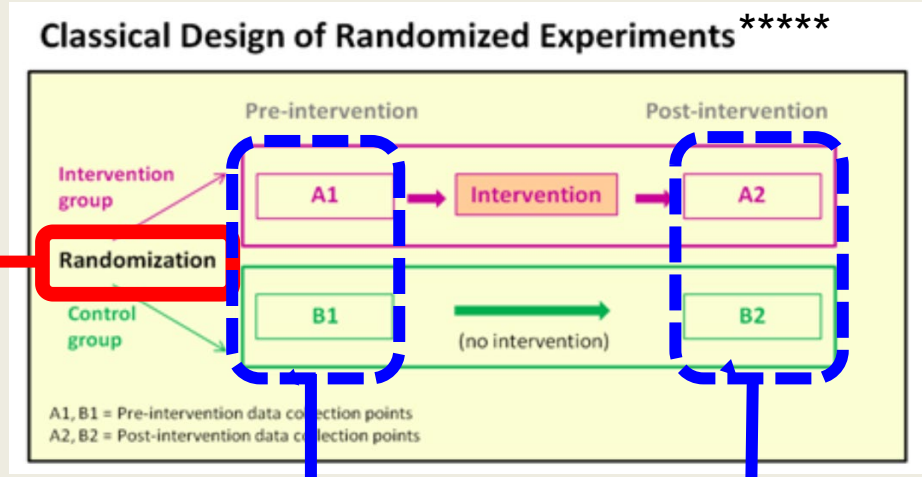
Background

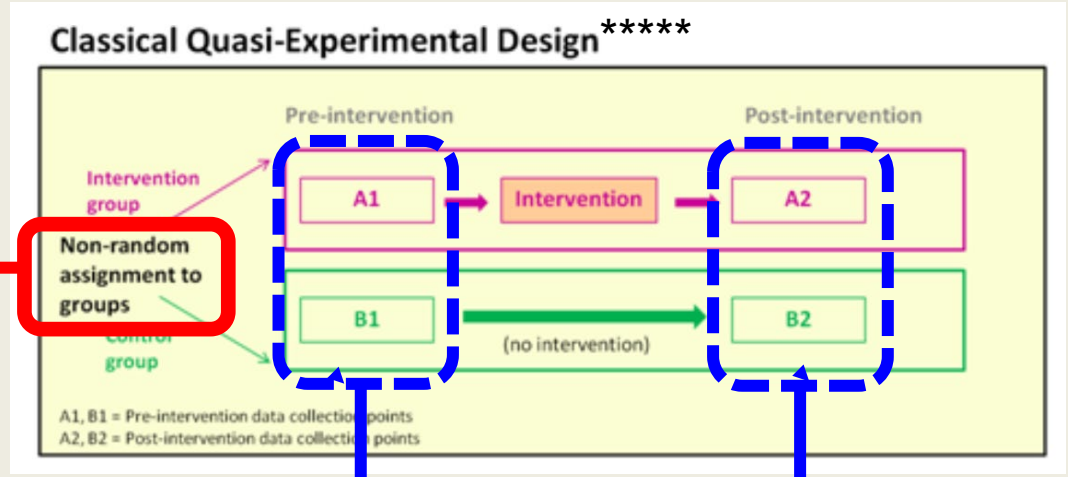
Background


In health science research
especially
Experimental study
To assess efficacy of some interventions (or procedures)
measured by
Comparing the outcome
Methods of allocation
Allocation to groups
between
Randomization
Non-randomization
Randomized controlled trail or RCT
Quasi-experimental study
Experimental group
Control group

Background

Some major differences between randomized and quasi-experimental designs





Comparability between two groups

No guarantee for comparability between two groups

Baseline — Outcome

Baseline — Outcome

Similar concept for analyzing

***** https://www.publichealthnotes.com/20-differences-between-randomized-controlled-trial-rct-and-quasi-experimental-study-design/

Background

When continuous outcome,

For example,

- Cholesterol level
- Uric level
- Behavioral score

} **Outcomes are *continuous***

Data analysis

Comparing means **between two groups (treatment group and control group)**

Possible methods for analyzing

- **Independent t-test**
- **Analysis of variance (ANOVA)**

→ ***Similarity***

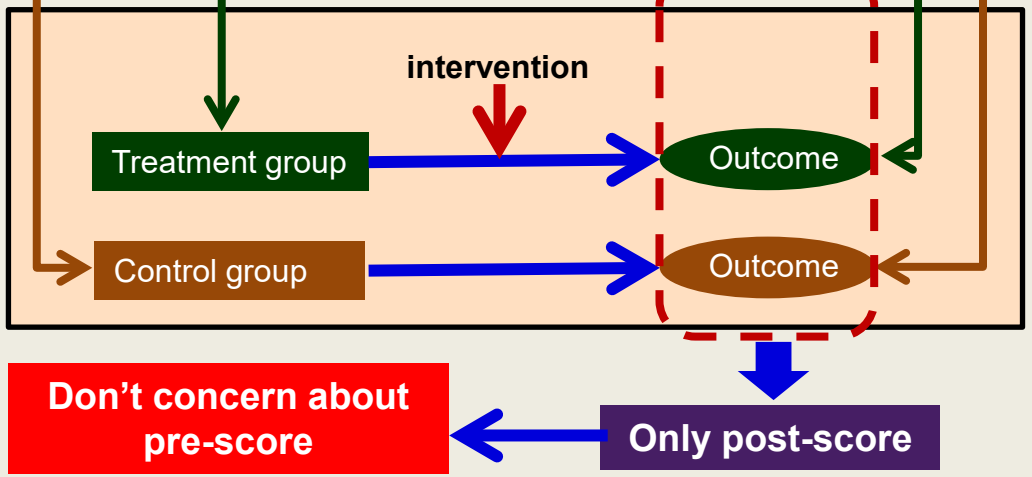
- **Analysis of Covariance (ANCOVA)**

Background

For example,

Dataset

id	group	score
1	1	45
2	1	37
3	1	44
4	2	37
5	2	35
6	2	28



Independent t-test

```
. ttest score,by(group)

Two-sample t test with equal variances

   Group |     Obs        Mean    Std. Err.   Std. Dev.   [95% Conf. Interval]
---------+--------------------------------------------------------------------
       1 |       3          42    2.516611    4.358899    31.17189    52.82811
       2 |       3    33.33333    2.728451    4.725816    21.59376    45.07291
---------+--------------------------------------------------------------------
combined |       6    37.66667    2.551688    6.250333    31.10734    44.22599
---------+--------------------------------------------------------------------
    diff |       2    8.666667    3.711843               -1.639061    18.97239
------------------------------------------------------------------------------
    diff = mean(1) - mean(2)                                      t =   2.3349
Ho: diff = 0                     degrees of freedom =            4

    Ha: diff < 0                 Ha: diff != 0                 Ha: diff > 0
 Pr(T < t) = 0.9601         Pr(|T| > |t|) = 0.0798          Pr(T > t) = 0.0399
```

ANOVA

Similarity

```
. oneway score group,bon

                        Analysis of Variance
    Source              SS         df      MS            F     Prob > F
------------------------------------------------------------------------
Between groups      112.666667      1   112.666667       5.45     0.0798
 Within groups      82.6666667      4   20.6666667
------------------------------------------------------------------------
    Total           195.333333      5   39.0666667

Bartlett's test for equal variances:  chi2(1) =   0.0104  Prob>chi2 = 0.919

                    Comparison of post-score by group
                                (Bonferroni)
Row Mean-
Col Mean |         1
---------+----------
       2 |  -8.66667
         |     0.080
```

Similarity

ANOVA doesn't show 95%CI of mean difference

Background

Key point → **Pre-score** and **post-score** of each individual are ***correlated***, and both should be included for analyzing simultaneously

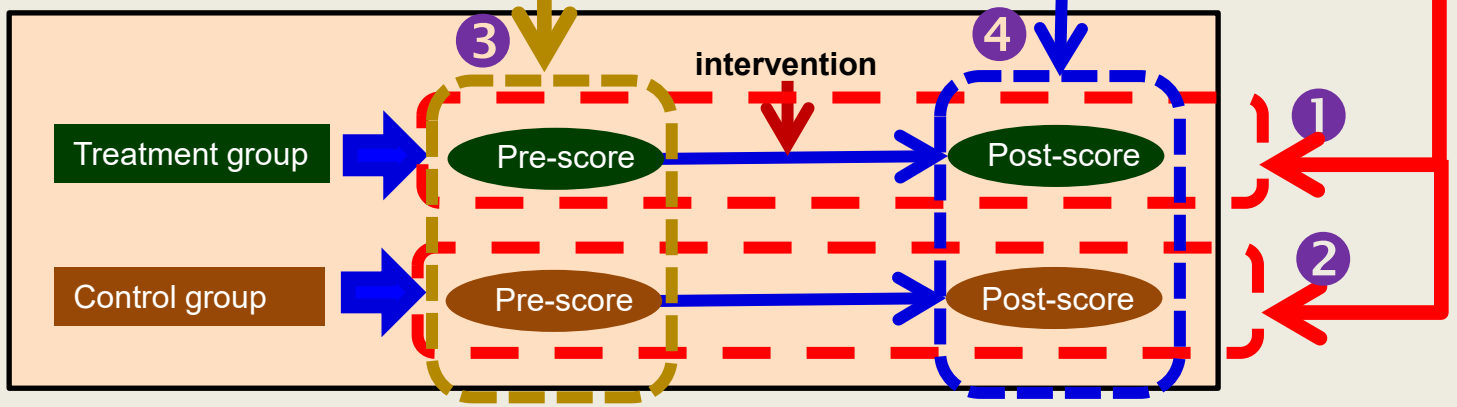
However, in case of the classification for comparing

- ***Pre-score*** and ***post-score*** in each group using **paired t-test**
- ***Pre-score*** between two groups using **independent t-test**
- ***Post-score*** between two groups using **independent t-test**

→ **should be avoided**

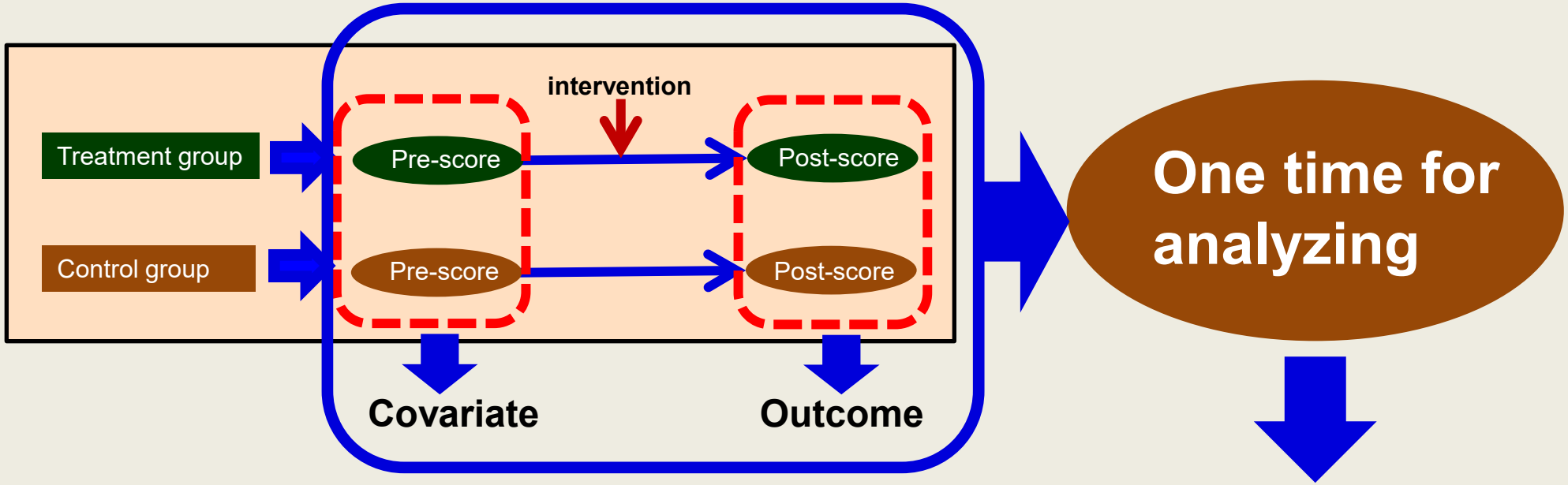
→ **Four times for analyzing**

→ **Alpha (α) must be inflated**



Background

The method which simultaneously includes pre-score and post-score for analyzing should be selected



Analysis of Covariance (ANCOVA)

Module 2

Concept and Principle of ANCOVA

Concept and Principle of ANCOVA

Dataset

	group	pretest	posttest
1	1	20	70
2	1	10	50
3	1	60	90
4	2	50	20
5	2	20	10
6	2	50	30

Covariate

Outcome

ANCOVA

ANOVA

```
. oneway posttest group

                        Analysis of Variance
    Source              SS         df       MS            F     Prob > F
-----------------------------------------------------------------------
Between groups        3750          1         3750        15.00   0.0179
Within groups         1000          4          250
-----------------------------------------------------------------------
    Total             4750          5          950

Bartlett's test for equal variances:  chi2(1) =   0.7141  Prob>chi2 = 0.398
```

Statistically significant difference

p-value decreasing

```
. anova posttest group c.pretest

                           Number of obs =         6     R-squared     =  0.9674
                           Root MSE      =   7.18795     Adj R-squared =  0.9456

                  Source |  Partial SS      df          MS           F     Prob>F
-------------------------+------------------------------------------------------
                   Model |        4595       2        2297.5       44.47  0.0059
                         |
                   group |    4454.3023       1    4454.3023       86.21  0.0026
                 pretest |         845       1         845       16.35  0.0272
                         |
                Residual |         155       3    51.666667
-------------------------+------------------------------------------------------
                   Total |        4750       5         950
```

Treatment effect

decrease

Residual (error variance)

Power of the test

increase

Concept and Principle of ANCOVA

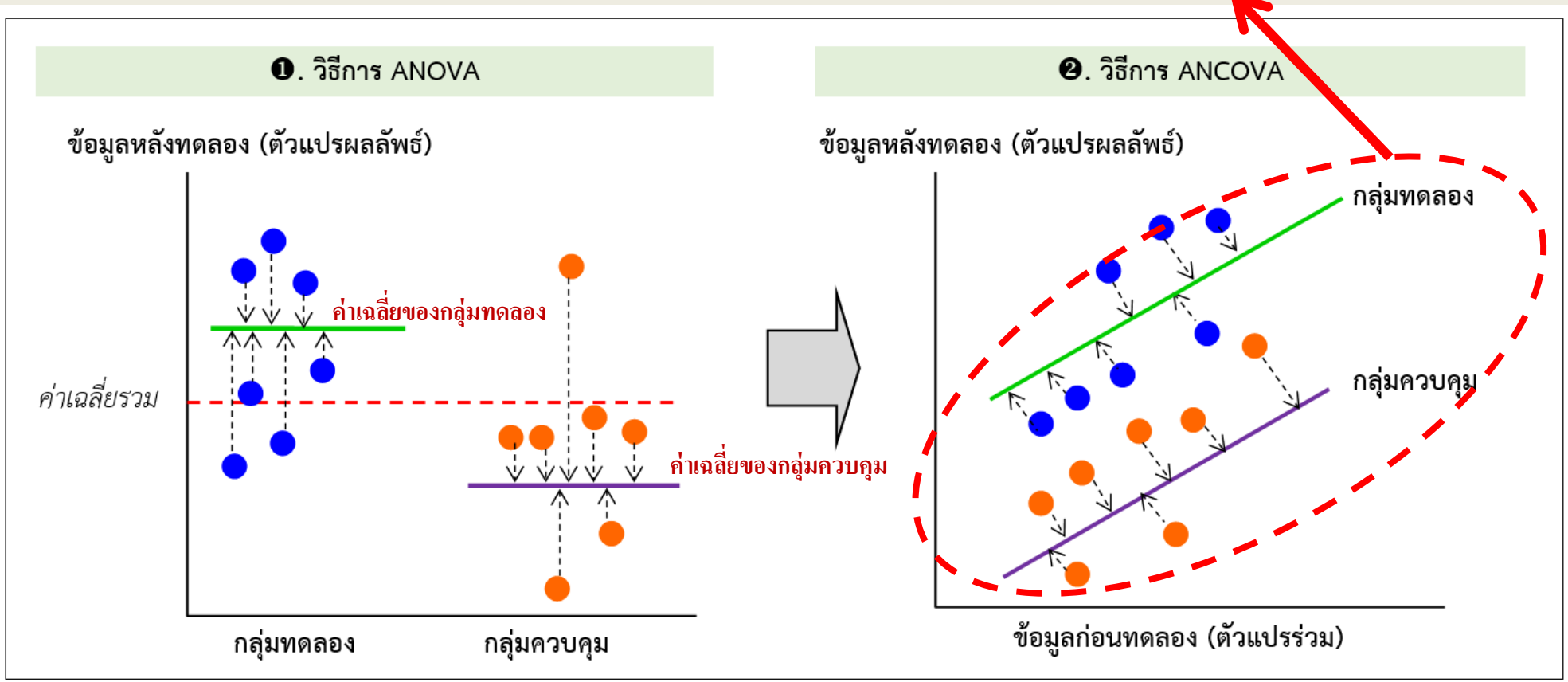
ANCOVA → **Covariate (or pre-score) will be included for analyzing**

- **Error variance or residual will be decreased**
- **Power of the test will be increased**

Covariate (or pre-score) is a key point which should be known as the principle

Concept and Principle of ANCOVA

Using principle of linear regression



แผนภาพที่ 2.7 แสดงแนวทางการพิจารณาความผันแปรของความคลาดเคลื่อน ระหว่างวิธีการ ANOVA กับวิธีการ ANCOVA

แผนภาพนี้ถูกปรับปรุงมาจากต้นฉบับตามแนวคิดของ Philip Stanley (P. Stanley, 2022)

Concept and Principle of ANCOVA

ANCOVA

consist of

Linear regression

For adjusting the outcome (post-score) by covariate (pre-score)

ANOVA

For comparing the outcome (post-score) after adjusting by covariate (pre-score)

In practice, we can be available using STATA command for analyzing either "`regress`" or "`anova`"

Concept and Principle of ANCOVA

```
. anova posttest group c.pretest

                           Number of obs =          6     R-squared     =     0.9674
                           Root MSE      =    7.18795     Adj R-squared =     0.9456

                  Source |  Partial SS      df          MS           F     Prob>F
              -----------+----------------------------------------------------------
                   Model |        4595       2        2297.5       44.47     0.0059
                   group |   4454.3023       1   4454.3023       86.21     0.0026
                pretest |         845       1         845       16.35     0.0272
                Residual |         155       3    51.666667
              -----------+----------------------------------------------------------
                   Total |        4750       5         950
```

```
. regress posttest group pretest

      Source |       SS       df       MS              Number of obs =       6
-------------+------------------------------           F(2, 3)       =   44.47
       Model |        4595     2     2297.5            Prob > F      =  0.0059
    Residual |         155     3  51.666667            R-squared     =  0.9674
-------------+------------------------------           Adj R-squared =  0.9456
       Total |        4750     5        950            Root MSE      =   7.188

------------------------------------------------------------------------------
    posttest |      Coef.   Std. Err.      t    P>|t|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
       group |       -56.5   6.085045    -9.29   0.003    -75.86533   -37.13467
     pretest |         .65   .1607275     4.04   0.027     .1384933    1.161507
       _cons |         107   9.820613    10.90   0.002     75.74643    138.2536
------------------------------------------------------------------------------
```

Similarity

Similarity

Using "anova" command

ANCOVA

Using "regress" command

Only presenting in "regress" command

Concept and Principle of ANCOVA

In practical analyzing,

"regress" command based on regression model should be done due to:

- The result can show 95%CI of treatment effect
- This command can add some variables as covariates for adjusting the outcome

Therefore, "regress" command in STATA should be considered and using for ANCOVA analyzing

Module 3

Assumptions of ANCOVA

Assumptions of ANCOVA

Statistical methods must have assumptions or conditions for analyzing

ANCOVA as well

Assumptions consist of

Dataset

- Variables of ANCOVA
- Randomness and independence
- Outliers

Residual

- Normality
- Homoscedasticity

Modeling

- Linearity
- Homogeneity of regression slopes
- Covariate and independent variable must be independent

Assumptions of ANCOVA

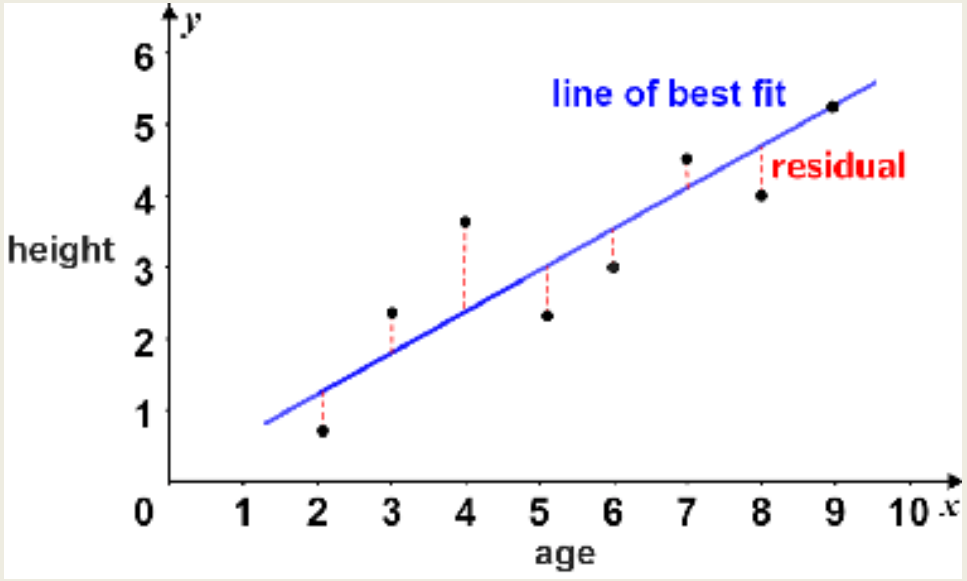
> Assumption regarding dataset

- **Variables of ANCOVA**
  - *One outcome variable must be continuous data*
  - *One independent variable must be categorical data*
  - *Covariate variables must be continuous data at least one*
- **Randomness and independence**
  - *Random sampling technique of study should be considered*
  - *Dataset should not be correlated or clustered*
- **Outliers**
  - *Examination of data distribution by charts (histogram, boxplot) should be done*
  - *Examination using some statistics (IQR, z-score) should be considered*

Assumptions of ANCOVA

> Assumption regarding residual

- **Normality**
  - *Graphical approaches (kernel density plot, Q-Q plot, P-P plot) should be done*
  - *Statistical approaches (Shapiro-Wilk test, Kolmogorov-Smirnov test) should be done*



- **homoscedasticity**
  - *A commonly used graphical method is to plot the residuals versus fitted (predicted) values should be done using STATA as below;*

```
rvfplot, yline(0)
```

Assumptions of ANCOVA

> Assumption regarding modeling

- **Linearity**
  - *The association between outcome variable and covariate must be linear*
- **Homogeneity of regression slope**
  - *The linearity of outcome and covariate in each group must be parallel*
- **Covariate and independent variable must be independent**
  - *Examination of association between covariate and independent variable should be done*

Module 4

Practical methods using STATA

Practical methods using STATA

คำถามวิจัยหลัก

"ค่าเฉลี่ยของตัวแปรผลลัพธ์ในกลุ่มที่ได้รับสิ่งแทรกแซง แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้รับอย่างมีนัยสำคัญ หรือไม่ ? เมื่อทำการควบคุมตัวแปรร่วม"

สมมติฐานทางสถิติ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยภาพรวมทุกกลุ่ม

H_0 : ภายหลังจาก adjust ค่าตัวแปรร่วมแล้ว
ค่าเฉลี่ยของตัวแปรผลลัพธ์ ทุกกลุ่มไม่แตกต่างกัน

H_A : ภายหลังจาก adjust ค่าตัวแปรร่วมแล้ว
ค่าเฉลี่ยของตัวแปรผลลัพธ์ อย่างน้อย 1 คู่ ที่แตกต่างกัน

สมมติฐานทางสถิติ : เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่

H_0 : ค่าเฉลี่ยของตัวแปรผลลัพธ์ กลุ่มที่ i เท่ากับ กลุ่มที่ j
H_A : ค่าเฉลี่ยของตัวแปรผลลัพธ์ กลุ่มที่ i ไม่เท่ากับ กลุ่มที่ j

หรือ

H_0 : $\mu_i = \mu_j$; เมื่อ i=1,2,3,....,k และ j=1,2,3,...,k

H_A : $\mu_i \neq \mu_j$; เมื่อ I ≠ j, i=1,2,3,....,k และ j=1,2,3,...,k

Practical methods using STATA

Example 1 (dataset-1.dta)

นักวิจัยท่านหนึ่ง ต้องการศึกษาประสิทธิผลของโปรแกรมการเสริมความสามารถในการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อทางเพศสัมพันธ์ของนักเรียนหญิงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำแนกเป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งได้รับโปรแกรม จำนวน 10 คนและกลุ่มควบคุม ไม่ได้รับโปรแกรม จำนวน 10 คน โดยมีรายละเอียดดังนี้

รายละเอียดของตัวแปร

ชื่อตัวแปร	คำอธิบาย
id	หมายเลขบุคคล
treat	1= กลุ่มทดลอง 2= กลุ่มควบคุม
baseline	คะแนนความสามารถในการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อทางเพศสัมพันธ์ (เต็ม 100 คะแนน) ก่อนเริ่มต้นการศึกษา
posttest	คะแนนความสามารถในการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อทางเพศสัมพันธ์ (เต็ม 100 คะแนน) หลังการการศึกษา

Practical methods using STATA

Research question

คำถามวิจัยหลัก

"ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อทางเพศสัมพันธ์ของนักเรียนหญิงระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในกลุ่มทดลอง หลังได้รับโปรแกรมเสริมความสามารถในการป้องกันตนเองฯ *แตกต่าง* จากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ หรือไม่ ? เมื่อทำการควบคุมคะแนนความสามารถในการป้องกันตนเองฯ ก่อนได้รับโปรแกรมทั้งสองกลุ่ม"

Practical methods using STATA

Step 1 : To determine the statistical hypothesis

สมมติฐานทางสถิติ :

H_0 : ภายหลังที่ได้มีการปรับค่า (adjusted) ตัวแปรร่วมแล้ว $\mu_1 = \mu_2$

H_A : ภายหลังที่ได้มีการปรับค่า (adjusted) ตัวแปรร่วมแล้ว $\mu_1 \neq \mu_2$

เมื่อ ตัวแปรร่วม = คะแนนความสามารถในการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อทางเพศสัมพันธ์ก่อนทำการทดลองด้วยโปรแกรมเสริมความสามารถในการป้องกันตนเองฯ (baseline)

μ_1 = คะแนนความสามารถในการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อทางเพศสัมพันธ์ *หลังการทดลอง (posttest) ในกลุ่มทดลอง (treat=1)*

μ_2 = คะแนนความสามารถในการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อทางเพศสัมพันธ์ *หลังการทดลอง (posttest) ในกลุ่มควบคุม (treat=2)*

Practical methods using STATA

Step 2 : To examine the assumptions of ANCOVA

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรผลลัพธ์ (Y) กับตัวแปรร่วม (covariate) ต้องเป็นเชิงเส้นตรง (linearity)

สมมติฐานทางสถิติ :

H_0 : ตัวแปรร่วม (baseline) ***ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง*** กับตัวแปรผลลัพธ์ (posttest)

H_A : ตัวแปรร่วม (baseline) ***มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง*** กับตัวแปรผลลัพธ์ (posttest)

Practical methods using STATA

```
. anova posttest treat c.baseline

                           Number of obs =         20     R-squared     =  0.7060
                           Root MSE      =    7.92523     Adj R-squared =  0.6714

                  Source | Partial SS         df         MS        F     Prob>F
              -----------+----------------------------------------------------
                   Model |  2563.9928          2   1281.9964     20.41  0.0000
                         |
                   treat |  621.40708          1   621.40708      9.89  0.0059
                baseline |  2282.7428          1   2282.7428     36.34  0.0000
                         |
                Residual |  1067.7572         17   62.809249
              -----------+----------------------------------------------------
                   Total |    3631.75         19   191.14474
```

```
. regress posttest baseline

      Source |       SS           df       MS      Number of obs   =        20
-------------+----------------------------------   F(1, 18)        =     20.70
       Model |  1942.58568         1  1942.58568   Prob > F        =    0.0002
    Residual |  1689.16432        18   93.842462   R-squared       =    0.5349
-------------+----------------------------------   Adj R-squared   =    0.5091
       Total |    3631.75        19  191.144737   Root MSE        =    9.6872

------------------------------------------------------------------------------
    posttest |      Coef.   Std. Err.      t    P>|t|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
    baseline |   .6680143   .1468234     4.55   0.000     .3595497    .9764789
       _cons |   30.36348   9.671754     3.14   0.006     10.04388    50.68308
------------------------------------------------------------------------------
```

Hypothesis

H_0 : ตัวแปรร่วม (baseline) ***ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง*** กับตัวแปรผลลัพธ์ (posttest)

H_A : ตัวแปรร่วม (baseline) ***มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง*** กับตัวแปรผลลัพธ์ (posttest)

โดยกรณีแบบ **anova** ค่า p-value ที่ได้ หรือ Prob>F ในแถวตัวแปร baseline พบว่า p-value < 0.001 ซึ่ง มีค่าน้อยกว่า α (0.05) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และสรุปได้ว่า "ตัวแปรร่วม (baseline) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับตัวแปรผลลัพธ์ (posttest) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความผิดพลาดไม่เกิน 5%"

ส่วนกรณีแบบ **regress** ค่า p-value ที่ได้ หรือ P>|t| ในแถวตัวแปร baseline พบว่า p-value < 0.001 ซึ่ง มีค่าน้อยกว่า α (0.05) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และสรุปได้ว่า "ตัวแปรร่วม (baseline) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับตัวแปรผลลัพธ์ (posttest) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความผิดพลาดไม่เกิน 5%"

Practical methods using STATA

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรผลลัพธ์ (Y) กับตัวแปรร่วม (covariate) ของแต่ละกลุ่ม หรือ ระดับของตัวแปรอิสระ (ตัวแปรกลุ่ม) ต้องมีลักษณะขนาน (parallel)

<u>สมมติฐานทางสถิติ</u> :

H_0 : ความชันเชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรร่วม (baseline) กับตัวแปรผลลัพธ์ (posttest) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ***<u>ไม่แตกต่างกัน</u>*** (เท่ากัน หรือ ขนานกัน)

H_A : ความชันเชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรร่วม (baseline) กับตัวแปรผลลัพธ์ (posttest) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ***<u>แตกต่างกัน</u>*** (ไม่เท่ากัน หรือ ไม่ขนานกัน)

Practical methods using STATA

Hypothesis

H_0 : ความชันเชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรร่วม (baseline) กับตัวแปรผลลัพธ์ (posttest) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ***ไม่แตกต่างกัน*** (เท่ากัน หรือ ขนานกัน)

H_A : ความชันเชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรร่วม (baseline) กับตัวแปรผลลัพธ์ (posttest) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ***แตกต่างกัน*** (ไม่เท่ากัน หรือ ไม่ขนานกัน)

```
. anova posttest treat c.baseline treat#c.baseline

                          Number of obs =         20     R-squared     =  0.7160
                          Root MSE      =    8.02861     Adj R-squared =  0.6628

                  Source | Partial SS          df          MS         F     Prob>F
-------------------------+----------------------------------------------------------
                   Model |  2600.4134           3   866.80448     13.45  0.0001
                         |
                   treat |  124.83159           1   124.83159      1.94  0.1831
                baseline |  1770.6947           1   1770.6947     27.47  0.0001
          treat#baseline |  36.420664           1   36.420664      0.57  0.4632
                         |
                Residual |  1031.3366          16   64.458535
-------------------------+----------------------------------------------------------
                   Total |    3631.75          19   191.14474
```

Practical methods using STATA

ตัวแปรร่วมและตัวแปรอิสระ (ตัวแปรกลุ่ม) ต้องเป็นอิสระต่อกัน

<u>สมมติฐานทางสถิติ</u> :

H_0 : ตัวแปรร่วม (baseline) ***<u>ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้น</u>*** กับตัวแปรอิสระ (treat)
(เป็นอิสระต่อกัน)

H_A : ตัวแปรร่วม (baseline) ***<u>มีความสัมพันธ์เชิงเส้น</u>*** กับตัวแปรอิสระ (treat)
(ไม่เป็นอิสระต่อกัน)

Practical methods using STATA

Hypothesis

H_0 : ตัวแปรร่วม (baseline) ***ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้น*** กับตัวแปรอิสระ (treat) (เป็นอิสระต่อกัน)

H_A : ตัวแปรร่วม (baseline) ***มีความสัมพันธ์เชิงเส้น*** กับตัวแปรอิสระ (treat) (ไม่เป็นอิสระต่อกัน)

```
. regress baseline treat

      Source |       SS           df       MS      Number of obs   =        20
-------------+----------------------------------   F(1, 18)        =      0.58
       Model |       135.2         1       135.2   Prob > F        =    0.4573
    Residual |        4218        18  234.333333   R-squared       =    0.0311
-------------+----------------------------------   Adj R-squared   =   -0.0228
       Total |      4353.2        19  229.115789   Root MSE        =    15.308

------------------------------------------------------------------------------
    baseline |      Coef.   Std. Err.      t    P>|t|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
       treat |         5.2   6.845923     0.76   0.457    -9.182751     19.58275
       _cons |        56.4   10.82436     5.21   0.000     33.65887     79.14113
------------------------------------------------------------------------------
```

Practical methods using STATA

Step 3 : To analyze data for ANCOVA

```
anova posttest treat c.baseline

                           Number of obs =         20     R-squared     =  0.7060
                           Root MSE      =    7.92523     Adj R-squared =  0.6714

                  Source | Partial SS          df          MS         F     Prob>F
              -----------+----------------------------------------------------------
                   Model |  2563.9928           2    1281.9964     20.41  0.0000
                         |
                   treat |  621.40708           1    621.40708      9.89  0.0059
                baseline |  2282.7428           1    2282.7428     36.34  0.0000
              -----------+----------
                Residual |  1067.7572          17    62.809249
              -----------+----------------------------------------------------------
                   Total |    3631.75          19    191.14474
```

❷ ❸ ❶

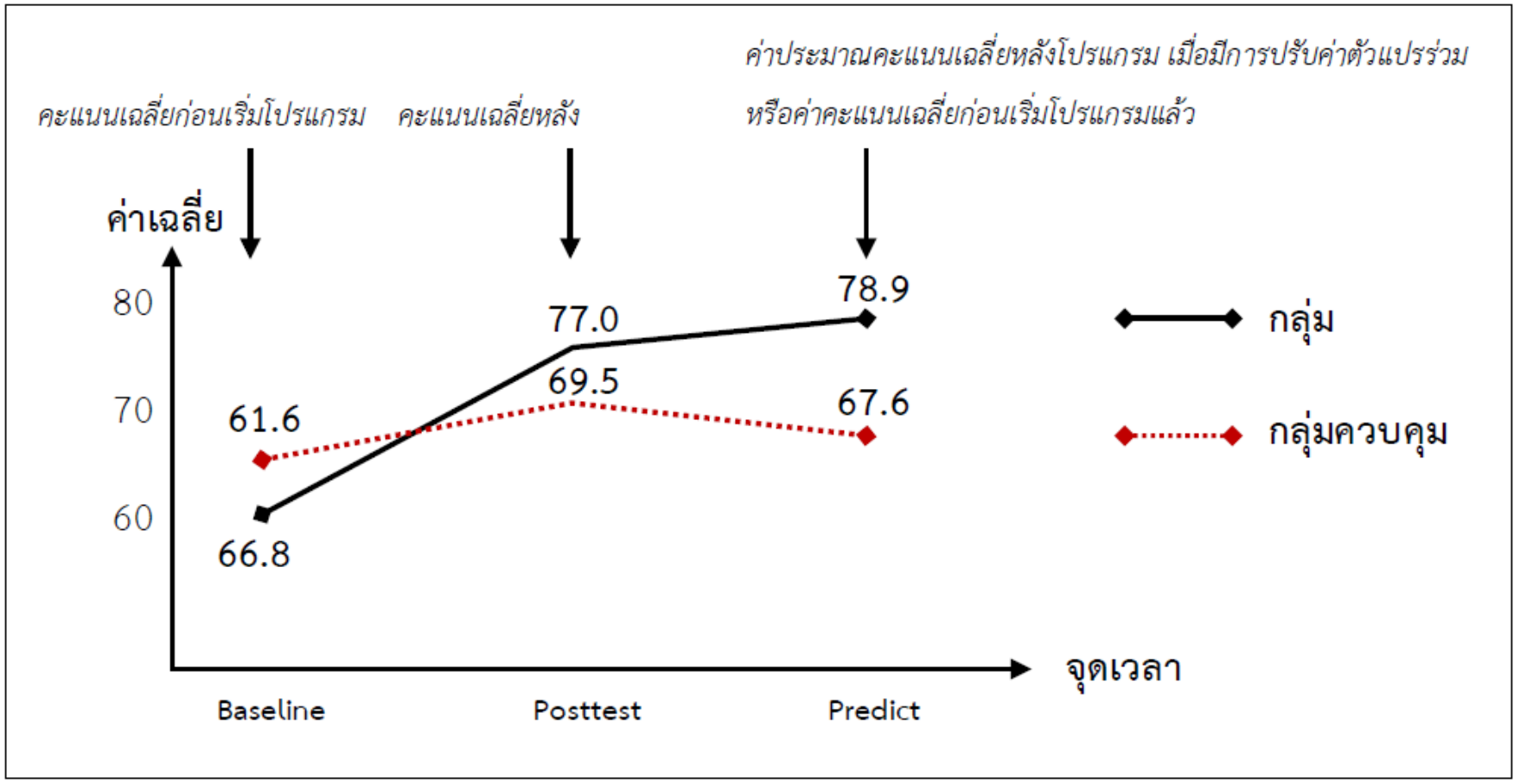
Practical methods using STATA

การวิเคราะห์ข้อมูล ANCOVA เกี่ยวกับการประมาณค่า/การเปรียบเทียบรายคู่/ขนาดผลกระทบ

```
. margins treat, asbalanced

Predictive margins                              Number of obs     =         20

Expression   : Linear prediction, predict()

------------------------------------------------------------------------------
             |            Delta-method
             |     Margin   Std. Err.      t    P>|t|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
       treat |
           1 |   78.91271   2.52618    31.24   0.000     73.58293    84.24248
           2 |   67.58729   2.52618    26.75   0.000     62.25752    72.91707
------------------------------------------------------------------------------
```

Practical methods using STATA

การวิเคราะห์ข้อมูล ANCOVA เกี่ยวกับการประมาณค่า/การเปรียบเทียบรายคู่/ขนาดผลกระทบ



Practical methods using STATA

การวิเคราะห์ข้อมูล ANCOVA เกี่ยวกับการประมาณค่า/การเปรียบเทียบรายคู่/ขนาดผลกระทบ

คำสั่งและผลลัพธ์ที่ได้ : กรณีการเปรียบเทียบรายคู่ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

```
. anovalator treat, pair quietly

anovalator pairwise comparisons for treat

Comparison          Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
1 vs 2            11.3254     3.60062     3.15   0.002     4.268191    18.38264
```

Practical methods using STATA

การวิเคราะห์ข้อมูล ANCOVA เกี่ยวกับการประมาณค่า/การเปรียบเทียบรายคู่/ขนาดผลกระทบ

❶. กรณีคำนวณหาค่า eta-square (η^2)

```
. estat esize

Effect sizes for linear models

------------------------------------------------------------------------------
             Source | Eta-Squared     df     [95% Conf. Interval]
--------------------+---------------------------------------------------------
              Model |   .7059937      2     .3559852    .8082457
            -------+-----------------------------------------------------------
              treat |   .3678784      1     .0393954    .5994716
           baseline |   .6813141      1     .3470504    .8027139
------------------------------------------------------------------------------
Note: Eta-Squared values for individual model terms are partial.
```

Practical methods using STATA

การวิเคราะห์ข้อมูล ANCOVA เกี่ยวกับการประมาณค่า/การเปรียบเทียบรายคู่/ขนาดผลกระทบ

ตารางที่ 3.3 แสดงแนวทางการแปลความหมายขนาดผลกระทบที่ได้จากค่า eta-squared

ขนาดผลกระทบ	การแปลความหมาย
0.14 หรือมากกว่า	ขนาดผลกระทบมาก
0.06 หรือมากกว่า	ขนาดผลกระทบปานกลาง
0.01 หรือมากกว่า	ขนาดผลกระทบน้อย

Practical methods using STATA

การวิเคราะห์ข้อมูล ANCOVA เกี่ยวกับการประมาณค่า/การเปรียบเทียบรายคู่/ขนาดผลกระทบ

❷. กรณีคำนวณหาค่า omega-squared (ω^2)

```
. estat esize, omega

Effect sizes for linear models

-------------------------------------------
             Source | Omega-Squared      df
--------------------+----------------------
              Model |     .6599906         2
              treat |     .3188392         1
           baseline |     .6503757         1
-------------------------------------------
Note: Omega-Squared values for individual model terms are partial.
```

Practical methods using STATA

Step 4 : To conclusion the results

เมื่อมีการปรับ หรือควบคุมค่าตัวแปรร่วม ซึ่งได้แก่ คะแนนความสามารถในการป้องกันตนเองฯ ก่อนเริ่มต้นโปรแกรมในระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแล้ว พบว่า ***ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อทางเพศสัมพันธ์ของนักเรียนหญิงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความผิดพลาดไม่เกิน 5%*** ($F_{(1,17)}$=9.89, p-value=0.0059) และ เมื่อนำค่าประมาณของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อทางเพศสัมพันธ์ของนักเรียนหญิงระดับมัธยมศึกษา ตอนปลายหลังการทดลองด้วยโปรแกรมฯ มาเปรียบเทียบ พบว่า ***ค่าประมาณของคะแนนเฉลี่ยฯ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความผิดพลาดไม่เกิน 5%*** ($\overline{X}_{adj(diff)}$ = 11.3, 95%CI of $\overline{X}_{adj(diff)}$ = 4.27-18.38, p-value=0.002) และมีขนาดผลกระทบส่วนย่อยของกลุ่ม เท่ากับ 36.8% ($\eta^2_{partial}$ =0.367, 95%CI=0.04-0.59)

Practical methods using STATA

Step 5 : To show the result in Table

ตารางที่ 3.4 แสดงผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลโปรแกรมเสริมสร้างความสามารถในการป้องกันตนเองจากการติดเชื้อทางเพศสัมพันธ์ของนักเรียนหญิงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตัวแปร	กลุ่ม	$\overline{X} \pm SD$ (ก่อน)	$\overline{X} \pm SD$ (หลัง)	ผลการเปรียบเทียบ ANCOVA		ค่าประมาณหลังปรับตัวแปรร่วม				
				$F_{df(group),df(residual)}$	p-value	$\overline{X}_{adj}$	95%CI of $\overline{X}_{adj}$	$\overline{X}_{adj(diff)}$	95%CI of $\overline{X}_{adj(diff)}$	p-value
ความสามารถในการป้องกันตนเองฯ	กลุ่มทดลอง (n=10)	61.6±12.1	77.0±11.8	$F_{(1,17)}$=9.89	0.006	78.9	73.58-84.24	11.3	4.27-18.38	0.002
	กลุ่มควบคุม (n=10)	66.8±17.9	69.5±15.3			67.6	62.25-72.92			
ขนาดผลกระทบในส่วนย่อย: $\eta^2_{partial}$ = 0.368 และ (95%CI= 0.04 – 0.60), $\omega^2_{partial}$ = 0.319										

Practical methods using STATA

จากงานวิจัยกึ่งทดลอง หรือ quasi-experimental study เพื่อประเมินประสิทธิผลของโปรแกรมการออกกำลังกายในกลุ่มผู้ป่วยเบาหวานที่ทานยาลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดและการมาตรวจตามนัดหมายเป็นประจำของโรงพยาบาลแห่งหนึ่ง ซึ่งผ่านเกณฑ์คัดเข้าและเกณฑ์คัดออก พร้อมสมัครใจยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย จำนวน 40 ราย จากนั้นนักวิจัยได้สุ่มผู้ป่วยเบาหวานเข้ากลุ่ม โดยจำแนกเป็น กลุ่มทดลอง (ได้รับโปรแกรมการออกกำลังกาย) จำนวน 20 ราย และกลุ่มควบคุม (ไม่ได้รับโปรแกรมการออกกำลังกาย) จำนวน 20 ราย โดยมีระยะเวลาของโปรแกรม จำนวน 2 เดือน โดยมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องดังนี้

ตัวแปร	ชื่อตัวแปร	ความหมาย	ค่าที่เป็นไปได้
ตัวแปรระบุบุคคล	id	รหัสเฉพาะบุคคล	1 ถึง 40
ตัวแปรร่วม	pre_chol	ระดับคอเลสเตอรอล ก่อนทดลอง (mg/dl)	ตามระบุ
ตัวแปรผลลัพธ์	post_chol	ระดับคอเลสเตอรอล หลังทดลอง (mg/dl)	ตามระบุ
ตัวแปรอิสระ (ตัวแปรกลุ่ม)	group	การจำแนกกลุ่มที่ถูกนำมาใช้ในงานวิจัย	1=กลุ่มทดลอง, 2=กลุ่มควบคุม

Thank you

spongd@kku.ac.th
https://pongdechonline.com